

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
КОМАНДУВАННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК
ІМЕНІ І ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Збірник тез доповідей
Міжнародної
науково-технічної конференції
(14 - 15 травня 2026 року)
м. Львів

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

КОМАНДУВАННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Збірник тез доповідей
Міжнародної науково-технічної конференції

(Львів, 14-15 травня 2026 р.)

Львів
2026

УДК 623:355.31 (063)
П 27

Рекомендовано до видання рішенням
Вченої ради Національної академії сухопутних військ
(протокол від 30.06.2026 р. № 18)

П 27 Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: Збірник тез Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 14-15 травня 2026 р.). – Львів: НАСВ, 2026. – 809 с.

ISBN 978-617-7689-15-6

Збірник містить доповіді та тези доповідей за результатами наукових досліджень наукових і науково-педагогічних працівників, ад'юнктів, аспірантів, магістрантів і курсантів вищих військових навчальних закладів та інших закладів вищої освіти, науково-дослідних установ, підприємств та установ оборонно-промислового комплексу України. Для науковців, викладачів, студентів, курсантів, представників підприємств і всіх, хто цікавиться проблемами розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ.

УДК 623:355.31 (063)

ISBN 978-617-7689-15-6

**© Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, 2026**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

ГУСАК Ю.А., д-р військ. наук, проф. (НУОУ, м. Київ, Україна)
ВАСЬКІВСЬКИЙ М.І., д-р техн. наук, проф. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ, м. Київ, Україна)
БАШИНСЬКИЙ В.Г., д-р техн. наук, проф. (ДНДІ ВС ОВТ, м. Черкаси, Україна)
ТРИСТАН А.В., д-р техн. наук, проф. (ДНДІ ВС ОВТ, м. Черкаси, Україна)
КРИВЦУН В.І., д-р техн. наук, старш. наук. співроб. (ДНДІ ВС ОВТ, м. Черкаси, Україна)
ВІНТР ЗДЕНЕК, д-р філософії, проф. (Університет оборони, м. Брно, Чехія)
КІЛІКЯВІЧУС СІГІТАС, д-р філософії, проф. (Каунаський технологічний університет, м. Каунас, Литва)
КРИВАНЕК ВАЦЛАВ, д-р філософії, доц. (Університет оборони, м. Брно, Чехія)
КУПІДУРА ПШЕМИСЛАВ, д-р наук (Військовий технологічний університет, м. Варшава, Польща)
СЛЮСАРЕНКО А.В., д-р іст. наук, проф. (ЖВІ, м. Житомир, Україна)
ГЕРАСИМОВ С.В., д-р техн. наук, проф. (ВІТВ НТУ "ХПІ", м. Харків, Україна)
КОРИТЧЕНКО К.В., д-р техн. наук, проф. (ВІТВ НТУ "ХПІ", м. Харків, Україна)
ХУДОВ Г.В., д-р техн. наук, проф. (ХНУПС, м. Харків, Україна)
ІОХОВ О.Ю., д-р техн. наук, проф. (НАНГУ, м. Харків, Україна)
ВАНКЕВИЧ П.І., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
КУПРІНЕНКО О.М., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
ЛАВРУТ О.О., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
НАСТИШИН Ю.А., д-р фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб. (НАСВ, м. Львів, Україна)
ШАБАТУРА Ю.В., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
ЛИТВИН В.В., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
КОРОСТЕЛЬОВ О.П., д-р техн. наук, проф. (ДП ККБ «Луч», м. Київ, Україна)
КРАЙНИК Л.В., д-р техн. наук, проф. (ВАТ «Автобуспром», м. Львів, Україна)
ОЛІЯРНИК Б.О., д-р техн. наук, старш. наук. співроб. (ДП «ЛДЗ «Лорта», м. Львів, Україна)
СОБОЛЯК О.В., канд. фіз.-мат. наук (ІРЕ НАН України, м. Харків, Україна)
НАУМЕНКО І.В., канд. військ. наук, старш. наук. співроб. (НДЦ РВіА, м. Суми, Україна)
ВОЛОЧІЙ Б.Ю., д-р техн. наук, проф. (НУ "Львівська політехніка", м. Львів, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ЗАБОЛОТНЮК В.І., канд. іст. наук, ст. дослід. (НАСВ, м. Львів)
ТОМЧУК О.А., д-р філософії (НАСВ, м. Львів)
БАЛІЦЬКИЙ Н.С., д-р філософії (НАСВ, м. Львів)
ЗІРКЕВИЧ В.М., канд. техн. наук, доц. (НАСВ, м. Львів)
ПАРТИКА О.Д. (НАСВ, м. Львів)
КЛОЧКО Р.М. (НАСВ, м. Львів)
КОЖУХ А.М. (НАСВ, м. Львів)
РИЖОВ Є.В., канд. техн. наук, ст. дослід. (НАСВ, м. Львів)
МАРТИНЕНКО С.А. (НАСВ, м. Львів)
ПАЩЕТНИК О.Д., канд. техн. наук, с.н.с. (НАСВ, м. Львів)
ЛАВРУТ Т.В., канд. геогр. наук, доц., ст. дослід. (НАСВ, м. Львів)
КАЗАН П.І., канд. військ. наук, ст. дослід. (НАСВ, м. Львів)
БУРАШНІКОВ О.О. (НАСВ, м. Львів)
ПЛАТОНОВ М.О., канд. хім. наук, ст. дослід. (НАСВ, м. Львів)
НОСОВА Г.С. (НАСВ, м. Львів)
ОЗЕРОВА Г.І. (НАСВ, м. Львів)

СЕКРЕТАР КОНФЕРЕНЦІЇ

ЖИВЧУК В.Л., канд. техн. наук (НАСВ, м. Львів)

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО НАЧАЛЬНИКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО ПОЛКОВНИКА РОМАНА КАЧУРА

Шановні колеги!

Цього року традиційний науковий форум у вкотре зібрав фахівців у галузі озброєння та військової техніки. Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного щиро вітає авторитетних зброєзнавців – учасників і гостей Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ».

Сучасні тенденції розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ, теоретичні розробки, актуальний досвід їх практичного застосування у бойових діях потребують фахового аналізу, прискіпливого дослідження, напрацювання оптимальних та ефективних кроків їх вдосконалення. Розв’язанню цих та інших науково-прикладних завдань і присвячена конференція.

До участі в її роботі запрошені компетентні та досвідчені фахівці, які поділяться своїм досвідом, науковим баченням і прикладним застосуванням теоретичних напрацювань своїх колективів.

Широке коло, авторитетні учасники, поважні гості наукового форуму Національної академії вкотре довели, що конференція стає важливою платформою контактів вітчизняних і закордонних науковців.

Переконаний, конференція та її матеріали стануть ґрунтовним внеском воєнної науки у розвиток озброєння та військової техніки Сухопутних військ Збройних Сил України, посилення їхньої бойової спроможності та сприятимуть наближенню нашої Перемоги над ворогом.

Щиро бажаю всім учасникам конференції міцного здоров'я, творчого натхнення, продуктивного наукового пошуку, плідної праці на благо України та запрошую до конструктивної співпраці!

Слава Україні!

Майстренко О.В., д-р військ. наук, професор
ДНДІ ВС ОВТ

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ОЗБРОЄННЯ: ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ У РОЗВИТОК ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Сучасний розвиток збройної боротьби характеризується глибокою трансформацією під впливом інформаційних технологій, що визначає нові підходи до створення та застосування озброєння і військової техніки. Як слушно зазначав Сунь-цзи, «Перемога здобувається ще до початку бою». У сучасному вимірі це означає, що вирішальним чинником стає не лише наявність ресурсів, а передусім здатність до випереджувального аналізу, обробки інформації та прийняття рішень.

Передумови та рушійні фактори інтелектуалізації. Інтелектуалізація озброєння є закономірною відповіддю на комплекс об'єктивних змін у характері сучасної війни. Одним із ключових факторів є різке зростання обсягів інформації, що циркулює на полі бою. Дані надходять із численних джерел – від розвідувальних платформ до безпілотних систем – і потребують оперативної обробки для прийняття рішень.

Паралельно відбувається суттєве скорочення часу, доступного для реагування на зміну обстановки. Це обумовлює необхідність автоматизації аналітичних процесів і передачі частини функцій системам штучного інтелекту. Додатковим фактором є стрімкий розвиток засобів радіоелектронної боротьби та кіберпротидії, які ускладнюють функціонування традиційних систем управління та навігації.

Важливу роль відіграє також поширення безпілотних систем, які змінюють структуру бойових дій, роблячи їх більш динамічними та розподіленими. Одночасно зростають вимоги до точності та ефективності ураження, що вимагає використання більш складних алгоритмів обробки інформації.

У результаті сучасна військова операція набуває ознак інформаційно-керованої системи, у якій дані виступають ключовим ресурсом, а швидкість їх обробки – визначальним фактором досягнення переваги.

Сутність інтелектуалізації озброєння. Інтелектуалізація озброєння полягає у формуванні систем нового покоління, які виходять за межі традиційної автоматизації. Такі системи здатні самостійно аналізувати обстановку, виявляти закономірності у даних та формувати рішення без прямого втручання оператора.

Однією з ключових характеристик є адаптивність, що забезпечує зміну поведінки системи залежно від умов середовища. Це особливо важливо в умовах невизначеності та активної протидії, де заздалегідь визначені алгоритми можуть втрачати ефективність.

Крім того, інтелектуальні системи здатні функціонувати у складі єдиного інформаційного простору, обмінюючись даними та координуючи свої дії. Такий підхід забезпечує синергетичний ефект і підвищує загальну ефективність застосування озброєння.

У цьому контексті відбувається перехід від платформоцентричної моделі, де кожен елемент функціонує відносно автономно, до мережевоцентричної, що передбачає інтеграцію всіх елементів у єдину систему. Водночас змінюється і характер управління – від людиноорієнтованого до людино-машинної взаємодії, де людина виконує функції контролю та прийняття ключових рішень.

Ключові напрями інтеграції штучного інтелекту. Інтеграція штучного інтелекту реалізується у низці взаємопов'язаних напрямів. Насамперед це системи розвідки, спостереження та аналізу даних, у яких інтелектуальні алгоритми забезпечують автоматичне виявлення цілей, їх класифікацію та оцінювання. Важливим аспектом є здатність виявляти аномалії та прогнозувати дії противника на основі аналізу великих масивів даних.

Застосування таких підходів дозволяє суттєво скоротити цикл «виявлення – прийняття рішення – ураження», підвищуючи швидкість і точність реагування.

Іншим важливим напрямом є інтелектуальне управління вогневими засобами. Алгоритми оптимізації забезпечують вибір пріоритетних цілей, ефективний розподіл ресурсів та врахування факторів невизначеності. Це має особливе значення для високоточних боєприпасів, артилерійських систем і ракетного озброєння, де точність і своєчасність застосування є критичними.

Не менш важливим є розвиток автономних та безпілотних систем. Підвищення рівня їх автономності дозволяє виконувати завдання навіть за умов втрати зв'язку. Крім того, розвиток технологій колективної взаємодії, зокрема «роїв», відкриває нові можливості для реалізації складних бойових сценаріїв.

У сфері логістики та технічного забезпечення штучний інтелект дозволяє перейти до прогнозного управління. Аналіз даних про технічний стан озброєння дає змогу своєчасно виявляти потенційні відмови, оптимізувати постачання та ефективно управляти життєвим циклом систем.

Автономні системи як ключовий елемент майбутніх операцій. Автономні системи стають визначальним елементом майбутніх бойових дій, забезпечуючи суттєве зниження навантаження на персонал та зменшення ризиків для особового складу. Вони дозволяють підвищити темп операцій і здійснювати дії у складних умовах, зокрема в урбанізованому середовищі або під впливом РЕБ.

Водночас принципово важливим залишається збереження контролю людини над критичними процесами. Концепція «людина в контурі управління» забезпечує баланс між ефективністю автоматизації та відповідальністю за прийняття рішень.

Вплив радіоелектронної боротьби та необхідність адаптивності. Активне застосування засобів радіоелектронної боротьби суттєво ускладнює функціонування інтелектуальних систем. Завади навігаційним сигналам, порушення каналів зв'язку та інформаційні атаки можуть призводити до деградації ефективності систем або навіть їх повної втрати функціональності.

У цих умовах ключовим стає забезпечення адаптивності. Системи повинні бути здатними розпізнавати вплив завад, змінювати алгоритми роботи та переходити в автономні режими функціонування. Це вимагає використання складних інтелектуальних алгоритмів, здатних до навчання та самоналаштування.

Моделювання та оцінювання ефективності інтелектуальних систем. Одним із ключових наукових завдань є розробка адекватних моделей оцінювання ефективності інтелектуальних систем. Традиційні підходи, що базуються на статичних характеристиках, не враховують динамічний характер сучасного поля бою.

У зв'язку з цим необхідним є застосування ймовірнісних моделей, які дозволяють враховувати випадкові впливи та невизначеність. Додатково використовуються моделі, що описують зміну станів системи в процесі функціонування, а також адаптивні моделі, які враховують здатність системи змінювати свою поведінку.

Інтегральним показником ефективності може виступати ймовірність виконання бойового завдання з урахуванням впливу зовнішніх факторів. Такий підхід є особливо актуальним для високоточних боєприпасів, безпілотних систем та автономних платформ.

Цифрова трансформація життєвого циклу озброєння. Інтелектуалізація охоплює всі етапи життєвого циклу озброєння. На етапі розробки активно використовуються методи моделювання, цифрові двійники та алгоритми оптимізації конструкцій. Це дозволяє зменшити витрати та підвищити якість розробок.

Під час випробувань застосовуються цифрові полігони, що дають змогу моделювати складні бойові умови, включаючи вплив РЕБ, без необхідності проведення дорогих натурних експериментів.

На етапі експлуатації здійснюється моніторинг технічного стану систем, прогнозування відмов та адаптація режимів роботи залежно від умов застосування.

Основні виклики інтеграції штучного інтелекту. Попри значні переваги, інтеграція штучного інтелекту супроводжується низькою викликів. До технічних належать обмеженість обчислювальних ресурсів, складність алгоритмів та залежність від якості даних.

Важливою проблемою є кібербезпека, оскільки інтелектуальні системи можуть бути об’єктом кібератак, маніпуляції даними або підміни інформації. Окремим завданням є забезпечення надійності в умовах протидії, що передбачає збереження функціональності та адаптацію до змін середовища.

Крім того, існують нормативно-правові виклики, пов’язані з визначенням рівня автономності систем, регулюванням їх застосування та розподілом відповідальності.

Перспективні напрями розвитку для Збройних Сил України. З урахуванням сучасного досвіду бойових дій перспективними є напрями, пов’язані з розробкою адаптивних інтелектуальних систем, здатних до самонавчання та роботи в умовах невизначеності. Важливою є інтеграція таких систем у мережевоцентричні структури з можливістю обміну даними в реальному часі.

Розвиток технологій «рою» дозволяє реалізувати принципи розподіленого управління та підвищити ефективність застосування великої кількості систем. Значний потенціал має також створення комбінованих систем наведення, що зменшують залежність від окремих каналів.

Окремим напрямом є розвиток науково-методичної бази, включаючи нові критерії ефективності, методики оцінювання та моделі функціонування.

Науково-практичне значення. Інтелектуалізація озброєння забезпечує суттєве підвищення ефективності бойового застосування, скорочення часу прийняття рішень, зменшення втрат та підвищення живучості систем. Для наукових установ це означає необхідність розвитку міждисциплінарних досліджень, інтеграції військових наук із інформаційними технологіями, а також удосконалення методів математичного моделювання.

Таким чином, інтелектуалізація озброєння виступає ключовим чинником забезпечення технологічної переваги та підвищення бойових можливостей Збройних Сил України в умовах сучасних викликів.

Egidijus Vareikis, Political analyst
GENERAL JONAS ŽEMAITIS MILITARY ACADEMY OF LITHUANIA

TECHNICALITIES ARE WINNING THE WAR. BUT DO THEY WIN THE PEACE?

According to the well-known war theorist Carl von Clausewitz, all wars must have two ends. One of them is conditioned by the physical or technological superiority of any warring party. This is Victory. The second end of war is Peace. It is achieved when the warring parties recognize politically as well as spiritually that the peace made after the war is just, in other words, reconciles the fighting sides.

The War history shows that in many cases, Victory is considered the most important, and for generations the only end of the war, i.e., the most important thing is to win the war, and the processes that follow are no longer part of it. Clausewitz argues that such thinking and action leave unresolved the fundamental political problem – why the whole war took place. In such a situation, the lack of reconciliation is doubly dangerous. On the one hand, it legitimizes the losing side to seek revenge, a new war, and on the other hand, it turns armed conflict into what we call a "forever war". In recent decades the number of such unfinished wars have been increasing. It is increasing even when we see the technical advantage of one side. Long-term conflicts are also dangerous (according to Thucydides) in that they become less and less predictable in the long run and in a way demoralize all warring parties. And what we call an "exit strategy" is more of an escape from a problem than a solution to it. The numerous examples and case studies will be presented.

When it comes to specific wars, technological advantage is definitely necessary, especially when it allows to wage war that is tactically inconvenient for opponent (according to Sun Tzu). It helps to achieve victory, in some cases it certainly increases the authority of the stronger side, but it does not in itself guarantee lasting peace. A formal pretext for war is often not the reason why war arises at all. And this makes it even more difficult for the possibility of reconciliation that follows a military victory. In XXI century, technologies do a lot, however geography still matters. History, cultural and spiritual background matters as well. The case studies will follow.

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Андрей А.М.
в/ч А 4655
Грабчак В.І., д-р техн. наук, професор
НАСВ

ВІЙНА АЛГОРИТМІВ ТА "МАНГАЛІВ": ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАКТИКИ ЦАХАЛУ ТА "ХЕЗБОЛЛИ" ПІД ВПЛИВОМ УКРАЇНСЬКОГО ДОСВІДУ

У березні 2026 року Ізраїль офіційно розпочав наземне вторгнення до Лівану, спрямоване на знищення поблизу кордону шиїтського угруповання "Хезболла", яке контролює значні території південного Лівану. Операція проводиться трьома хвилями: спочатку здійснюється масоване дистанційне ураження штабів, складів зброї та підземних тунелей "Хезболли", потім триває інженерна "зачистка" територій із демонтажем опорних пунктів, а завершується процес закріпленням військ і створенням захисної буферної зони глибиною до 15 км. Ця тактика є "пролонгованою операцією" замість швидкого "кавалерійського" наскоку: ЦАХАЛ рухається повільно, методично знищуючи кожний укріплений населений пункт. Це дозволяє Ізраїлю утримувати ініціативу та поступово видавлювати "Хезболлу" за річку Літані, перетворюючи південний Ліван на демілітаризований плацдарм. В операції ЦАХАЛ демонструє перехід до "роботизованої війни", де дрони та наземні роботи перестали бути допоміжними засобами, а стали повноцінними бойовими одиницями. ЦАХАЛ масштабував використання автономних безпілотних систем: від розвідувально-ударних ШІ-комплексів для міських боїв до наземних роботизованих платформ (бойових, інженерних, логістичних та спеціалізованих для підземних комунікацій).

Ключовою новацією конфлікту стала концепція взаємодія людини та машини (MUM-T), де оператори дронів у кожному підрозділі інтегровані в єдину цифрову мережу. Концепція MUM-T перетворила ізраїльський піхотний взвод на цифровий вузол, де кожен боєць інтегрований у єдину мережу управління. Важливо відмітити, що досвід російсько-Української війни став глобальним каталізатором, який остаточно трансформував тактику на півдні Лівану. По-перше, ізраїльська концепція MUM-T та "цифрового поля бою" є прямим розвитком української моделі мережецентричної війни, де дрон-розвідник став обов’язковим елементом кожної штурмової групи. Використання ЦАХАЛ автономної навігації та "роїв" – це відповідь на "війну РЕБ", масштаби якої вперше було продемонстровано в Україні. Водночас захисні решітки (мангали) на ізраїльських бульдозерах та танках стали стандартним заводським рішенням після того, як український досвід довів вразливість броні перед масовими атаками FPV-дронів. По-друге, "Хезболла" за прикладом ЗС України та рф перейшла до масового використання дешевих ударних безпілотників як альтернативи дорогій високоточній зброї. Тактика "хвиль", що передбачає повне знесення будівель інженерними підрозділами та створення безлюдної буферної зони, відображає досвід боїв за українські міста-фортеці (як Бахмут чи Авдіївка), де контроль над територією стає можливим лише після повної руйнації інфраструктури, яку ворог використовує для засідок.

Війна в Лівані 2026 року постає "технологічним сиквелом" російсько-Української війни. Ізраїль масштабував застосування робототехніки та забезпечив тотальний моніторинг театру бойових дій, тоді як "Хезболла", запозичивши методи асиметричної дрон-війни, протиставила цьому мережу дистанційних ударів та засідок. Україна фактично стала полігоном для апробації новітніх засобів, форм застосування та способів ведення збройної боротьби, проте саме Ізраїль зміг оперативно трансформувати ці адаптивні інновації у системну воєнну доктрину. Головний ризик для України полягає в тому, що без переходу на промислові масштаби та автоматизацію управління держава ризикує залишитися на етапі "крафтової війни", поки інші армії світу імплементуватимуть український досвід як системний стандарт бойового застосування.

Андрійчук В.М.
Шерихов І.В.
СВ НУОУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК

Сучасний досвід бойових дій на теренах України став каталізатором глобального перегляду тактико-технічних характеристик бронетехніки, остаточно поставивши крапку в епосі панування радянської школи танкобудування. Радянська концепція БМП-1 та БМП-2, яка вибудовувалася навколо ідеї масового наступу, високої мобільності та обов’язкової здатності долати водні перешкод вплав, виявилася критично вразливою в умовах насиченості поля бою високоточними протитанковими засобами та мінними загородженнями. Щоб машина могла долати водну перешкоду було принесено в жертву товщину броні, що в сучасних реаліях перетворило ці машини на легку здобич навіть для великокаліберних кулеметів. Сьогодні розвиток української бронетехніки, втілений у перспективних розробках НВО «Практика» та проєктах типу «Гетьман», демонструє рішучий перехід до західної філософії «захист понад усе», де головною цінністю є не залізо, а професійно підготовлений екіпаж.

Центральним елементом нової парадигми є багатошаровий захист, що базується на досвіді експлуатації таких еталонних зразків, як німецька Puma або шведська CV90. Сучасна БМП проєктується як модульна фортеця, де основний бронекорпус із високоміцної сталі доповнюється керамічними панелями та протиуламковим підбоєм (spall liner). Це дозволяє не лише зупиняти кулі та снаряди, а й кардинально зменшувати конус розльоту внутрішніх уламків, що є основною причиною загибелі десанту при непробивному влучанні. Диференційований підхід до бронювання забезпечує базовий захист бортів від калібру 14,5 мм, а встановлення додаткових навісних модулів підвищує цей поріг до 30-мм автоматичних гармат. Більше того, виживання машини тепер неможливе без інтеграції інтелектуальних систем: комплексів активного захисту (APS), що перехоплюють ракети на підльоті, та вдосконаленого динамічного захисту «Ніж» або «Дуплет», спеціально адаптованого для легких носіїв.

Не менш критичним аспектом став захист від мінної загрози, яка наразі є причиною значного відсотка втрат техніки. Перспективні українські БМП відходять від плаского днища на користь складної V-подібної геометрії, яка розсіює енергію вибуху в сторони від капсули з людьми. У поєднанні з посиленим багатошаровим підлоговим покриттям це дозволяє витримувати підрив до 10 кг тротилу. Проте захист корпусу - це лише половина справи; ключову роль відіграє внутрішня ергономіка. Використання спеціальних енергопоглинаючих крісел, які підвішуються до стелі або бортів і не мають жорсткого зв'язку з підлогою, рятує десант від компресійних травм хребта, що виникають внаслідок миттєвого вертикального прискорення під час вибуху.

Новим, раніше невідомим викликом стала тотальна дронізація війни. Поява FPV-дронів та баражуючих боєприпасів змусила конструкторів переглянути архітектуру верхньої півсфери машини. Сучасна БМП більше не є автономною одиницею – це елемент мережі, який несе на собі індивідуальний «щит» радіоелектронної боротьби. Купольні системи РЕБ типу Piranha стають обов'язковим штатним обладнанням, створюючи навколо машини зону придушення сигналів керування безпілотниками. Це доповнюється заводським встановленням решітчастих екранів та протидронних «сіток», які руйнують кумулятивний струмінь гранати ще до контакту з основною бронею. Вогнева міць також зазнає трансформації: перехід до дистанційно керованих бойових модулів дозволяє повністю ізолювати боєкомплект від особового складу. Командир та навідник перебувають у найбільш захищеній частині корпусу, керуючи 30-мм гарматами та протитанковими ракетами через цифрові інтерфейси, отримуючи панорамний огляд на 360 градусів завдяки системі камер та тепловізорів.

Окрім чисто бойових характеристик, критичного значення набуває автономність та логістичний комфорт. Впровадження гібридних силових установок відкриває шлях до «тихого ходу», коли машина може виходити на вогневу позицію або евакуювати поранених виключно на електротязі, залишаючись непомітною в акустичному та тепловому діапазонах. Збільшення внутрішнього об'єму десантного відділення, наявність потужних кліматичних систем та заміна вузьких люків на широку гідравлічну апарель – це не питання комфорту, а питання швидкості розгортання підрозділу та збереження його боєздатності в умовах виснажливого бою.

Зрештою, перспективна БМП майбутнього бачиться як універсальна цифрова платформа, що здатна керувати власними розвідувальними мікродронами та взаємодіяти з безпілотними наземними апаратами-сателітами, створюючи навколо себе інтелектуальний периметр безпеки. Такий комплексний підхід до проєктування дозволяє створити машину, яка не просто доставляє піхоту до поля бою, а забезпечує їй технологічну перевагу та максимальні шанси на виживання в умовах конфлікту найвищої інтенсивності.

Арістархов О.М., PhD
Овчаренко І.В., канд. військ. наук, доцент
Гудима В.П., канд. тех. наук
Максимович С.М.
Островський А.О.
НУОУ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДОСВІДОМ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Повномасштабна війна в Україні актуалізувала питання технічного забезпечення військ, зокрема технічного обслуговування і відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ). Особливої уваги набувають технічне обслуговування і ремонт (ТОіР) ОВТ іноземного виробництва, які масово надходять у рамках міжнародної військової допомоги. Отриманий досвід ТОіР ОВТ іноземного виробництва в умовах бойових дій є унікальним і використовується для вдосконалення системи комплексного ТОіР.

Однією з ключових проблем є відмінність конструктивних підходів і стандартів між радянською/пострадянською та західною технікою. Озброєння та військова техніка іноземного виробництва створювалися відповідно до стандартів країн-членів НАТО, що зумовлює інші підходи до ТОіР. Це проявляється у необхідності використання спеціалізованого обладнання, цифрових систем діагностики та документації. Відповідно, виникає потреба в адаптації існуючої ремонтної інфраструктури та підготовці фахівців з ТОіР ОВТ.

Другою суттєвою проблемою є технічна документація на ОВТ іноземного виробництва, яка часто надається іноземною мовою або в неповному обсязі, що в подальшому ускладнює проведення складних ремонтних операцій. Це вимагає значного часу для перекладу технічної документації зразків ОВТ і створює залежність від іноземних партнерів, які її надали.

Складною залишається і проблема забезпечення запасними частинами та експлуатаційними матеріалами для ТОіР. Постачання запасних частин та експлуатаційних матеріалів для ОВТ іноземного виробництва є складним та залежить від різних факторів, зокрема політичних. Затримки у постачанні призводять до зниження боєздатності підрозділів.

Важливою проблемою є підготовка фахівців з ТОіР ОВТ. Сучасні зразки озброєння іноземного виробництва характеризується високим рівнем технологічності, що вимагає від фахівців не лише технічних знань, але й володіння іноземними мовами та цифровими навичками.

Окремої уваги потребує питання організації ТОіР у зоні бойових дій. Дослідники відзначають важливу роль рухомих засобів ремонту та технічного обслуговування у забезпеченні оперативності ТОіР ОВТ, водночас наголошуючи на обмеженості їх технічних можливостей і необхідності подальшого вдосконалення.

Викликом є також відсутність уніфікації між різними зразками техніки іноземного виробництва. Наявність великої кількості типів ОВТ різних країн-виробників ускладнює організацію ТОіР. Це потребує створення окремих систем забезпечення для кожного типу техніки.

Таким чином, ТОіР ОВТ іноземного виробництва в умовах війни є складним завданням. Основними проблемами є відмінності стандартів, обмежений доступ до документації, складність забезпечення запасними частинами та експлуатаційними матеріалами, недостатній рівень підготовки фахівців з ТОіР та відсутність уніфікації. Водночас набутий досвід сприяє формуванню нових підходів до використання та підтримки ОВТ, що відповідають сучасним умовам ведення бойових дій.

Балковий А.В.
НДЦ РВіА

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ДІЮЧОЇ В УКРАЇНІ СИСТЕМИ СТАНДАРТІВ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У ході розроблення (модернізації) зразків ОВТ одним із основних і визначальних чинників вважається забезпечення їх відповідності діючій в Україні системі стандартів.

Стандартизація ОВТ досягається шляхом розроблення, впровадження та застосування нормативних документів (НД) зі стандартизації ОВТ та НД загальних технічних вимог до видів ОВТ. До нормативної документації у сфері оборони віднесено:

державні стандарти України (ДСТУ) для господарства та потреб оборони;

державні військові стандарти України (ДСТУ В), керівні військові нормативні документи (КНД В), рекомендації військові (РВ), національні військові класифікатори України (ДК В);

військові доповнення (ВД) до національних стандартів України (ДСТУ ВД), доповнення до національних стандартів України (ДСТУ ВД) на особливий період (ОП);

міждержавні військові стандарти (ГОСТ В), КНД В, РВ, військові доповнення до міждержавних військових стандартів (ГОСТ ВД);

доповнення до міждержавних військових стандартів на ОП (ГОСТ ВД, ГОСТ ВДУ), міждержавні стандарти ОП (ГОСТ В, ГОСТ В ВД, ГОСТ В В);

міждержавні стандарти (ГОСТ) на продукцію господарського призначення і потреб оборони країни.

На сьогоднішній день Державний фонд нормативних документів налічує близько трьох тисяч нормативних документів стандартизації.

Важливим етапом становлення національної системи стандартизації ОВТ є міжнародне співробітництво. З питань виробництва ОВТ налічується близько 300 стандартів НАТО, які було відібрано підприємствами ДК Укроборонпром з метою визначення можливості та доцільності їх впровадження в Україні.

На теперішній час каталог національних стандартів серії ДСТУ В, що безпосередньо стосуються стандартизації ОВТ, налічує 64 стандарти.

Слід зазначити, що в існуючій національній системі стандартів, як і у загальносвітовій практиці, об’єктами стандартизації є певні властивості, методи та засоби. Вимоги до зазначених об’єктів стандартизації ОВТ найбільш повно розкриваються у серії військових стандартів ДСТУ В стосовно стадій життєвого циклу та якості ОВТ.

Також необхідно зазначити, що, окрім військових стандартів, на стадіях життєвого циклу ОВТ (проєктування, розроблення, виготовлення) застосовуються і інші “народногосподарські” стандарти на складові ОВТ загального призначення або для тих параметрів, які є загальноприйнятими в усіх галузях. Прикладом таких стандартів можуть слугувати стандарти щодо екологічності, масо-габаритних показників, транспортування різними видами транспорту, кліматичних умов використання тощо.

Таким чином на підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що формування вимог до властивостей (характеристик) перспективних зразків ОВТ є стандартизованим процесом. Поряд з цим ті властивості (характеристики) зразка ОВТ, які безпосередньо не стандартизуються, наприклад – вогнева могутність ракетного комплексу, потребують чіткого обґрунтування на етапі формування оперативно-тактичних вимог, а також об’єктивної перевірки під час проведення випробувань.

Барановський А.А.
Гераймович В.О.
НУОУ
Дідіченко О.А.
НАСВ

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНУТРІШНЬОГО БАЛІСТИЧНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ, ЯКА ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Сучасну війну та військові конфлікти неможливо вести без застосування сучасного озброєння та військової техніки (далі – ОВТ). При цьому більшість держав щодо закупівлі озброєння вважають за потрібне заявити – купуємо лише те, що продемонструвало свою ефективність в Україні та пройшло апробацію в реальних бойових умовах.

У НАТО вкотре говорять про те, наскільки сьогодні їм важливо вивчати досвід російсько-Української війни та зважати на зроблені висновки й реалізувати їх для удосконалення тактики застосування власних військ та виробництва ОВТ, інакше Альянс ризикує програти ймовірний “вирішальний конфлікт в Європі”.

У доповіді проведено порівняльний аналіз ефективності внутрішнього балістичного захисту бронетехніки, яка використовується у російсько-українській війні 2014 – 2026 рр. з точки зору протидії вторинним уламкам (BAD), що виникають при пробитті броні або дії кумулятивних і уламкових боєприпасів. Розглянуто конструктивні особливості корпусів і внутрішніх захисних рішень бойових машин M2 Bradley та M113, російських БМД-4 і ГАЗ-2330 «Тигр», а також українських бронеавтомобілів «Козак-2М1» і «Варта».

Початок XXI століття ознаменувався вступом людства в якісно нову фазу свого розвитку та розвитку ОВТ. Саме завдяки поширенню інформації про війну та військові конфлікти світові лідери узнали про те, що сучасні засоби озброєння та особовий склад, який його використовує, не на стільки захищені від дії кумулятивних і уламкових боєприпасів, як би цього хотілось. Балістичний захист бронетехніки у деяких взірцях ОВТ недостатній, що збільшує ризик поранень та загибелі особового складу. Саме тому у військовослужбовців виникає боязнь його експлуатації та використання за призначенням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які спираються автори, показує, що розробники постійно прагнули і прагнуть до покращання захисних властивостей бронеоб’єктів. У своїх працях науковці приділили багато уваги багатофункціональному захисту особового складу від осколків та використанню при цьому енергопоглинаючих матеріалів, захисних плівок для транспортних засобів під час вибуху від осколків у поєднанні з матеріалами, характеристикам вторинних фрагментів, що дало можливість розробити алгоритм реконструкції пошуку.

Багато уваги цим питанням приділяють науковці провідних у військовому відношенні держав, свідченням цьому є велика кількість патентів (патенти на корисні моделі) таких як: “Балістична протиосколкова підкладка”; “Система облицювання для зменшення відколів”; “Система захисту броньованих машин від кумулятивних (підкаліберних, бронебійних) снарядів складається із зовнішньої керамічної пластини, похилих сталевих пластин та внутрішньої пластини з пластичного матеріалу”. Російсько-Українська війна 2014 – 2026 рр. спонукала наших науковців та виробників більше уваги приділяти оцінці та дослідженням протимінної стійкості багатоцільових тактичних автомобілів.

Таким чином, сьогодні переможцем у війні будуть ті, хто вчиться швидше. Саме тому в Україні та Ірані можна побачити справжній "майстер-клас" зі швидкої адаптації. А якщо говорити про впровадження нових зразків озброєнь та експлуатацію старих, то тактика на полі бою змінюється ледь не щотижня. “Практично жодна зброя ... яку колись виготовляли, сьогодні не використовується так, як було задумано”.

Березенський Р.В., канд. техн. наук, доцент
Задолинний В.А.
ВА (м. Одеса)

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасні бойові дії характеризуються високою інтенсивністю, маневреністю, розосередженням підрозділів, широким застосуванням безпілотних систем і високоточної зброї, що істотно підвищує вимоги до мобільності, живучості та автономності системи автотехнічного забезпечення. У таких умовах особливої актуальності набуває необхідність комплексного перегляду традиційних підходів до організації автотехнічного забезпечення та формування наукового підґрунтя для подальших змін. Надані тези мають постановочний характер і спрямовані на систематизацію ключових проблемних питань, що потребують подальших досліджень.

Одним із першочергових викликів є трансформація технічної розвідки та запровадження повноцінного ситуаційного контролю за силами і засобами автотехнічного забезпечення. Наявні підходи до збору інформації про технічний стан автомобільної техніки, її втрати та потреби у відновленні залишаються фрагментарними та значною мірою залежать від ручних процедур. Сучасні умови вимагають створення інтегрованого інформаційного середовища, здатного забезпечити безперервний моніторинг технічного стану техніки, оперативне отримання даних про пошкодження, контроль запасів матеріальних засобів і розташування ремонтних підрозділів, а також підтримку прийняття управлінських рішень у режимі реального часу. Особливого значення набуває використання безпілотних платформ і цифрових систем моніторингу, що формує передумови переходу до обслуговування техніки за її фактичним технічним станом.

Важливим проблемним напрямом є удосконалення системи евакуації пошкодженої автомобільної техніки. Підвищена загроза ураження шляхів евакуації, значна протяжність районів бойових дій і дефіцит спеціалізованих евакуаційних засобів вимагають формування багатоешелонованої системи евакуації, скорочення часу перебування пошкодженої техніки в небезпечних районах і підвищення узгодженості дій підрозділів технічної розвідки, евакуації та ремонту. Питання організації ефективної евакуації залишається одним із ключових факторів забезпечення технічної готовності парку автомобільної техніки.

Не менш важливою є проблема організації ремонту техніки в умовах постійної загрози ураження тилових об’єктів. Традиційна орієнтація на стаціонарні ремонтні бази втрачає ефективність, що актуалізує створення мобільних ремонтно-відновлювальних підрозділів модульного типу, здатних швидко змінювати райони розгортання та працювати автономно. Підвищення живучості системи автотехнічного забезпечення потребує розосередження ремонтної інфраструктури, застосування сучасних засобів маскування та інженерного захисту, а також удосконалення організації мобільності ремонтних засобів.

Подальшого наукового осмислення потребує трансформація системи технічного обслуговування автомобільної техніки. Існуюча планово-попереджувальна модель не повною мірою відповідає вимогам сучасної війни, що зумовлює необхідність переходу до обслуговування за технічним станом із використанням цифрових засобів моніторингу, телеметрії та прогнозної діагностики. Додатковим викликом є експлуатація різнорідного парку техніки, включаючи транспорт подвійного призначення, що потребує уніфікації підходів до його технічної підтримки.

Бенцало Л.С.
НАСВ

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОГРЕС ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

У ході російсько-Української війни та в повсякденній діяльності військово-медична служба (далі – ВМС) здійснює безперервний нагляд за особовим складом та надає їм допомогу, бере активну участь у підтриманні постійної боєздатності особового складу ЗС України. ВМС вносить вагомий внесок у забезпечення перемоги ЗС України над російською федерацією (далі – рф) та підтриманням високої боєздатності ЗС України

Аналіз та вивчення досвіду використання військово-медичного персоналу в ході війни рф проти України свідчить про те, що ефективність їх використання напряму залежить від їх теоретичних знань та практичних навиків надати першу медичну допомогу як собі, так і своєму побратиму. Для цього кожний медичний працівник перед тим як попасти у зону бойових дій повинен: вивчити досвід медичного забезпечення ЗС України і умови діяльності медичної служби у воєнний час; вміти аналізувати бойові умови та фактори, які діють на війська з метою ліквідації або попередження їх шкідливого впливу в інтересах охорони і зміцнення здоров'я особового складу ЗС України; готовити командирам рекомендації щодо створення раціональної, ефективної системи охорони здоров'я військовослужбовців відповідно до даного етапу розвитку медицини, військової справи; виявляти закономірності, що визначають принципові основи будівництва ВМС та організації медичного забезпечення військ (сил); визначати та реалізовувати найбільш ефективні форми і методи використання та способи управління силами і засобами ВМС в різних умовах бойової діяльності.

Головною метою ВМС є поєднання оптимальних сил та засобів медичної служби для ефективного виконання поставлених перед нею завдань, а також її відповідність соціальним, економічним та демографічним можливостям держави. При цьому ВМС повинні скористатись основними складовими телемедицини, а саме:

віддалені консультації, які використовуються для віддаленого обговорення медичних питань за допомогою відео- або аудіокомунікаційних засобів та забезпечують можливість консультацій з лікарем без потреби фізичної присутності пацієнта;

віддалений моніторинг стану пацієнтів, що передбачає застосування різноманітних медичних пристроїв та датчиків для збору та передачі життєво важливих показників стану пацієнтів та дозволяє лікарям отримувати реальні дані про здоров'я пацієнта без присутності у клініці;

електронні медичні записи, що забезпечують цифрове збереження та доступ до історії хвороб та медичної інформації пацієнтів, а також сприяють швидшому обміну інформацією між лікарями та поліпшують координацію надання медичних послуг.

Для ефективного виконання цих завдань військово-медичний персонал повинен ґрунтовно вивчати зміст воєнно-медичної підготовки в різних видах бойових дій та складних умовах, аналізувати та вміло використовувати досвід, набутий особовим складом щодо надання першої медичної допомоги як собі, так і своєму побратиму.

Швидке відновлення здоров'я постраждалих військовослужбовців ЗС України, інших силових структур та волонтерів, повернення їх до виконання обов'язків за призначенням, максимальне зниження показників інвалідності та смертності в умовах російсько-Української війни та екстремальних ситуацій силами і засобами тільки ВМС ЗС України без цивільної охорони здоров'я неможливе.

На час війни існуюча нормативно-правова база дає можливість тісної взаємодії цивільної системи надання медичної допомоги і систем медичного забезпечення військових формувань та створенню «єдиного медичного простору».

Білаш О.В., канд. екон. наук, доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Горчинський І.В.
НАСВ

ЗОВНІШНЯ ДИНАМІКА КУЛІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВІТРУ

Головними чинниками, які визначають рух кулі в повітрі, є її вага, сила лобового опору повітря, коріолісова сила і вітер. Величину лобового опору повітря рухові кулі описують функціональною залежністю, яка враховує масу і швидкість кулі, температуру повітря, атмосферний тиск, супутній (зустрічний) і бічний вітер та інші чинники. Оскільки величина лобового опору повітря суттєво залежить від типу швидкості кулі, то функціональна залежність це враховує. Вона має інші значення коефіцієнтів при русі кулі з надзвуковою, підзвуковою чи дозвуковою швидкостями. Величини цих коефіцієнтів визначають, розв'язуючи обернену задачу динаміки для кожного типу швидкості зокрема. Основою для оберненої задачі є Таблиці стрільб для певного типу зброї, які вказують залежність між кутом прицілювання та дальністю лету кулі за стандартними умовами стрільби.

Здійснюється порівняння визначених значень кінематичних параметрів руху кулі, отриманих на основі використаної математичної моделі, з наведеними в Таблицях стрільби. Вказано, що розбіжності між теоретичними і табличними значеннями дальності лету кулі, її тривалості руху, максимальною висотою траєкторії руху кулі є незначними. Це дає підставу стверджувати, що використана математична модель адекватно відображає динаміку кулі в повітрі.

У роботі досліджується вплив вітру на рух кулі. Пропонується супутній (зустрічний) вітер розкладати на дві складові: тангенціальну і нормальну. Тангенціальна складова скерована за швидкістю кулі або в протилежний бік. Вона впливає на величину лобового опору повітря. Нормальна складова вітру лежить у вертикальній площині і скерована перпендикулярно до напрямку швидкості кулі. Вона продукує силу, яка діє на бічну поверхню кулі. Вважається, що її величина прямо пропорційна густині повітря, площі повздовжнього перерізу кулі, нормальній складовій вітру, піднесеної до певного степеня.

Бічний вітер діє в горизонтальній площині на бічну поверхню кулі. Вважається, що сила тиску бічного вітру на кулю пропорційна густині повітря, площі її повздовжнього перерізу та різниці між бічними швидкостями кулі та вітру, піднесеної до певного степеня.

У переважній більшості наукових робіт по зовнішній балістики вважали, що на кулю діє балістичний вітер сталий по величині та напрямку. У цій роботі, під час дослідження впливу вітру на кінематичні параметри руху кулі, вважалось, що величина і напрямок вітру є змінними величинами.

Крім того, під дією бічного вітру куля здійснює аеродинамічний стрибок. Вказано, що його величина залежить від швидкості бічного вітру, температури повітря, швидкості кулі та атмосферного тиску. З метою підвищення точності стрільби зі стрілецької зброї необхідно враховувати аеродинамічний стрибок кулі.

У роботі визначається деривація кулі. Отримані значення величини деривації порівнюються з наведеними в інших працях. Вказано, що величина деривації для кулі ЛПС, випущеної з СВД, в різних джерелах має відмінні значення.

Переважно стрільба ведеться за нестандартних умов. Їх вплив на динаміку кулі, на основі використаної математичної моделі, визначається підставлянням величин нестандартних умов у відповідну систему диференціальних рівнянь або в початкові умови.

Білокопитов Б.В.
Баландін М.В., д-р філософії
Горбач М.П.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ДІЙ ВІЙСЬК

Наземні безпілотні системи сьогодні розглядаються як один із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасного озброєння та військової техніки. Їх значення зростає в умовах високої насиченості поля бою засобами ураження, мінної небезпеки, дії снайперів, ударних дронів і постійного спостереження з боку противника. Використання безпілотних наземних комплексів дозволяє зменшити ризик для особового складу під час виконання найбільш небезпечних завдань і забезпечити виконання окремих функцій у складній тактичній обстановці.

Перспективи розвитку безпілотних наземних комплексів безпосередньо пов’язані з розширенням спектра їх застосування. Якщо на початковому етапі вони переважно розглядалися як засіб транспортування вантажів або дистанційного спостереження, то сьогодні їх функціональні можливості суттєво зростають. Наземні безпілотні системи можуть виконувати логістичні завдання, проводити евакуацію поранених, здійснювати заходи інженерної підтримки, забезпечувати доставку боєприпасів, а також проводити заходи вогневої підтримки та ретрансляції зв’язку. У подальшому саме багатофункціональність і модульність стануть визначальними рисами таких систем.

Ключовим напрямом розвитку безпілотних наземних комплексів є підвищення їх прохідності, живучості та автономності. На відміну від авіаційних платформ, наземні комплекси функціонують у значно складнішому середовищі, де на рух впливають рельєф, ґрунт, руйнування, інженерні загородження, погодні умови та обмеженість огляду. Тому, перспективні системи повинні мати адаптивну ходову частину, ефективні сенсори орієнтування, системи виявлення перешкод, а також можливість напівавтономного або автономного руху за маршрутом. Важливим залишається і питання збереження стійкого зв’язку, особливо в забудові, лісистій місцевості та умовах радіоелектронної протидії.

Особливого значення набуває модульний принцип побудови наземних безпілотних систем. Єдина базова платформа, оснащена змінними функціональними модулями, дозволяє швидко пристосовувати комплекс до виконання конкретного завдання. Такий підхід дає змогу знизити витрати на експлуатацію, спростити технічне обслуговування та підвищити гнучкість застосування у підрозділах різного призначення.

Ще одним перспективним напрямом є організація взаємодії наземних безпілотних систем з іншими засобами безпілотного та традиційного компонентів. Найбільш ефективним бачиться комплексне застосування наземних платформ разом з авіаційними БпС, які можуть здійснювати розвідку маршруту руху, виявляти загрози, коригувати дії та забезпечувати інформаційну підтримку операторів.

Отже, перспективи розвитку безпілотних наземних комплексів визначаються їх багатофункціональністю, модульністю, автономністю, стійкістю до протидії та здатністю діяти у взаємодії з іншими безпілотними й штатними засобами. У майбутньому наземні безпілотні системи мають стати важливим елементом забезпечення дій військ, насамперед у тих завданнях, де необхідно мінімізувати ризик для особового складу та підвищити ефективність виконання бойових і спеціальних завдань.

Білокопитов Б.В.
НАСВ
Бородавка В.А., канд. техн. наук
Ушань В.М., канд. техн. наук
ВІТВ НТУ ХПІ

ЩОДО ВИМОГ ДО КОНСТРУКЦІЇ ГЛАДКОСТВОЛЬНОЇ ЗБРОЇ В ЯКОСТІ ОСОБИСТОЇ ДОДАТКОВОЇ ЗБРОЇ

На даному етапі ведення бойових дій загальновійськовими підрозділами гостро стає питання захисту особового складу, зразків озброєння і військової техніки від впливу розвідувальних і ударних безпілотних авіаційних систем тактичного призначення, прикриття малих груп під час висування на позиції, ротації особового складу, логістичного забезпечення.

Одним з основних засобів боротьби з ворожими безпілотними літальними апаратами (БпЛА) на системі FPV стало використання гладкоствольних рушниць. На початку це були двоствольні мисливські рушниці і магазинні помпові рушниці. Сьогодні це, в основному, цивільні магазинні напівавтоматичні системи 12х76 калібру під патрон типу «магнум», оснащені підствольними чи коробчастими магазинами. Основним недоліком цих систем є використання коротких стволів (в основному 47 см), що за умови використання дробових патронів в свою чергу зменшує ефективну дальність ураження цілі. При використанні в якості антидронового засобу потребує послідовного спорядження магазина набоями з різною ефективною дальністю ураження (45м – 30м – 10м).

В свою чергу, конструктивні рішення на основі цивільних боєприпасів 12х68, 12х70, 12х76 не дають змоги повисити ефективну дальність ураження БпЛА. Спираючись на досвід використання військовими підрозділами і поліцейськими підрозділами SWAT гладкоствольної зброї, досвід створення комбінованої зброї провідним країнами світу, одним

з шляхів вирішення даної проблеми є створення бойової гладкоствольної напівавтоматичної рушниці під спеціальний – військовий, більш потужний патрон калібру 12х76 або 12х89, з стволом, розрахованим на більш високий тиск, з довжиною 51–55 см, свердловки циліндр зі змінними чоками, оснащеної коробчастим або/та підствольним магазином, але з можливостю використання цивільних боєприпасів.

Використання більш потужного набою надасть можливість збільшити початкову швидкість польоту вражаючих елементів, їх кількість і якість за рахунок підвищення робочого тиску в канале ствола. Збільшений розмір набою надає можливість розширити номенклатуру боєприпасів, і використовувати набої різноманітного оснащення:

дробові набої для малої дистанції з ефективним розсіюванням на 10–15 м;

дробові набої для середньої дистанції з ефективною купчастістю на 35 м;

дробові набої для великої дистанції з ефективною купчастістю на 50 м;

картечні набої з сталевими і на основі вольфрамового сплаву вражаючі елементи, для ураження особового складу противника в засобах захисту та автотранспорту;

сегментні набої – в'язана картеч різної форми;

кулбові набої, оснащені важкими кулями з бронебійним осердям, для коротких відстаній, ефективною дальністю прицілювання до 50 м;

кульові набої, оснащені спеціально спроектованими підкаліберними кулями з прицільною дальністю до 150 м (кулі типу SUESTRE);

набої, оснащені осколковими калібернми гранатами (досвід створення комбінованої зброї США, Австралії, Південної Кореї);

пристрої для відстрілу надкаліберних гранат різноманітного оснащення.

Як варіант можливо розглянути бойову рушницю, оснащену коробчастим або підствольним магазином, з можливостю працювати в напівавтоматичному режимі і в режимі помпової рушниці, здатної використовувати як спеціальні військові, так і цивільні набої.

Використання коробчастих магазинів, барабанних магазинів на 20–30 набоїв, набоїв, споряджених кулею, спеціальною картеччю та гранатами, надасть можливість використання цих систем в якості штурмової/контрштурмової зброї. Варіант адаптації під живлення стрічкою, на основі пластикової стрічки з роз'ємною ланкою (виробляється під набої 7,62х54) може розглядатися як елемент системи активного захисту для боротьби з БпЛА тактичного рівня.

Бісик С.П., д-р техн. наук., професор
Наконечний О.М.
НУОУ

ПІДВИЩЕННЯ БАЛІСТИЧНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Сучасні бойові дії характеризуються широким застосуванням стрілецької зброї та бронебійних боєприпасів, що зумовлює необхідність підвищення рівня захищеності бойових броньованих машин (далі – ББМ). Одним із перспективних напрямів удосконалення бронезахисту є використання багатошарових конструкцій, які забезпечують ефективне поглинання енергії уражального елемента при мінімальному збільшенні маси конструкції.

Метою роботи є підвищення ефективності балістичного захисту бойових броньованих машин шляхом обґрунтування раціональної структури багатошарових захисних елементів на основі броньової сталі та алюмінієвих сплавів із використанням числового моделювання та експериментальної перевірки.

У роботі проведено експериментальні дослідження проникнення бронебійної кулі калібру 7,62 мм типу Б-32 у броньову сталь Armox 500 та алюмінієвий сплав 5083 H111. Для дослідження процесу пробиття використано метод скінченних елементів. Розроблена числова модель враховує фізико-механічні характеристики матеріалів, зокрема границю плинності, міцність, пластичні властивості та твердість. Геометрична модель включала сердечник кулі та багатошаровий захисний елемент розміром 300×300 мм.

Верифікація числової моделі виконувалась шляхом порівняння результатів моделювання з експериментальними даними. Встановлено, що максимальна відносна похибка становить до 7% для броньової сталі та до 8% для алюмінієвого сплаву, що підтверджує адекватність розробленої моделі.

За результатами параметричних досліджень встановлено, що збільшення границі плинності броньової сталі призводить до зменшення глибини проникнення кулі, тоді як для алюмінієвого сплаву після досягнення рівня 300–350 МПа ефект зниження проникнення стає незначним. Це свідчить про доцільність оптимізації механічних характеристик алюмінієвих матеріалів з урахуванням масових та економічних показників.

Досліджено шість варіантів багатошарових захисних конструкцій. Встановлено, що найбільш ефективною є конфігурація, у якій лицьовий шар виконано з броньової сталі, а підкладку з алюмінієвого сплаву. Така структура забезпечує руйнування та сповільнення сердечника кулі на початковому етапі взаємодії, а також додаткове поглинання енергії за рахунок пластичної деформації алюмінієвого шару. Використання алюмінієвого сплаву як лицьового шару виявилось неефективним через недостатній рівень руйнування сердечника кулі.

Отримані результати підтверджують перспективність застосування комбінованих багатошарових конструкцій для підвищення рівня протикульового захисту броньованих автомобілів, без суттєвого збільшення їх маси та габаритів. Практична значущість роботи полягає у можливості використання результатів під час модернізації існуючих зразків бронетехніки та створення нових систем захисту.

Богун В.А.
Котов Д.О., д-р філософії
ВА (м. Одеса)

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Боєздатність підрозділів визначається рівнем технічної готовності автомобільного парку. Відновлення техніки є невід'ємним елементом підтримання боєздатності з'єднань і частин. В умовах інтенсивних бойових дій пріоритетом залишається якнайшвидше повернення техніки до строю силами ремонтних підрозділів.

Основні методи оцінювання технічного стану:

- діагностичний моніторинг – виявлення дефектів у ході щоденних перевірок та регламентного ТО;

- аналіз технічних характеристик – оцінювання відхилень у роботі вузлів (шуми, вібрація, тиск);

- облік умов використання – коригування міжремонтних інтервалів з урахуванням бойового навантаження.

Напрями скорочення витрат на утримання техніки:

- профілактичне обслуговування – виконання планових регламентів ТО запобігає дорогому відновлювальному ремонту;

- агрегатний метод – обмінний фонд заздалегідь відремонтованих вузлів скорочує час простою техніки;

- відновлення деталей замість заміни – власна ремонтна база дозволяє уникнути закупівлі нових запчастин;

- підвищення фахової майстерності – систематична підготовка водіїв знижує кількість позапланових відмов.

Визначальним чинником зміни технічного стану вузлів є знос. Про стан агрегату судять за відхиленням експлуатаційних показників від нормативних. Режим роботи агрегатів, умови експлуатації (дорожнє покриття, клімат, навантаження) суттєво впливають на динаміку зносу. За належних умов та дотримання регламентів своєчасний поточний ремонт дозволяє суттєво зменшити витрати на підтримання техніки.

Ресурсозбереження потребує систематичного обліку. Запровадження цифрових інструментів контролю за витратою запасних частин і якістю ремонтних робіт є необхідною умовою ефективного управління технічним забезпеченням.

Лише комплексний і системний підхід до профілактики, діагностики та відновлення техніки здатний забезпечити максимальну бойову готовність підрозділів в умовах обмеженого ресурсного забезпечення. Перспективами подальших досліджень є розроблення кількісних критеріїв оцінки ефективності запропонованих заходів та їх апробація в умовах реальної експлуатації.

Бокачов С.В.
Циганков П.М.
Варванець Ю.В.
НАСВ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ВІД УДАРІВ БпЛА

Для захисту особового складу і ОВТ підрозділу від БпЛА сьогодні використовують багато способів, як активних, так і пасивних. Одним з активних способів є комбінація із стаціонарних установок РЕБ (як правило, одна установка РЕБ прикриває позиції двох одиниць ОВТ, розташованих на відстані до 200 метрів) і дій протидронових груп. Установка РЕБ включається лише під час стрільби, коли здійснюється наліт БпЛА противника на позицію.

Протидронові групи для знищення БпЛА зазвичай складаються з 4-х солдатів, які озброєні протидроновими рушницями, кулеметами та помповими дробовиками 12 калібру з

картеччю. Зазвичай два солдати зупиняють рух БпЛА протидроновими рушницями, інші два – ведуть вогонь: з кулеметів з коліматорними прицілами (вночі з тепловізійними) по БпЛА типа «Мавик», що летять відносно високо, з дробовиків – по FPV-дронам, що летять відносно низько. Для прикриття від ударних БпЛА груп військовослужбовців, які переміщуються пішки, або поодиноких зразків ОВТ, одночасно використовуються дробовики і переносні засоби РЕБ.

Противник намагається активно уражати позиції, з яких ведеться стрільба по БпЛА. Тобто після обстрілу дронів з рушниць на точку, звідки вівся вогонь, відправляються БпЛА противника або спрямовується вогонь його артилерії. Тому поруч з місцем розташування протидронової групи потрібно мати бліндаж, де група може укритися після стрільби по БпЛА, або мати рухомі засоби, щоб швидко залишити його.

Сьогодні засоби РЕБ і протидронові групи є практично у кожному підрозділі, що діють в тому самому ж районі, тому виникає необхідність централізації управлівння засобами РЕБ і організація взаємодії, інакше засоби РЕБ або групи будуть подавляти та уражати свої ж БпЛА.

Одною з проблем при організації взаємодії під час боротьби з БпЛА противника є велика кількість різних підрозділів. У відносно невеликому районі можуть знаходитися також підрозділи різного підпорядкування, які діють незалежно один від одного. Уникнення ураження і подавлення своїх дронів вирішується визначенням вільних «коридорів БпЛА», на жаль, часто вони створюються не в процесі планування. Передові підрозділи можуть використовувати засоби РЕБ на свій розсуд і без повідомлення підрозділів БпЛА, а при проведенні ротацій особового складу і переміщенні техніки використовувати протидронові рушниці методом прочісування неба, навіть якщо БпЛА противника не виявлено.

У таких умовах у багатьох випадках розрахунок БпЛА, який прибув для виконання завдання, витрачає час на те, щоб зрозуміти, де свої підрозділи використовують РЕБ. Виникає необхідність при зміні підрозділів на позиціях передавати дані про радіочастотну обстановку і застосування засобів РЕБ за аналогією з передаванням карт мінних полів, тому що нерідко засоби РЕБ, що знаходяться на позиціях, налаштовані під ті частоти, що використовує противник лише на даному напрямку. Проблемою боротьби з БпЛА противника часто є відсутність єдиної системи оповіщення, особливо переліку орієнтирів, відносно яких підрозділи, що знаходяться в районі дій БпЛА противника, можуть сповіщати інші підрозділи про виявлення БпЛА і напрямки їх руху.

Таким чином, вирішуючи проблему організації взаємодії засобів РЕБ і засобів ураження БПЛА противника, а також покращивши оповіщення і цілевказання, можно значно підвищити захист особового складу і техніки підрозділів, а також посилити протидію БпЛА противника.

Бологін А.С., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
ДНДІА

МЕТОД ОЦІНКИ ЗАПАСУ МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРИ БОЙОВИХ УРАЖЕННЯХ

Бойова живучість військової техніки значною мірою визначається здатністю силових елементів її конструкції зберігати працездатність після виникнення локальних пошкоджень. Під час експлуатації в умовах бойових дій елементи конструкції зазнають пошкоджень від куль, снарядів, ударної хвилі, уламків боєприпасів або інших факторів бойового впливу, що призводить до утворення дефектів у силовому наборі. Виникає необхідність прийняття рішення щодо відновлення та можливості подальшої експлуатації. За таких умов особливого значення набуває оцінювання напружено-деформованого стану конструкції та визначення залишкової міцності її елементів.

Об’єктом дослідження є силова конструкція хвостової балки вертольота, яка сприймає згинальні, поперечні та крутні навантаження під час польоту. Конструкція складається з панелей обшивки і стрингерів, які формують просторову силову систему та забезпечують сприйняття основних експлуатаційних навантажень.

Оцінювання напруженого стану виконано методом скінченних елементів. Геометричну модель конструкції сформовано на основі конструкторської документації з подальшою дискретизацією просторовою скінченно-елементною сіткою. До моделі прикладалися основні силові фактори, характерні для експлуатаційних режимів польоту: згинальний момент, поперечна сила та крутний момент. Для моделювання бойових пошкоджень використано ідеалізовані дефекти геометрично правильної форми, що дозволяє оцінити вплив концентрації напружень на несучу здатність конструкції.

Результати розрахунку напружено-деформованого стану подано у вигляді розподілу еквівалентних напружень за критерієм Мізеса, який застосовують для визначення пластичних властивостей матеріалу та ймовірності його руйнування. Аналіз показує, що напруження в конструкції розподілені нерівномірно. Найбільші значення напружень локалізуються у зонах стикування обшивки з елементами силового набору, а також у точках кріплення конструктивних вузлів, де виникають природні концентратори напруг. При цьому найбільші значення еквівалентних напружень не перевищують межу текучості матеріалу, що говорить про те, що конструкція має достатній запас міцності під час нормальної експлуатації.

Моделювання бойових пошкоджень показало, що дефекти, які затронули лише обшивку, призводять до локального зростання напружень, але не ведуть до значної втрати міцності. У цьому випадку відбувається перерозподіл силових потоків між сусідніми елементами силового набору. Інша ситуація виникає при пошкодженні, яке одночасно порушує цілісність обшивки та стрингера. У таких умовах спостерігається різке зростання локальних напружень, що виникає через зміну шляху, по якому передаються внутрішні сили. Найбільш небезпечними є пошкодження з гострими кутами, оскільки вони створюють великі концентратори напружень, які можуть призвести до локального руйнування.

Розроблений метод дозволяє визначити, як змінюється міцність елементів конструкції після пошкодження. Він поєднує моделювання напружено-деформованого стану пошкоджених елементів, враховуючи зміну їх геометрії та властивостей матеріалу. За результатами розрахунку залишкової міцності та ресурсу метод визначає можливість відновлення та подальшого практичного застосування виробу військової техніки до виконання завдань за призначенням.

Бондарук А.Б., канд. техн. наук
Радзіковський С.А.
Колесник В.О.
НАСВ

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ЗАСОБІВ РЕБ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БРОНЕТЕХНІКИ

Сучасна загроза від FPV-дронів та баражуючих боєприпасів робить пасивне бронювання недостатнім, що вимагає переходу до ешелонованого захисту через поєднання засобів радіоелекторонної боротьби (РЕБ) та комплексу активного захисту (КАЗ). Ключовим викликом є синхронізація цих систем для створення надійного “купола”, здатного нейтралізувати загрози на різних етапах підльоту. Метою роботи є використання імітаційного моделювання для обґрунтування оптимальних параметрів такої інтегрованої системи та оцінки її ефективності без проведення високовартісних випробувань.

В основу дослідження покладено побудову імітаційної моделі багатосферного захисту бронеоб’єкта, яка відтворює фізичні процеси протидії високоточним засобам ураження. Модель базується на принципі ешелонування: перший ешелон представлений адаптивною системою РЕБ, що генерує загороджувальні та прицільні перешкоди у широкому діапазоні частот для нейтралізації каналів телеметрії та GPS-навігації безпілотників. Другий ешелон складається з КАЗ, який за допомогою радіолокаційних сенсорів виявляє загрози, що подолали зону дії РЕБ (зокрема дрони з автономними алгоритмами донаведення), та знищує їх на безпечній відстані спрямованим вибухом або контрбоєприпасом.

Застосування імітаційного моделювання дозволяє глибоко проаналізувати динаміку взаємодії цих систем у критичних ситуаціях. По-перше, оцінюється ймовірність подолання “електронного купола” дронами-камікадзе залежно від інтенсивності завад та наявності у ворога систем перескоку частот. По-друге, моделюється робота КАЗ у режимі відбиття групових атак (роїв), що дозволяє визначити ліміти швидкодії системи та кількість одночасних цілей, які вона здатна нейтралізувати без ризику вичерпання боєкомплекту. Особлива увага приділяється захисту найбільш вразливих зон – верхньої півсфери та кормової частини танка.

Одним із найбільш значущих результатів імітаційного моделювання є детальна візуалізація та аналіз проблеми електромагнітної несумісності бортового обладнання. Моделювання наочно демонструє критичні сценарії, за яких інтенсивне випромінювання генераторів завад РЕБ “засліплює” високочутливі радіолокаційні станції власного комплексу активного захисту, що фактично робить машину беззахисною проти автономних засобів ураження. Використання цифрових двійників дозволяє ще на етапі проєктування виявити ці конфліктні частотні діапазони та розробити складні алгоритми адаптивної синхронізації. Це включає динамічне керування часовими інтервалами роботи систем та селективне фільтрування сигналів, що забезпечує безперебійне функціонування обох контурів оборони як єдиного захисного організму. Завдяки такому комплексному підходу результати дослідження дають можливість науково обґрунтувати зміну парадигми захисту бронетехніки: перехід від екстенсивного нарощування пасивної фізичної броні до створення інтелектуальних інтегрованих систем ешелонованої оборони. Це дозволяє не лише

ефективно нейтралізувати сучасні загрози, такі як FPV-дрони чи баражуючі боєприпаси, а й зберегти мобільність машини, що є критично важливим для виживання та виконання бойових завдань у мозаїчних умовах сучасного технологічного протистояння.

Імітаційне моделювання підтверджує, що виживання техніки залежить від створення інтегрованих систем захисту, здатних нейтралізувати як керовані, так і автономні загрози. Доведено, що лише програмна синхронізація РЕБ та КАЗ усуває електромагнітні конфлікти та гарантує надійність “захисного купола”. За результатами роботи пропонується впровадити алгоритми частотної сумісності у вимоги до проєктування нових зразків ОВТ. Це дозволить у межах DOTMLPF-P змістити акцент із маси броні (Materiel) на інтелектуальну захищеність та нову тактику (Doctrine), що є критичним для протидії масованим атакам дронів-камікадзе.

Бородавка В.А., канд. техн. наук, доцент
Буряк Є.П.
Гречіхін А.О.
ВІТВ НТУ «ХПІ»
Ковба М.В., PhD
НАСВ

ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД З ПІДГОТОВКИ ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖУ У СУЧАСНИХ УМОВАХ З ВИКОРИСТАННЯМ VR-ОКУЛЯРІВ І ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА

В умовах стрімкого розвитку військових технологій та постійних змін у сучасних збройних конфліктах особливої актуальності набуває прискорена та в той же час якісна підготовка екіпажів бойових машин. Впровадження новітніх тренажерних платформ на базі віртуальної реальності (VR) дозволяє значно розширити можливості навчання, підвищити ефективність засвоєння матеріалу, безпеку та мотивацію особового складу. Одним із новітніх інструментів підготовки є використання VR-окулярів у поєднанні з програмним забезпеченням для тренування первинних навичок водіння. Метою використання VR-окулярів в освітньому процесі є формування у курсантів знань конструкції (розміщення елементів систем машини, послідовності підготовки і запуску машини), надбання стійких практичних навиків керування машиною в умовах, максимально наближених до реальних. Проведений експеримент з використання VR-окулярів під час вивчення новітніх зразків техніки в поєднанні з динамічним тренажером машини з послідовним переходом до тренування виконання операцій на реальних зразках техніки дозволило забезпечити глибоке опрацювання алгоритмів дій під час водіння, відпрацювати складні сценарії та підвищити якість тактичної та технічної підготовки екіпажу.

Основні переваги використання VR-технологій:

безпека навчання: (віртуальна реальність унеможливлює травмування особового складу, пошкодження техніки чи порушення безпеки на автодромі);

мультифункціональність програмного середовища (ПО дозволяє змінювати сценарії);

динамічне оцінювання (програмне забезпечення фіксує всі дії та помилки курсанта, дозволяючи аналізувати результати тренування та будувати індивідуальні траєкторії навчання);

зниження витрат (відпрацювання навичок у VR не потребує використання пального, витратних матеріалів чи справної техніки, що суттєво оптимізує ресурси в процесі підготовки);

психологічна адаптація (віртуальні тренування допомагають знизити стрес під час реального водіння, моделюючи екстремальні та бойові ситуації без ризику для життя та техніки).

Основні етапи проведення заняття:

1. Ознайомлення з технікою і програмним середовищем.
2. Початкове занурення у VR-середовище.
3. Відпрацювання стандартних і надзвичайних ситуацій.
4. Аналіз результатів і зворотний зв’язок.

Використання VR-окулярів у поєднанні з програмним середовищем для підготовки водіїв (механіків-водіїв) дозволяє суттєво підвищити якість навчання, зробити його безпечним, технологічним і цікавим для сучасного навчаємого. Такий формат занять забезпечує глибоке засвоєння матеріалу, оптимізує витрати часу і ресурсів, а також створює умови для формування мобільних, мотивованих і висококваліфікованих екіпажів.

Масове впровадження VR-технологій у процес бойової підготовки дозволить суттєво підвищити рівень професійної майстерності особового складу, пришвидшити адаптацію до нових зразків техніки та забезпечити перевагу у сучасних умовах ведення бойових дій.

Борщ В.В.
Якимович О.О.
Шабанова О.В., канд. екон. наук
ДНДІ ВС ОВТ

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ФОТОФІКСАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИПРОБУВАНЬ

Сучасні наукові дослідження, зокрема випробування дослідних зразків, неможливо уявити без проведення об’єктивної оцінки всіх процесів під час проведення експерименту. Отримані високоякісні зображення дозволяють проводити документування, поглиблений аналіз процесів та об’єктів, вимірювання тощо.

Проте швидкоплинність та неповторюваність експериментів, вплив освітлення та природних явищ, можливість здійснення обмеженої кількості фотознімків за певний період часу та технічні характеристики фотоапаратури визначають підвищені вимоги до налаштувань фототехніки та можливостей оброблення фотографії.

Еволюція цифрових фотоапаратів пройшла шлях від перших матриць CCD (Charge-Coupled Device) 1970-х років до сучасних CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) – матриць з технологіями зворотного підсвічування BSI (Backside Illumination) та багатошарових сенсорів, на яких фотодіоди та електронні схеми зчитування розміщені на окремих шарах. Незважаючи на покращення характеристик у вигляді високої роздільної здатності, світлочутливості та зменшеного рівня шумів, виробники фотокамер стикаються з фізичними обмеженнями, зумовленими матеріальними властивостями сенсорів і технологічними межами оптики.

У роботі розглянуто можливості покращення якості візуалізації досліджуваних процесів при використанні наявного парку фотоапаратури.

У ході досліджень було комплексно розглянуто варіанти покращення зображення через розширення динамічного діапазону як за допомогою налаштувань камери, так і за допомогою використання методів пост-обробки в графічних редакторах.

Розглянуто проблему фізичних обмежень одноразової експозиції та запропоновано шляхи вирішення за допомогою розширення динамічного діапазону. Оптимальним рішенням, на думку авторів, є подолання обмежень за допомогою методу імітації HDR-зйомки та (або) за допомогою технологій покращення зображення, що розроблені провідними виробниками фототехніки.

Проведено порівняння апаратних і програмних методів покращення зображення з урахуванням переваг і недоліків форматів збереження файлів RAW та JPEG. За результатами дослідження запропоновано методи обробки фотографій, які мінімізують брак і надають можливість реконструкції первинних даних. Вибір методу зйомки та обробки необхідно визначати залежно від умов зйомки та вимог, які висуваються до досліджень.

Вивчення і апробація перспективних методів покращення зображення як за допомогою внутрішньокамерних технологій, так і сучасного ПЗ для роботи з RAW-файлами і растровими форматами дозволить розширити можливості наявних засобів фотореєстрації та покращити якість візуалізації досліджуваних процесів без необхідності оновлення (закупівлі) нового фотообладнання. Це, в свою чергу, мінімізує ризики отримання технічного браку в процесі наукової фотографічної діяльності.

Брянкін С.С., PhD
Скиба О.В.
Подчерніна В.О.
ДНДІ ВС ОВТ
Брянкін О.С., PhD
ВІТВ НТУ “ХПІ”

МЕТАЛЕВІ ЗАХИСНІ СІТКИ У СИСТЕМІ ПАСИВНОЇ ПРОТИДІЇ БПЛА З КЕРУВАННЯМ ПО ВОЛЗ

Масове застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у сучасних бойових діях істотно вплинуло на характер збройної боротьби та зумовило підвищення вимог до захисту озброєння, військової (спеціальної) техніки й інженерних позицій. Особливу загрозу становлять БпЛА з керуванням по волоконно-оптичних лініях зв’язку (ВОЛЗ), використання яких унеможливлює ефективне застосування засобів радіоелектронної боротьби через відсутність радіоканалу управління.

За таких умов зростає значення пасивних заходів протидії, реалізація яких не пов’язана з впливом на канали управління БпЛА та ґрунтується на створенні фізичних перешкод на траєкторії їх руху. До найбільш поширених засобів цього типу належать металеві захисні сітки, що застосовуються для прикриття техніки, позицій і об’єктів інфраструктури.

Ефективність металевих сіток визначається їх здатністю забезпечувати механічне перехоплення БпЛА, порушення стійкості їх польоту, пошкодження конструктивних елементів, а також ініціювання підриву бойової частини на віддаленні від об’єкта захисту. Застосування таких конструкцій є доцільним незалежно від способу управління безпілотним апаратом, що визначає їх ефективність у протидії БпЛА з керуванням по ВОЛЗ.

Результативність застосування металевих сіток визначається сукупністю конструктивних і просторових параметрів. До ключових належать діаметр дроту, розмір чарунок, жорсткість

каркасної конструкції та відстань між сіткою й об’єктом захисту. Недостатній зазор або надмірна жорсткість кріплення можуть призводити до передачі частини вибухового навантаження на об’єкт, що знижує ефективність захисту. Раціональне просторове розміщення сітки сприяє зменшенню впливу вибухових і уламкових факторів ураження.

Поряд із цим застосування металевих сіток супроводжується низкою обмежень. Збільшення масогабаритних характеристик конструкцій може негативно впливати на мобільність техніки та ускладнювати її експлуатацію. У разі нераціонального проєктування можливе обмеження доступу до елементів технічного обслуговування. Крім того, під дією ударних і вибухових навантажень сітчасті конструкції деформуються, втрачають геометричну стабільність і частково свої захисні властивості, що зумовлює необхідність їх періодичного відновлення або заміни.

Таким чином, металеві захисні сітки доцільно розглядати як складову комплексної системи інженерного захисту, ефективність якої визначається обґрунтованим вибором конструктивних параметрів, умовами застосування та поєднанням з іншими засобами протидії.

Бурак А.В.
Дудніченко А.А.
ВІТВ НТУ “ХПІ”

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОГО ІНДИВІДУАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ ЗІП ТАНКА

Ефективність застосування танкових підрозділів у сучасних високоінтенсивних конфліктах визначається не лише вогневою потужністю та бронезахистом машин, а й показником їхньої технічної готовності. В умовах динамічного бою, широкого застосування БпЛА та засобів дистанційного мінування танки часто зазнають пошкоджень, які не призводять до повної втрати боєздатності, але потребують негайного усунення. Ключову роль у підтримці живучості машини безпосередньо на полі бою або в “сірій зоні” відіграє екіпаж. Можливість проведення поточного ремонту власними силами критично залежить від складу та якості індивідуального комплекту запасних частин, інструментів і приладдя (ЗІП-О). Оптимізація цього комплекту на основі реального бойового досвіду дозволяє значно скоротити час відновлення техніки та зберегти життя особового складу.

Отже, технічне обслуговування танка має перейти з пасивного ремонту у «розвідку стану». Для цього потрібен цифровий контроль, механізація і легкі автономні інструменти. Попередні розрахунки свідчать: механізація трьох операцій (натягування гусениці, мастильні роботи, демонтаж зовнішніх елементів) дає 30 – 40% економії часу. Досвід бойових дій свідчить про високу частоту пошкоджень зовнішнього обладнання (прицілів, приладів спостереження, елементів динамічного захисту, антен, паливної та гідравлічної систем) уламками снарядів та скидами з дронів. Стандартні комплекти ЗІП часто не містять достатньої кількості елементів для швидкого відновлення саме цих вузлів. Саме це, на думку авторів, обумовлює актуальність дослідження. Невідповідність нормативних стандартів реаліям: більшість чинних норм комплектування ЗІП базуються на радянських стандартах або розрахунках для мирного часу, які не враховують інтенсивність сучасного вогневого впливу та специфіку експлуатації техніки (наприклад, роботу в умовах постійного запилення або використання неякісного палива в польових умовах).

Оновлений індивідуальний комплект ЗІП танка повинен забезпечувати екіпаж усім необхідним для автономного виконання поточних ремонтів у польових умовах. Ключовим рішенням стало впровадження сабельної пилки як основного ріжучого інструменту замість іскроутворюючої УШМ, а також уніфікація всіх джерел живлення. Це радикально підвищує безпеку та ремонтопридатність танка Т-64 і потенційно може бути застосовано до техніки інших типів. Як основний напрям модернізації автори розглядають механізацію ремонтних робіт, цифрову діагностику, уніфікацію стандартів живлення.

Розроблений комплект ЗІП нового покоління дає змогу екіпажу без зовнішньої допомоги виконувати до 80% типових ремонтів.

Вайда І.Р.
НАСВ

ШЛЯХ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Сучасний військовий автомобіль не відповідає своїй назві «саморухомий». Досвід сучасних бойових дій показує, що традиційна, як правило, консервативна конструкція повинна змінитися, щоб відповідати назві. Це деякою мірою реалізовано для цивільних автомобілів, проте для військових вимагатиме значних капіталовкладень. Залучення системи автономного керування, сенсорних технологій та спеціалізованих шасі можуть перетворити автомобілі на наземні роботизовані комплекси (НРК) за значно менші кошти. Це дозволяє перетворити традиційний транспортний засіб на платформу, здатну виконувати логістичні, бойові чи інженерні завдання на безпечній дистанції без безпосередньої участі людини.

Процес переходу автомобіля до НРК залежить від багатьох факторів. Першим із них є автоматизація керування, яка вимагає встановлення систем автономного водіння, які включають GPS, лідари, камери та інерційні датчики навігації. Розробка та впровадження алгоритмів штучного інтелекту, які забезпечують ухвалення рішень у реальному часі, враховуючи перешкоди та дорожні умови, є другочерговим завданням. Третьочерговим завданням є створення резервних каналів керування. Ці канали дозволяють операторам дистанційно керувати в складних ситуаціях, особливо під час бойових дій.

Другим аспектом є зміна конструкції автомобіля. Це стосується в першу чергу шасі та трансмісії, щоб вони могли рухатися по складному рельєфу та бути стійкими до мінно-артилерійських уражень. Другим аспектом є енергетичні системи автомобіля. Це вимагає переходу на гібридні або електричні системи для зменшення теплової та акустичної помітності, а також забезпечення модульності компонентів автомобіля для забезпечення можливості швидкої заміни кузова чи надбудови залежно від завдання (логістичного, евакуаційного, бойового).

Третім елементом є те, що сенсорні та комунікаційні системи повинні бути інтегровані в єдину систему керування. Це передбачає включення комплексів сенсорів, таких як тепловізори, камери нічного бачення та акустичні сенсори. Крім того, необхідно розробити та впровадити систему розпізнавання об’єктів, яка може автоматично визначати цілі, перешкоди та маршрути, а також створити захищені канали зв’язку за допомогою різноманітних криптографічних протоколів для передачі даних між НРК та командним пунктом.

Четвертим аспектом є необхідність функціональної адаптації, зокрема забезпечення логістичних завдань, таких як транспортування боєприпасів, евакуація поранених, інженерних робіт, таких як розмінування, встановлення перепон і будівельні операції, а також виконання бойового застосування, такого як підтримка піхоти та доставка вантажів під обстрілами.

Існують проблеми та ризики, пов'язані з цим шляхом трансформації. Найважливішими з них є висока вартість модернізації, яка вимагає значних інвестицій через необхідність інтеграції сенсорів і систем зі штучним інтелектом; можливість появи кіберзагроз, які можуть виникнути через перехоплення керування чи глушіння сигналів; і зростання складності технічного обслуговування через потребу в спеціалізованих фахівцях, які здійснюватимуть налаштування та ремонт.

Таким чином, перехід автомобіля до НРК є багатоетапним процесом, який включає автоматизацію керування, функціональну спеціалізацію, інтеграцію сенсорів і конструктивну адаптацію. Рішення, подібні до українського логістичного комплексу «BRO-1409», підтверджують реальність і перспективність цього напряму розвитку оборонних технологій.

Варванець Ю.В.
Антонов Г.А.
Федоров О.Ю.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИМИ ШТУРМОВИМИ ГРУПАМИ ПРОТИВНИКА ТАКТИКИ "ТИСЯЧІ ПОРІЗІВ"

Тактика «тисячі порізів» – це наступальна тактика, що передбачає систематичне виснаження оборони шляхом серій дрібних, короткочасних і багатовекторних дій, противник не використовує рішучих, потужних дій, а поступово виснажує сили оборони через невеликі, але постійні атаки на широкому фронті малими штурмовими групами або тиск на передній край та тили без переходу у класичний масований штурм, створюючи умови для охоплення противника з різних сторін та перерізання його логістики, змушуючи оборонятися протягом тривалого часу.

У сучасному військовому контексті «тактика тисячі порізів» означає:

виснаження ресурсів – противник завдає невеликих, але численних ударів, які вимагають постійних витрат на оборону;

виснаження сил оборони – поступово послаблюються сили оборони, які не можуть відпочити та відновитися;

затягування конфлікту – мета полягає в тому, щоб уникнути рішучого зіткнення, але змусити до довготривалої оборони, що призводить до виснаження ресурсів та волі.

Основні принципи тактики «тисячі порізів»:

малі штурмові групи діють як самостійні бойові одиниці;

безперервність атак, на відміну від класичних великих штурмів;

значна перевага в чисельності особового складу армії рф дозволяє ефективно використовувати цю перевагу, буквально «засипаючи» позиції наших сил піхотою;

атаки малими групами, як правило, супроводжуються потужними артилерійськими обстрілами та застосуванням тактичної авіації.

Ключові характеристики тактики «тисячі порізів»:

малі штурмові групи (основна ударна сила складається з невеликих мобільних груп, які можуть діяти автономно);

широкий фронт (атаки відбуваються одночасно на значній частині фронту, що ускладнює оборону та концентрацію сил);

просочування та охоплення, намагання зайняти ключові позиції та створити загрозу оточення);

виснаження оборони, що, в свою чергу, виснажує ресурси та моральний стан;

поступове захоплення території, просування вперед.

Мета тактики «тисячі порізів»:

перерізання логістики;

охоплення агломерацій – поступово оточуючи їх;

створення умов для наступу (застосування тактики «тисячі порізів» може бути підготовчим етапом для більш масштабного наступу).

Таким чином, противник намагається зруйнувати нашу оборону спробами завдати втрат, дестабілізувати систему управління, ускладнити оперативне управління обороною, маючи на меті досягти загального падіння фронту.

Варламова І.Є.
ВІКНУ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ШТАТНИХ ЗАСОБІВ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК У ВИСОКОДИНАМІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ КОНТРНАСТУПАЛЬНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Маневреність техніки та висока швидкість руху є визначальним показником у веденні стрімких наступальних дій або здійсненні контрнаступу. Досвід здійснення операції на Харківському напрямку 2022 року став новітнім та визначальним для перегляду тактики застосування штатних засобів вогневого ураження механізованих військ. Уроки та досвід управління підрозділами та вміле застосування наявних технічних засобів і досі використовують для планування дій. Події були стрімкими, розгортатися потрібно було дуже швидко – від техніки вимагалася висока маневреність, мобільність, здатність до автономної роботи, вогнева потужність.

Планування бою було дуже грамотним та продуманим. Був чітко визначений порядок знищення ворога, надана ефективна вогнева підтримка, визначені цілі (попередньо перед наступом на уточнені під час руху), розподілені вогневі завдання та виділена достатня кількість вогневих засобів для ведення вогню прямою наводкою. Основними одиницями озброєння у Харківській контрнаступальній операції стали БМП-2 та БТР-4, які стали основними засобами вогневої підтримки в умовах рейдових дій. Швидкострільність та маневреність вогню стали одними з визначальних факторів успіху. 30-мм автоматичні гармати, наприклад, 2А42 або КБА-1, разом із швидким пересуванням на механічних транспортних засобах продемонстрували високу ефективність при знищенні ворожих вогневих точок в урбанізованій та лісистій місцевості. Якщо говорити про дальній бій,

ефективним стало використання мобільних протитанкових засобів. Наприклад, штатні ПТРК «Корсар» та «Стугуна-П» встановлювали на висококомбіновані шасі, що дозволило вражати та знищувати бронетехніку ворога на відстані, яка була більша за радіус дії танкового вогню ворога. За допомогою системи ситуаційної обізнаності DELTA переміщення техніки та підрозділів відслідковувалося командирами в умовах реального часу, що, в поєднанні із сучасними засобами зв'язку дозволило координувати та зосереджувати вогонь у динамічному середовищі, де лінія фронту постійно та швидко змінювалася. Також застосовувалися нові зразки озброєння НАТО, які надали партнери, наприклад, Leopard-2, Bradley M2A2, Marder. Це дало змогу протестувати застосування новітнього озброєння на базі системи DELTA, координуючи дії вже з старими одиницями радянської техніки, що забезпечило раптовість та високу ефективність наступальних дій.

У високодинамічних операціях вирішальне значення має швидкість розгортання та точність управління вогнем, його корегування в умовах швидкої зміни обстановки, через цифрові канали зв'язку. На перспективу важливим є дослідження варіанта модернізації штатних засобів ураження шляхом інтеграції до них автоматизованих систем цілевказання, що значно зменшить час від виявлення об'єкта ураження (цілі) до моменту його знищення.

Веретнов А.О., канд. техн. наук
Папян Б.П.
Чеченкова О.Л.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ВИСОКОІНТЕНСИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ І ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Сучасний етап розвитку збройної боротьби характеризується переходом до високоінтенсивних, багатодоменних операцій, у яких ключову роль відіграють швидкість маневру, стійкість логістичних систем та адаптивність військових технічних засобів до динамічних умов застосування. У цьому контексті військова автомобільна техніка (ВАТ) Збройних Сил України розглядається як базовий елемент забезпечення мобільності військ, матеріально-технічного забезпечення та функціонування системи відновлення озброєння і військової техніки.

Аналіз експлуатації ВАТ у ході бойових дій на території України у 2022–2024 роках дозволяє визначити ряд системних проблем, що безпосередньо впливають на ефективність застосування. До них належать: обмежена стійкість до ураження високоточними засобами та баражуючими боєприпасами; інтенсивне зростання відмов силових установок, вузлів і агрегатів внаслідок перевантажень; недостатній рівень інформаційної підтримки процесів технічного обслуговування; фрагментарність системи збору та аналізу експлуатаційних даних. Водночас позитивні результати досягнуто за рахунок використання зразків ВАТ іноземного виробництва, що мають підвищену ергономіку, захищеність та інтегровані електронні системи контролю технічного стану.

Світові тенденції розвитку ВАТ визначаються переходом до концепції «розумної» техніки, яка функціонує у складі єдиних інформаційно-керуючих систем. Зокрема, у країнах НАТО активно впроваджуються рішення, засновані на використанні штучного інтелекту для прогнозування відмов, цифрових моделей (digital twin) для супроводження життєвого циклу техніки, а також інтегрованих платформ управління логістикою відповідно до принципів Integrated Logistics Support (ILS) та Life Cycle Management (LCM). Значна увага приділяється підвищенню автономності транспортних засобів, зниженню їх демаскувальних ознак та забезпеченню кіберстійкості.

З огляду на зазначене перспективний розвиток ВАТ Збройних Сил України має здійснюватися на основі системного підходу з урахуванням взаємозв'язку конструктивних, експлуатаційних та організаційних факторів. Ключовим напрямом є формування єдиного інформаційного простору експлуатації ВАТ, що забезпечує безперервний збір, передавання та аналіз даних про технічний стан у режимі, близькому до реального часу. Це створює передумови для переходу від планово-попереджувальної системи обслуговування до обслуговування за технічним станом з елементами предиктивної аналітики.

Важливим напрямом є удосконалення конструкції ВАТ шляхом впровадження блочно-модульних принципів побудови, що забезпечують швидку заміну функціональних підсистем, зменшення часу відновлення та підвищення гнучкості застосування. Одночасно необхідним є розвиток систем активного та пасивного захисту, включаючи протидію безпілотним загрозам, зниження теплової та радіолокаційної помітності. Перспективним також є впровадження гібридних силових установок, що забезпечують підвищення енергоефективності та можливість роботи в режимах зниженої помітності.

Особливого значення набуває розвиток системи відновлення ВАТ як складової організаційно-технічної системи, що функціонує в умовах обмежених ресурсів та постійного впливу противника. У цьому аспекті доцільним є застосування агрегатного методу ремонту, створення мобільних ремонтно-відновлювальних підрозділів нового типу, а також оптимізація структури та обсягів запасів запасних частин, інструменту та приладдя на основі методів математичного моделювання.

Запропонований підхід полягає у формуванні інтегрованої моделі розвитку ВАТ, що поєднує результати аналізу бойового застосування, сучасні технологічні тренди та принципи функціонування організаційно-технічних систем військового призначення. Практична значущість полягає у можливості використання отриманих положень при формуванні державних програм розвитку озброєння та військової техніки, розробці нових зразків ВАТ та удосконаленні системи їх експлуатації і відновлення.

Як показано у доповіді, забезпечення ефективного розвитку ВАТ Збройних Сил України вимагає комплексної інтеграції наукових підходів, бойового досвіду та інноваційних технологій, що дозволить підвищити рівень технічної готовності, живучості та загальної ефективності застосування військ у сучасних умовах збройної боротьби.

Веретнов А.О., канд. техн. наук
Чеченкова О.Л.
Государський О.Л.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасний характер ведення бойових дій, що характеризується високою інтенсивністю застосування озброєння, широким використанням високоточної зброї та зростанням темпів втрат озброєння і військової техніки (ОВТ), обумовлює необхідність удосконалення системи їх відновлення. Одним із ключових елементів забезпечення ефективного функціонування організаційно-технічної системи відновлення є раціональне визначення номенклатури та кількості ремонтних комплектів (РК), які безпосередньо впливають на виробничі можливості ремонтно-відновлювальних органів (РВО).

У доповіді розглянуто метод визначення необхідної кількості ремонтних комплектів, який базується на використанні ймовірнісно-детермінованої моделі динаміки стану ОВТ та апарату систем масового обслуговування. На відміну від традиційних детермінованих підходів, запропонований метод дозволяє враховувати випадковий характер бойових пошкоджень, технічних відмов та обмеження виробничих можливостей ремонтно-відновлювальних органів.

Сутність підходу полягає у визначенні ремонтного фонду ОВТ як сукупності пошкоджених, але ремонтопридатних зразків, що формуються внаслідок бойових ушкоджень різного ступеня та відмов, зумовлених обмеженою технічною надійністю. На основі цих даних із використанням моделей ДСО та СМО оцінюється ймовірність своєчасного завершення ремонту, яка виступає інтегральним показником ефективності функціонування ремонтно-відновлювальних органів.

Встановлено, що рівень укомплектованості ремонтними комплектами має нелінійний вплив на виробничі можливості системи відновлення. При досягненні нормативної (встановленої) кількості РК забезпечується повна реалізація потенціалу ремонтних органів. У разі дефіциту РК ефективність їх роботи суттєво знижується, що описується відповідною функціональною залежністю.

На основі запропонованого методу визначається необхідна кількість РК за видами ремонту та рівнями управління (батальйон, бригада, оперативне командування) з урахуванням нормативів продуктивності одного комплекту та прогнозованих обсягів ремонтного фонду. При цьому враховується необхідність створення резерву ремонтних комплектів для компенсації їх можливих втрат у ході бойових дій.

Аналіз досвіду сучасної війни в Україні показує, що традиційні джерела комплектування ремонтних ресурсів (зокрема, за рахунок демонтажу вузлів із безповоротно втрачених зразків) мають обмежений потенціал через високий рівень пошкоджень техніки та значну трудомісткість відповідних робіт. Це підвищує значущість централізованого забезпечення РК та впровадження сучасних логістичних підходів.

Перспективним напрямом розвитку є інтеграція розглянутого методу у цифрові системи підтримки прийняття рішень, що базуються на використанні технологій штучного інтелекту,

предиктивної аналітики та цифрових двійників ОВТ. Це дозволить здійснювати адаптивне планування потреб у ремонтних комплектах у реальному масштабі часу та підвищити ефективність функціонування системи відновлення в цілому.

Як показано у доповіді, запропонований методичний підхід дозволяє обґрунтовано визначати необхідну кількість ремонтних комплектів з урахуванням ймовірнісного характеру бойових пошкоджень та обмежень ремонтних органів. Його застосування забезпечує підвищення ефективності системи відновлення ОВТ та створює передумови для впровадження сучасних цифрових технологій у процеси військової логістики.

Веретнов А.О., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Шишанов М.О., д-р техн. наук, професор
ДП «ДККБ «ЛУЧ»

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасний досвід ведення бойових дій в Україні свідчить, що ефективність застосування військ безпосередньо залежить від спроможності системи відновлення озброєння та військової техніки оперативно повертати пошкоджені зразки у стрій. В умовах високої інтенсивності бойових дій, масованого застосування високоточної зброї, безпілотних систем та засобів вогневого ураження система відновлення повинна розглядатися як складна організаційно-технічна система, що функціонує в умовах невизначеності, обмежених ресурсів і постійної зміни обстановки.

Аналіз підходів до побудови та розвитку систем відновлення показує, що їх удосконалення має здійснюватися на основі системного підходу, який передбачає чітке визначення проблем, цілей, критеріїв ефективності та напрямів розвитку. Практика бойових дій підтверджує, що основним результатом функціонування системи є підтримання необхідного рівня бойового потенціалу військ за рахунок наявності справної техніки у строю протягом усього періоду операції.

Важливим аспектом є раціональний розподіл ремонтного фонду між тактичним та оперативним рівнями. Надмірна передача пошкодженої техніки на вищі рівні управління може призводити до перевантаження ремонтних органів і зниження загальної ефективності системи. У зв’язку з цим доцільним є максимальне виконання малих і середніх ремонтів на тактичному рівні із забезпеченням необхідної автономності ремонтних підрозділів, а складніші види робіт мають виконуватися на оперативному рівні або в кооперації з підприємствами оборонно-промислового комплексу.

Сучасні умови ведення бойових дій вимагають переходу від традиційної планово-попереджувальної системи обслуговування до більш гнучких підходів, що поєднують ремонт за технічним станом, оперативне відновлення у польових умовах та застосування мобільних ремонтно-відновлювальних груп. Особливого значення набуває скорочення часу евакуації пошкодженої техніки, підвищення мобільності ремонтно-відновлювальних підрозділів та їх здатності діяти безпосередньо в районах бойового застосування військ.

Одним із ключових напрямів розвитку є цифровізація процесів технічного забезпечення. Впровадження сучасних інформаційних систем дозволяє забезпечити своєчасний збір і аналіз даних про технічний стан зразків, характер пошкоджень, потребу в запасних частинах і можливості ремонтних підрозділів. Це створює передумови для переходу до прогнозного обслуговування та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Поряд із цим важливим є удосконалення структури системи відновлення, яка повинна бути гнучкою, ешелонованою та стійкою до впливу противника. Вона має включати мобільні ремонтно-відновлювальні групи, евакуаційні підрозділи, агрегатні пункти, а також забезпечувати ефективну взаємодію з промисловістю. Оснащення сучасними технічними засобами, підвищення рівня підготовки особового складу та адаптація до змін умов бойового застосування є необхідними умовами підвищення ефективності системи.

Як показано у доповіді, удосконалення системи відновлення озброєння та військової техніки повинно здійснюватися комплексно, з урахуванням взаємозв'язку її процесів, структури та технічного оснащення. Реалізація цих підходів дозволить підвищити оперативність відновлення, забезпечити стійкість функціонування системи та підтримати необхідний рівень боєздатності військ у сучасній війні.

Вигнанець П.Б.
Військова частина А0515
Дачковський В.О., канд. тех. наук, професор
НУОУ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Актуальність наведеної задачі обумовлена змінами умов ведення сучасних бойових дій, яким притаманні зміни періодичності здійснення маневру ремонтними підрозділами, підвищення витрат ресурсу озброєння військової та спеціальної техніки (ОВ та СТ), обмеженими можливостями стаціонарних ремонтно-відновлювальних органів (РВО) та наявного часового ресурсу. Тому система ремонтопридатності ОВ та СТ повинна відповідати умовам сьогодення, а саме бути мобільною, гнучкою та науково обґрунтованою.

У доповіді для вирішення зазначеного питання розглянуто організацію проведення військового (польового) ремонту ОВ та СТ в РВО, в яких роботи розподіляються за складністю та реальними можливостями щодо їх виконання. Зазначений підхід дозволяє своєчасно виявляти несправності та мінімізувати простої, об'єктивно оцінювати стан складальних частин, вузлів і агрегатів та переходити до експлуатування за фактичним технічним станом. При цьому відповідно до інтенсивності експлуатування зразків ОВ та СТ обґрунтовано створення мобільних запасів матеріальних засобів (ресурсів), планування постачання ЗІП; визначено потребу у професійній підготовці особового складу до виконання завдань безпосередньо в польових умовах.

Отже, удосконалення організації військового ремонту ОВ та СТ повинно базуватися на принципах мобільності, оперативності та комплексного підходу. Лише за таких умов можливо забезпечити технічну готовність зразків ОВ та СТ, скоротити час відновлення в РВО у разі отримання пошкоджень і забезпечити підвищення ефективності ОВ та СТ у виконанні завдань в умовах інтенсивних бойових дій.

Витрикуш Р.І.
Ніколаєва Л.Я.
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОВТ

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України (ЗСУ) та вдосконалення зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), підвищення ефективності його використання є одним з важливіших завдань. У його вирішенні велику роль відіграє зниження витрат і часу на підтримку працездатності машин, всебічне підвищення їхньої готовності до бойового застосування чи використання за призначенням.

Змістовна частина. Застосування ОВТ механізованих і танкових військ ЗСУ при веденні бойових дій дало змогу отримати дані щодо виходу з ладу машин у реальних умовах війни, з застосуванням противником нових технологій в ОВТ, нових методів і способів ураження ОВТ. У ході бойових дій були зафіксовані несправності як в результаті експлуатації, так і внаслідок бойового ураження.

При застосуванні техніки основними несправностями стали: внаслідок влучання снарядів – бойові ушкодження корпусу в районі силової установки, паливних баків і башти; внаслідок спрацювання мінно-вибухових пристроїв виходить з ладу ходова частина, втрачається керованість і рухомість машини; експлуатаційні несправності внаслідок природного зношування вузлів і агрегатів; експлуатаційні несправності внаслідок несвоєчасного або некваліфікованого обслуговування.

Аналіз базується на відкритих джерелах, технічних звітах та практичних спостереженнях, що дозволяє оцінити причини низького темпу відновлення машини та визначити напрями зменшення часу на відновлення.

ОВТ, що отримало бойові пошкодження, як правило, для відновлення потребує проведення капітального або середнього ремонту і відправляється в ремонтні органи. Техніці, котра потребує усунення недоліків (заправки ПММ, очищення, промивання, діагностування, заміни фільтруючих елементів, підтягування кріплень, регулювання), проводиться технічне обслуговування (ТО). Для усунення виявлених несправностей шляхом заміни або ремонту несправних деталей і механізмів, а також у виконанні кріпильних, зварювальних, слюсарно-механічних та інших ремонтних робіт, проводиться поточний ремонт (ПР). Загальний обсяг робіт з відновлення техніки проведенням ПР складає 76–81%.

Роботи з ТО і ПР проводяться особовим складом водіїв, механіків-водіїв, екіпажу, з застосуванням водійського інструменту. Складні операції виконують фахівці підрозділу ТО (в об’ємі 13–15%), що організаційно входить в штат батальйону. Для виконання робіт в польових умовах, у максимальній близості до противника, підрозділи ТО укомплектовані рухомим засобом технічного обслуговування (МТО).

МТО випуску радянських часів не повною мірою задовольняють вимогам проведення ТО: обладнання для обслуговування сучасної техніки відсутнє, рухомий засіб майстерні має недостатню питому потужність, протиосколковий і протимінний захист відсутні, протикульовий захист відповідає рівню STANAG 4569 (Edition 1). Крім того інструмент для проведення ТО і ПР у водіїв, механіків-водіїв, екіпажу ОВТ відсутній.

Отже, для зменшення часу на відновлення техніки і проведення ТО і ПР в максимально можливій наближеності до передових позицій необхідно забезпечити: підрозділи ТО – рухомими майстернями; техніку родів військ і служб – інструментом для ТО; склади військових частини – агрегатами оборотного фонду, запасними частинами і матеріалами.

Вишневський О.Ф.
Комар В.В.
Тимофєєв Б.М.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ПРО ТЕХНІЧНИЙ СТАН ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Методи збору та обробки даних про технічний стан ОВТ базуються на порівнянні нормативних показників з отриманими фактично напрацюваннями на відмову та фактичного технічного стану окремих вузлів і агрегатів.

До основних методів збору і обробки даних можна віднести:

- нормативний метод – базовий метод, де встановлюється міжремонтний ресурс та визначається система технічного обслуговування наказами Міністерства оборони України;

- метод визначення фактичного технічного стану, який включає зовнішній огляд, перевірку роботи вузлів та агрегатів. Цей метод є простим і швидким, але його можливості обмежені тим, що він виявляє переважно вже розвинені або зовнішньо проявлені несправності;

- метод розрахунку за моторесурсом (табличний) використовується для планування річного плану експлуатації. Враховує коефіцієнти інтенсивності використання техніки та умови (навчання, бойові дії, марші). При цьому враховується витрата ресурсу як основних двигунів, так і допоміжних силових установок. Застосовуючи метод визначення фактичного технічного стану (діагностичний) рішення про ремонт приймають на основі контролю параметрів роботи двигуна, функціональної та діагностичної перевірки.

Станом на сьогодні у складі ЗСУ з початку повномасштабної агресії рф суттєво збільшилась номенклатура озброєння і військової техніки, отриманої в рамках МВД.

Застосування нормативного методу технічного обслуговування для таких зразків є обмежено ефективним, що зумовлено відсутністю уніфікованих експлуатаційних регламентів, різнорідністю номенклатури та відмінностями у вихідних технічних стандартах. У зв’язку з цим виникає об’єктивна потреба у визначенні індивідуальних міжремонтних ресурсів і формуванні адаптивної системи технічного обслуговування для зазначених зразків озброєння і військової техніки.

З цією метою доцільним є впровадження методу оцінювання фактичного технічного стану, що базується на зборі та аналізі експлуатаційних даних. На основі отриманих результатів пропонується розробити обґрунтовані рекомендації щодо удосконалення системи матеріально-технічного забезпечення, зокрема в частині визначення міжремонтних ресурсів, а також оптимізації забезпечення запасними частинами, інструментом і приладдям.

Отже, збір і обробка даних про технічний стан озброєння і військової техніки повинні здійснюватися на безперервній, багаторівневій та системній основі. Об’єктивна оцінка фактичного технічного стану зразка досягається виключно за умови комплексного поєднання результатів технічного огляду, інструментального контролю параметрів, функціональної діагностики та аналізу накопичених експлуатаційних даних, що забезпечує своєчасне та обґрунтоване прийняття рішень щодо подальшої експлуатації.

У ДНДІ ВС ОВТ зі створенням НДУ ІТП ЕОВТ на підставі доручення розпочата робота з цього питання. За результатами досліджень щоквартально випускається науково-технічний бюлетень “Досвід експлуатації та ремонту зразків ОВТ, наданих державами–партнерами України як міжнародна військова допомога”, який доводиться до командування родів (військ).

Вовк В.І.
Крупкін А.Б.
НАСВ

СУЧАСНІ ПІДСТВОЛЬНІ ГРАНАТОМЕТИ. ПЕРСПЕКТІВИ РОЗВИТКУ

Розробки підствольних гранатометів (ПГ) для розширення бойових можливостей піхоти, ураження цілей у складках місцевості та за різними укриттями і перешкодами на полі бою була розпочата у провідних країнах світу після Другої світової війни. У основу розробок був покладений досвід, отриманий у другій половині 1960-х років. ПГ найчастіше кріпилися під стволом зброї і були фактично окремою зброєю, зі своїм ударно-спусковим механізмом (УСМ) для стрільби осколково-фугасними та іншого типу гранатами. Американці в ході війни у В'єтнамі розробили низьку однозарядних і багатозарядних гранатометів калібру 30-40 мм в рамках програми SPIW. ПГ М203 був розроблений у 1967 році, а у 1969 р. прийнятий на озброєння армії США. М203 встановлюється на гвинтівки М16 і стріляє 40-мм гранатами на відстань до 400 м. На сьогоднішній день виготовлено більше 250 тисяч М203, якими озброєно 40 армій миру. Гранатомет М320 розроблений німецькою компанією Heckler&Koch у 2008 році на основі моделі AG36. На ньому встановлена пістолетна та додаткова рукоятки, завдяки цьому ПГ можна застосовувати без встановлення на зброю. Модифікація М320А1 розроблена спеціально для американської армії. В даний час, як мінімум два піхотинця в кожному відділенні озброєні карабінами М4А1 з 40-мм ГП М320А1. Прийнятий на озброєння у 2009 році М320А1 є достатньо хорошим зразком зброї, але військові не залишають спроб розробити більш високоточні системи. Покращити можливості бійців у боротьбі з прихованими у складках місцевості або за укриттями цілями американські військові протягом останнього десятиліття намагалися за допомогою перспективної системи XM25 Counter-Defilade Target Engagement System – напівавтоматичного гранатомета під 25-мм БП уламково-фугасної дії з повітряним дистанційним підривом. Отримати нові гранати і ПГ військові розраховують в рамках програми PAAC – взводної конфігурації озброєння і БП, яку планується завершити до 2026 року. При цьому перейти до нових систем озброєння військові планують до 2028 року.

У ході розробки перспективних ПГ за темою "Іскра" (СРСР), у 1978 році прийнятий на озброєння для установки на АКМ, АК74 новий ПГ під позначенням ГП-25, а у 1989 році - гранатомет ГП-30, який має меншу масу і більш досконалу конструкцію. ГП-25 та ГП-30 – нарізні, однозарядні, такі, що заряджаються з дульної частини. УСМ самозвідний, із запобіжником та автоматичним блокуванням пострілу при неправильній установці на АК. Гранати для ГП-25 і ГП-30 мають оригінальну "безгільзову" конструкцію з інтегральною камерою для метального заряду, яка вилітає зі ствола разом з гранатою. Таке рішення виключає з циклу перезарядки, дії з видалення гільзи, що значно підвищує швидкострільність у порівнянні з більшістю західних аналогів. На корпусі гранати є ведучій пасок з готовими нарізами.

У ЗСУ разом з ГП-25 застосовується гранатомет ФОРТ-600. Для стрільби з ФОРТ-600 застосовуються 40 мм гранати стандарту НАТО. Система ПГ ФОРТ 600 може застосовуватися і без установки на зброю. Одним з варіантів вирішення більшості типових вогневих (тактичних) завдань, які стоять перед підрозділами ЗСУ, – створення ручного багатозарядного гранатомета під постріл ВОГ-17М, із збільшеною довжиною ствола, для більшої дальності вогню, настильності траєкторії та купчастості. Ефективність, могутність та надійність пострілу ВОГ-17 для рішення вогневих завдань цілком достатні. Поразка противника на великих відстанях вигідна, оскільки менше бійців потрапляє під вогонь противника. Тим більше реальні зразки ПГ під постріл ВОГ-17М вже є (*ТКБ-0249 «Арбалет» В.Н. Телеша,* ДП-64 «Непрядва»).

Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Заставний В.Є.
НУ «Львівська політехніка»

РОЗРОБКА ГІБРИДНИХ МОДЕЛЕЙ ЗМІЦНЕННЯ ВУЗЛІВ БРОНЕТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ПОЄДНАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Загострення міжнародної військово-політичної обстановки зумовило підвищений науковий та промисловий інтерес до розробки матеріалів із покращеними захисними характеристиками для потреб бронетехніки. Поверхневе зміцнення вузлів і деталей спеціалізованих машин за допомогою концентрованих потоків енергії є одним із найбільш перспективних напрямів сучасного матеріалознавства, оскільки дає змогу цілеспрямовано змінювати структуру та властивості поверхневих шарів, не порушуючи при цьому характеристик основного об'єму матеріалу, що суттєво підвищує експлуатаційні показники виробів.

Математичне моделювання процесів зміцнення концентрованими потоками енергії ґрунтується на комплексному підході, який охоплює фізичні закономірності взаємодії високоенергетичних джерел із матеріалом. Теоретичну основу зазначених моделей складає розв'язання взаємопов'язаних задач теплопровідності, структурно-фазових перетворень і формування залишкових напружень.

Принципово важливим складником адекватної математичної моделі є коректний опис джерела енергетичного впливу – лазерного випромінювання, електронного пучка або плазмового потоку. Розподіл енергії по плямі опромінення, часові характеристики енергетичного імпульсу, а також коефіцієнти поглинання та відбиття поверхнею потребують точного визначення для забезпечення достовірного прогнозування результатів обробки. Сучасні моделі додатково враховують екранування випромінювання плазмовим факелом і зміну оптичних властивостей поверхні в процесі нагрівання.

Для опису структурно-фазових перетворень за умов зміцнення концентрованими потоками енергії застосовуються термокінетичні моделі, що уможливлюють прогнозування утворення нерівноважних структур при надшвидкому нагріванні та охолодженні, характерному для високоенергетичних методів поверхневої обробки деталей. Окреме місце в розрахункових схемах займає моделювання поля залишкових напружень, які справляють визначальний вплив на експлуатаційну надійність зміцнених виробів. Визначення напружено-деформованого стану здійснюється на підставі рівнянь термомеханіки з урахуванням пружних і пластичних деформацій, а також об'ємних ефектів, що супроводжують фазові перетворення.

Верифікація розроблених моделей проводиться шляхом зіставлення розрахункових результатів із експериментальними даними, одержаними методами металографічного аналізу, дюрометрії, рентгеноструктурного аналізу та іншими сучасними методами дослідження матеріалів, що дозволяє оптимізувати параметри зміцнення для досягнення необхідного комплексу властивостей поверхневого шару. Запропонована в роботі математична модель може застосовуватися для прогнозування і дослідження зон термічного впливу, що виникають при обробці поверхонь деталей кругової форми висококонцентрованими потоками енергії, що відкриває можливості для суттєвого збільшення експлуатаційного ресурсу військової техніки.

В'яткін Ю.О.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОСКУТЕРІВ MOSPHERA ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Масоване застосування БпЛА по обидві сторони фронту, збільшення зони ураження техніки та особового складу вимагає забезпечення підрозділів невеликими, швидкісними та універсальними транспортними засобами. Увага військових прикута до пошуку альтернативи традиційним бойовим машинам, таким як БМП, танки, незважаючи на їхнє застосування. Все частіше спостерігається застосування цивільних пікапів, мотоциклів, скутерів та ін.

Останнім часом поширюється застосування скутерів, в тому числі електричних, як транспортного засобу, який має стати доповненням до наявних традиційних бойових машин.

Одним з прикладів використання електроскутерів у Збройних Силах України стало застосування машин фірми Mosphera. Розроблена латвійською компанією Global Wolf Motors електрична платформа Mosphera використовується українськими підрозділами для розвідки, транспортування та навіть мобільного електропостачання у зонах активних бойових дій. Вони поєднують у собі елементи скутера, мотоцикла і навіть легкого позашляховика, створюючи високоспеціалізований інструмент мікромобільності, призначений для пересування складною місцевістю. Завдяки збільшеним позашляховим шинам, високому дорожньому просвіту та міцній рамі Mosphera створена для подолання піску, бруду та нерівної місцевості, які зупинили б традиційні колісні транспортні засоби. Їхня маневреність дозволяє українським солдатам пересуватися у стиснених умовах або у пошкодженій місцевості, а відносно невеликі розміри роблять їх менш помітними, ніж більші транспортні засоби. Технічні характеристики підтверджують ці можливості. Платформа Mosphera може розвивати швидкість до 100 км/год (62 миль/год), причому запас ходу на стандартному акумуляторі становить близько 150 км (93 милі), і з двома акумуляторами – до 300 км (186 миль). Двигун потужністю 10 кВт забезпечує серйозну потужність, інші високопродуктивні компоненти, такі як повністю підвісна конструкція і потужні гідравлічні гальма від Magura, підкреслюють, що машина створена як для продуктивності, так і для довговічності. Незважаючи на значну вагу в 74 кг (163 фунти), скутер може перевозити вантажі до 200 кг (440 фунтів), що робить його корисним для транспортування спорядження або навіть для надання допомоги при евакуації. Цікаво, що ці скутери також є мобільними джерелами живлення. Повідомляється, що підрозділи в польових умовах використовували їх для заряджання засобів зв'язку та іншої електроніки, що додає ще один аспект їхньої корисності в умовах обмеженого доступу до електроенергії. Історія компанії Mosphera настільки ж нетрадиційна. За даними засобів масової інформації, компанія була заснована у 2020 році під час пандемії COVID-19, спочатку переорієнтувавшись з індустрії розваг на виробництво нішевих транспортних засобів для військових потреб. На той час ідея «військового скутера» була зустрінута зі скептицизмом. Але реальне застосування в Україні підтвердило життєздатність концепції таким чином, яким мало хто міг передбачити.

Транспортні засоби, такі як скутери, корисні, тому що вони відносно недорогі, легко замінюються і їх легко сховати, що важливо в умовах війни, коли габаритніші, вартісні, та, як правило, більш гучні транспортні засоби можуть бути виявлені та знищені.

Однак електросамокати мають і обмеження. Водії залишаються без захисту від осколків, вогню зі стрілецької зброї чи суворих погодних умов за винятком особистого спорядження. Крім того, електросамокати сильно залежать від батарей, які можуть працювати гірше за певних умов.

Галкін О.Б.
Железник О.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Перспективи розвитку озброєння механізованих і танкових військ України базуються на модернізації наявної техніки (Т-72, Т-64БВ, БМП-1/2, БТР-3/4) та переході на сучасні західні зразки (Leopard, Abrams, Bradley, M-113), а також модернізації та впровадженні високотехнологічних систем: цифровізації управління, посиленні захисту (активного/пасивного), інтеграції роботизованих комплексів та безпілотних систем, підвищенні вогневої потужності та точності ураження. Основні напрями включають підвищення захищеності, вогневої потужності, маневреної бронетехніки, здатної діяти в умовах активного використання дронів та РЕБ, а також впровадження роботизованих систем.

Основні напрями розвитку ОВТмеханізованих і танкових військ.

Модернізація та захист:

впровадження сучасних систем динамічного та активного захисту для танків (наприклад, Т-64БМ “Булат”, Т-84 “Оплот”) та БМП;

модернізація танків (Т-64, Т-72, Leopard 2, Abrams, Challenger 2) шляхом встановлення сучасних систем керування вогнем, покращення бронювання та підвищення ситуаційної обізнаності;

перехід на сучасні колісні та гусеничні платформи (наприклад, БТР-4), що забезпечують високий рівень протимінного захисту та ефективне автоматичне озброєння;

посилення протимінної стійкості бронемашин.

Вогнева потужність:

оснащення новими системами керування вогнем, тепловізійними прицілами та автоматизованими комплексами, що дозволяють вести ефективний вогонь уночі та в складних умовах;

уніфікація калібрів боєприпасів до стандартів НАТО.

Мобільність та ефективність:

модернізація двигунів та трансмісій (використання безступінчастих гідрооб'ємних систем) для покращення маневреності;

інтеграція засобів ураження в єдину систему управління боєм.

Роботизація та безпілотні системи:

розробка та впровадження безпілотних наземних роботизованих комплексів для розвідки, логістики (транспортування, евакуації) та вогневої підтримки;

активне використання БпЛА для коригування вогню безпосередньо з бронемашин.

Цифровізація:

впровадження автоматизованих систем управління військами (АСУВ) та сучасних засобів зв’язку для обміну даними в реальному часі.

Захист:

розвиток систем пасивного бронювання (композитні матеріали, динамічний захист) та активного захисту від керованих протитанкових ракет.

Основний фокус в розвитку безпілотних систем робиться на досвіді російсько-Української війни, що вимагає підвищення живучості техніки проти ударних БпЛА та артилерії, також підвищення точності ураження та забезпечення бойових дій.

Годій М.В.
Литвинюк Ю.С.
НАСВ

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА ЗАСТОСУВАННЯ БОЙОВИХ ЛАЗЕРІВ

Традиційні системи, що ґрунтуються на хімічних джерелах енергії (порох, ракетні двигуни), практично досягли межі своєї максимальної ефективності та об'єктивно не мають резервів для подальшого розвитку. Тому з огляду на потребу протидіяти сучасним засобам ураження наукова думка бачить альтернативу у використанні принципово нових видів зброї, зокрема бойових лазерів. Можливості застосовувати лазери як ефективну зброю ППО – ПРО, особливо в частині нейтралізації дронів (БпЛА), що останнім часом активно розвиваються, щоразу вищі, особливо в ході протидії збройній агресії московітів проти України. Відповідно, значно активізувалися зусилля в напрямі розробки ефективних засобів боротьби з безпілотними авіаційними комплексами (БПЛА, ракети і т.д.)

Такий вибір не випадковий. Бойові лазери або «промені смерті» справді мають привабливі можливості, що дає всі підстави розглядати їх як можливу альтернативу традиційним системам озброєння.

Перші реальні дослідження щодо військового використання лазерів провели США, це відбулося в середині 1950-х років. Дослідники використали газові лазери, де активним середовищем був вуглець. Однак через труднощі з вирішенням проблеми з розпорошуванням випромінювання й дуже низькими коефіцієнтами конверсії енергії можливість мілітарного використання лазерів виключалася.

У середині 1970-х років з'явилися технології лазерів на вільних електронах FEL (Free ElectronLaser) із пришвидшенням електронів майже до швидкості світла й наступним перетворенням енергії в змінному магнітному полі. Нова технологія виявилася більш гнучкою, передусім завдяки можливості обирати для високоенергетичних лазерів найоптимальнішу довжину хвилі залежно від умов середовища поширення. Це була дійсно нова якість зброї. Не випадково з того часу дослідники дедалі більше уваги приділяють саме високоенергетичним лазерам. Наприклад, у США для більшості досліджень використовують високоенергетичний лазер дуже великої потужності. Сучасна філософія використання лазерної зброї передбачає не повне знищення потенційної цілі, а лише ураження її найбільш чутливих елементів (пальне, оптоелектронний блок, система керування тощо), що спричинить пошкодження або руйнацію цілі.

Створення пучка випромінювання значної щільності на великих відстанях вимагає наявності довгофокусних та, відповідно, швидкозамінних оптичних систем, або дуже ефективних систем охолодження лінз і дзеркал. Зазначені особливості вимагають створення високоточних систем наведення та викривання цілей. Наведення пучка енергії на визначену ціль і її утримання в заданих параметрах сьогодні є однією з істотних проблем, що вимагає вирішення. Пошук такого рішення дуже складний навіть для розвинених країн.

Як відомо, особливістю будь-якої зброї є моральне та фізичне старіння, що обмежує можливість його подальшого використання за призначенням. Тоді починається пошук альтернативи, адже доки існуватимуть війни, доти існуватиме потреба в озброєннях. Цей процес постійний і стосується усіх без винятку країн та видів озброєнь і військової техніки.

Таким чином, можна припустити, що розвиток лазерної зброї, особливо для застосування її проти засобів ураження рашистів, дозволить ЗС України суттєво знизити втрати серед живої сили і бойової техніки оборонного компоненту України та виконати поставлені завдання з найбільшим коефіцієнтом успіху та знизить ризики в боротьбі з повітряними компонентами противника, які уражають інфроструктуру та цивільне населення України, що являються найменш захищиними у звязку з відсутністю традиційних вартісних засобів протидії.

Горбачова Я.С., д-р філософії
Горбачов К.М., д-р філософії
Ревуцький А.А.
НУОУ

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Активні засоби боротьби з повітряними загрозами, які виникають під час виконання бойових завдань механізованими (танковими) військами (МВТВ) в ході війни за Незалежність України, не завжди гарантують збереження підрозділів (частин, об'єктів) від ударів з повітря, особливо коли один з учасників конфлікту, такий як російсько-терористичні війська, має можливість масувати застосування засобів повітряного нападу і не зважає на жертви серед цивільних, а другий захищається в умовах постійного дефіциту засобів збройної боротьби.

Тому слід зазначити, що досвід протидії російським ударам з повітря також пов'язаний з другою складовою процесу протиповітряної оборони (ППО), сутністю якої є виконання заходів (застосування всіх засобів), спрямованих на зниження ефективності цих ударів. Для МВТВ основними заходами зниження ефективності ударів стають організований вогонь з стрілецької зброї та озброєння бойових машин, введення противника в оману та своєчасне виведення з-під удару.

Зважаючи на те, що в ході війни за Незалежність України масштаби застосування противником безпілотних систем продовжують зростати, для виконання завдань МВТВ щодо деокупації територій необхідно мати можливість боротьби з такими загрозами в ході ведення наступальних дій з максимально можливими швидкостями маневру. Тому на перший план виходить завдання вмілого використання всіх видів зброї для знищення безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Але, як зазначалось авторами в попередніх публікаціях, існує низка проблемних питань застосування озброєння сучасних зразків бойових машин для боротьби з БпЛА.

Так, озброєння бойових машин піхоти закордонного виробництва оснащується сучасними гарматами, в основному, калібром 30, 35 або 40 мм, при цьому застосовується широка номенклатура боєприпасів. Основними типами боєприпасів, звичайно, є уламкові, фугасні та бронебійні снаряди звичайної та підвищеної міцності. Також для ураження груп піхоти використовуються програмовані боєприпаси з дистанційним підривом, які також, за певних умов, можливо використовувати для боротьби з повітряними цілями, такими як БпЛА. Але аналіз результатів ведення бойових дій механізованими підрозділами показав наявність проблем при спробах ведення вогню по БпЛА такими боєприпасами.

Основною причиною невдач виявилось нерозуміння командирами підрозділів (машин) та безпосередньо операторами гармат механізму роботи систем бойових машин, які працюють під час стрільби. Так, система управління вогнем чітко визначає час підриву боєприпасів під час стрільби по наземних цілях, тому що отримує дані про ціль, у яку наведено гармату, від поєднаного лазерного далекоміра. Намагання оператора вести вогонь по повітряній цілі при такій побудові системи приречено на невдачу з-за відсутності відбитого від цілі лазерного проміня. Тож, по-перше, необхідне швидке впровадження у військах відповідної підготовки, а, по-друге, модернізація бойових машин та введення до системи управління вогнем засобів вимірювання дальності до повітряних цілей, наприклад, оптико-локаційних або радіолокаційних станцій, що дасть змогу, відповідно до умов ведення вогню, забезпечувати програмування боєприпасів й забезпечити влучну стрільбу.

Горох В.О.
Баган В.Р.
Рій В.Б.
НАСВ

КОНЦЕПЦІЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЖИВУЧОСТІ БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ ПОВІТРЯНИХ ЗАГРОЗ

Досвід повномасштабної російсько–Української війни засвідчив якісну зміну структури загроз для бойових броньованих машин (ББМ). Частка втрат бронетехніки від безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на окремих ділянках фронту перевищила 60% від загальних втрат. FPV-дрони та баражуючі боєприпаси стали основним чинником ураження танків, БМП та БТР, що кардинально змінює вимоги до системи їхньої захищеності.

Конструктивний аналіз сучасних ББМ виявляє спільні критичні вразливості: верхня проєкція корпусу та башти, ходова частина, двигунний відсік та паливна система. Традиційна концепція захисту, орієнтована на протидію наземним протитанковим засобам, в умовах масованого застосування БпЛА є принципово недостатньою.

Запропонована концепція «узагальненої живучості» ББМ структурує систему захисних заходів у три взаємопов’язаних рівні:

Рівень 1 «Уникнення» – мінімалізація ймовірності виявлення та атаки. Реалізується через маскування, радіомовчання, прокладення маршрутів поза зонами спостереження ворожих БпЛА, термоізолюючі екрани, радіопоглинаючі покриття.

Рівень 2 «Захист» – зниження ймовірності ураження за умови виявлення. Включає пасивне бронювання, активні системи захисту та засоби радіоелектронної боротьби.

Рівень 3 «Відновлення» – забезпечення можливості продовження бойового застосування або евакуації після отримання ушкоджень. Реалізується через системи пожежогасіння, резервування критичних вузлів, швидку модульну заміну агрегатів.

Критичними умовами реалізації концепції є інтеграція систем захисту в єдиний контур управління, ситуаційна обізнаність на рівні екіпажу та підрозділу, своєчасне цілевказання від розвідувальних засобів, відповідність тактики рівню технологічного оснащення.

Системи активного захисту є найбільш технологічно складним елементом захищеності від повітряного нападу. Виділяються три класи: «м'які» (Soft-Kill) — постановка оптичних та радіоелектронних завад; «жорсткі» (Hard-Kill) — активне знищення боєприпасу (Trophy, Заслін, Iron Fist); лазерні APS для знищення FPV-дронів та інші інноваційні засоби.

Час від виявлення FPV-дрона до його попадання в ціль становить 3-8 секунд. Людина фізично не здатна своєчасно відреагувати, що обумовлює необхідність автоматизованих інтелектуальних систем реагування. Як ключові складові інтелектуального компоненту можна виділити:

системи ситуаційної обізнаності, а саме 360^0 відеоспостереження з ШІ-обробкою зображень, акустичні сенсори, радари кругового огляду, інтеграція з мережею;

автоматизовані системи реагування, такі як автоматична аерозольна завіса, миттєве включення РЕБ-контрзаходів, предикативна ШІ-маршрутизація руху;

мережева архітектура, тобто децентралізована обробка даних, обмін загрозами між машинами в реальному часі, резервування каналів зв'язку, кіберзахист систем управління.

Комплекс інноваційних рішень:

модульна архітектура захисту (змінні модулі зі стандартизованим монтажем);

гібридна силова установка;

аерозольні системи нового покоління з одночасним маскуванням у видимому, ближньому ІЧ та тепловому діапазонах;

дрон-прикриття (розвідувальний мікро- БпЛА та дрон-перехоплювач для знищення FPV-дронів противника);

засліплення (спотворення зображення).

Проведений аналіз дозволяє сформувати такі висновки:

1. Структура загроз від FPV-дронів та баражуючи боєприпасів принципово змінила вимоги до захищеності бронетехніки.

2. Ефективна система виживання ББМ має будуватися на трирівневій моделі «уникнення – захист – відновлення» із комплексним застосуванням усіх компонентів.

3. Інтелектуальний компонент є критично необхідним, жоден засіб захисту не є достатнім без автоматизованих систем виявлення та реагування в реальному часі.

4. Ініціювати співпрацю в рамках НАТО щодо спільних стандартів захисту ББМ від БпЛА .

Грабчак В.І., д-р техн. наук, професор
Косовцов А.Ю.
Юнда Д.В.
НАСВ

ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАСАДИ ВІДНОВЛЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СИЛИ ЛОБОВОГО ОПОРУ СНАРЯДА

Аналіз сучасних математичних моделей польоту снаряда свідчить, що їхнім методологічним фундаментом є малокутове наближення, яке базується на припущенні, що динамічні характеристики аеродинамічних сил (моментів) польоту є лінійними функціями кута нутації снаряда – враховується лише перший член розкладання аеродинамічних сил і моментів у ряд Тейлора. Проте така лінеаризація призводить до формування спрощених математичних моделей, що не враховують складну нелінійну залежність аеродинамічних коефіцієнтів від просторової орієнтації снаряда і параметрів середовища та унеможливлює вирішення багатьох конкретних теоретичних і практичних задач зовнішньої балістики. Так, при розрахунках аеродинамічних коефіцієнтів неврахування нелінійних складових суттєво

впливає на точність розрахунку траєкторії польоту снаряда. У відсотковому вигляді їх вплив може надавати величину близько одного відсотка, що призводить до похибок розрахунку траєкторії польоту снаряда в 4,5% за дальністю, які значно перевищують вимоги до точності складання Таблиць стрільби на артилерійські системи.

Однією з найбільш вагомих складових сили опору повітря є сила лобового опору снаряда, яка зумовлена низькою складних фізичних явищ та визначається його формою і орієнтацією, характером обтікання, типом прикордонного шару і його взаємодією з ударними хвилями, інтенсивністю і формою хвиль, швидкістю і висотою його польоту та кутом нутації.

Авторами представлено векторний опис модифікованої моделі матеріальної точки, яка узгоджена з методиками стандарту NATO STANAG 4355 (Edition 3) і забезпечує високу точність моделювання польоту снаряда. В основу підходу покладено декомпозицію коефіцієнта сили лобового опору на лінійну та нелінійну складові як функції кута нутації. Шляхом перетворення вихідної системи диференціальних рівнянь модифікованої моделі матеріальної точки у систему алгебраїчних виразів було виведено аналітичну залежність для відновлення аеродинамічних коефіцієнтів сили лобового опору. Розрахункова частина отриманого виразу базується на траєкторних параметрах, що реєструються інструментальними засобами (наприклад, РЛС), де вектори швидкості та прискорення обчислюються через апроксимацію координат гладкими функціями. Важливою особливістю моделі є можливість коректного нормування лінійних і нелінійних коефіцієнтів сили опору за коефіцієнтом перекидального моменту снаряда, що оптимізує структуру моделі.

Валідація запропонованого математичного апарата проведена за допомогою чисельного моделювання польоту 155-мм осколково-фугасного снаряда Assegai M2000. Для забезпечення відновлення аеродинамічних коефіцієнтів на всьому діапазоні траєкторій польоту снаряда,, охоплення чисел Маха в дозвуковому, трансзвуковому та надзвуковому інтервалах використані дані декількох стрільб із початковими швидкостями від мінімальної до максимальної. Результати підтвердили високу збіжність моделі – відносна похибка відновлення нелінійної складової коефіцієнта лобового опору становить ±0,1%, а для нелінійних складових високого порядку не перевищує ±1,5%.

Грабчак В.І., д-р техн. наук, професор
НАСВ
Пеньківський В.М.
в/ч А4667

АНТИДРОНОВИЙ ЗАХИСТ ДВОЛАНКОВОГО АМФІБІЙНОГО ВСЮДИХОДА “BV 206 D6 UK”

Дволанковий амфібійний всюдихід Bandvagn 206 (BV 206) у модифікації D6 UK – це спеціалізована версія шведської платформи BAE Systems Hägglunds, адаптована для потреб ЗС України у складних умовах сучасної війни. Машина складається з двох гусеничних секцій, з’єднаних шарнірним механізмом, що забезпечує унікальну маневреність. На відміну від базової бензинової версії, оснащується дизельним двигуном (Steyr або Mercedes-Benz),

що збільшує крутний момент та надійність для військових завдань. Машина повністю плавуча, розвиває швидкість у воді до 4,7 км/год. Має надзвичайно низький питомий тиск на ґрунт (в 2-3 рази менше, ніж у людини), що дозволяє долати сніг, болота та мінні поля, де не спрацьовують протитанкові міни натискної дії.

Для протидії FPV-дронам та БпЛА противника під час логістичних та евакуаційних завдань на машині ремонтно-відновлювальним підрозділом встановлено рознесений каркасний захист над передньою та задньою ланками. Каркас виготовлено з профільних труб різного перерізу та металевих смуг. На ньому закріплено сітчасті та комбіновані елементи з чітким витримуванням дистанції, необхідної для передчасного детонування боєприпасу. Забезпечено захист екіпажу, радіатора та вузлів керування. Облаштовано прикриття зони розміщення особового складу та вантажного відсіку. Для ускладнення ураження FPV-дронами конструкцію посилено сітками, ланцюгами та транспортерною стрічкою. Передбачено можливість швидкого демонтажу захисних конструкцій для технічного обслуговування.

Головною перевагою реалізованого проєкту є повне охоплення обох ланок машини. Оскільки всюдихід має шарнірне зчленування, роздільне обварювання передньої кабіни та десантного модуля дозволило зберегти критично важливу маневреність та прохідність всюдихода. Обварювання зони радіатора та лобової частини вирішує проблему вразливості двигуна, що є критичним для виживання машини під вогнем. Захист даху та корми орієнтований на безпеку десанту, що робить машину повноцінним евакуаційним та логістичним засобом у «сірій зоні».

Використання профільних труб і прутків із витримуванням дистанції від корпусу реалізує принцип екранування. Поєднання жорсткого каркаса з гнучкими елементами (ланцюги, сітка, транспортерна стрічка) значно підвищує ймовірність «м’якого» перехоплення дрона. Рішення виконати захист у вигляді секцій на болтових з’єднаннях та завісах вирішує дві основні проблеми експлуатації: можливість швидкого демонтажу дозволяє проводити технічне обслуговування двигуна та трансмісії без розрізання каркаса; збереження функціональності дверей забезпечує швидку посадку/висадку екіпажу та поранених.

Модернізація перетворює легку амфібію на захищений логістичний транспорт, адаптований до сучасних загроз. Основним ризиком залишається збільшення маси та габаритів, проте секційність та використання легких профілів мінімізують вплив на плавучість та прохідність всюдихода. Подальше підвищення ефективності застосування можливе за рахунок удосконалення конструкцій антидронового захисту з урахуванням обмежень по масі та амфібійності, інтеграції засобів РЕБ, а також оптимізації конструктивних рішень для зменшення навантаження на ходову частину. Доцільним є використання даного зразка виключно за призначенням – як транспортної платформи, з уникненням застосування в умовах безпосереднього вогневого контакту, що дозволить максимально реалізувати його потенціал у сучасних умовах ведення бойових дій.

Гриб Д.А., канд. військ. наук, доцент
ХНУПС
Бейліс Л.В., канд. військ. наук
Командування ПС ЗС України
Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИДУ ЗБРОЙНИХ СИЛ

У доповіді наводяться деякі результати досліджень проблемних питань з формування стратегії розвитку виду Збройних Сил (далі – ЗС) України і вимог країн НАТО.

Основними факторами, які необхідно враховувати на сучасному етапі розвитку виду ЗС України на погляд авторів, є динамічне змінювання правил постачання ресурсів у країнах світу для забезпечення застосування збройних сил протягом тривалого періоду ведення війни і динаміки нарощування ресурсів в Україні для забезпечення застосування ЗС України.

Важливим аспектом у розробці стратегій розвитку виду ЗС України вважається розвиток довготривалих стосунків з країнами–партнерами України. Повітряні Сили ЗС України володіють значним досвідом у прогнозуванні змін безпекового середовища навколо України і загроз з повітря на середньострокову перспективу, який доцільно враховувати при розробці стратегій розвитку інших видів ЗС України.

Важливими ознаками необхідності змінювання стратегії розвитку виду ЗС України є динамічне змінювання безпекового середовища і обмеження доступу до необхідних ресурсів між державами для ведення збройної боротьби.

Процеси розвитку безпілотних систем наземного, повітряного і надводного базування будуть суттєво впливати на змінювання вимог до кількісно-якісних показників оцінювання системи підготовки військових кадрів майбутнього, змінювання динаміки підготовки яких необхідно враховувати на середньострокову перспективу розвитку виду ЗС України.

Гродзь Н.М., д-р філософії
НАСВ

СУЧАСНИЙ ПАРАДОКС РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Сьогодні ми є свідками найшвидшої еволюції сухопутної техніки з часів Другої світової війни. Сучасний розвиток ОВТ (озброєння і військової техніки) визначається не лише потужністю броні, а здатністю техніки виживати в умовах «прозорого поля бою», де кожен крок фіксується дронами.

Танк залишається головною вогневою силою, але його вигляд та оснащення кардинально змінюються, до прикладу:

- комплексний захист «360°» як традиційне бронювання - комплекси активного захисту, які збивають ракети на підльоті, та масове встановлення систем РЕБ (радіоелектронної боротьби) безпосередньо на баштах для придушення FPV-дронів;

- сенсорна обізнаність через сучасні танки (як-от останні модифікації ***Leopard 2*** чи ***M1 Abrams***) оснащуються панорамними прицілами з тепловізорами 3-го покоління, коли екіпаж отримує «прозору броню» — систему камер, що транслюють зображення;

- дистанційне керування вогнем є сучасним трендом винесення озброєння у безекіпажні модулі, що дозволяє тримати людей у максимально захищеній частині корпусу.

Також важливо згадати, що механізовані підрозділи на БМП (бойових машинах піхоти) та БТР стають частиною єдиного цифрового організму:

- АСУ (Автоматизовані системи управління), які показують, що сучасна БМП — це передусім термінал обміну даними, коли командир у реальному часі бачить на планшеті розташування своїх сил, цілі від розвідки та стріми з дронів;

- посилення вогневої потужності, коли навіть легка бронетехніка тепер отримує протитанкові ракетні комплекси (ПТРК) та автоматичні гармати з програмованим підривом, і це дозволяє вражати піхоту в укриттях або збивати дрони;

- висока мобільність та захист від мін: сучасні машини (наприклад, ***CV90*** чи ***Stryker***) проєктуються з V-подібним дном, що рятує життя екіпажу при підривах, які стали основною загрозою в сучасних конфліктах.

Сучасний розвиток ОВТ можна звести до трьох «цифрових» блоків, серед яких:

- роботизація, тобто включення до складу підрозділів наземних дронів-сателітів, які йдуть попереду техніки, виявляючи міни або вогневі точки;

- дроноцентричність, коли кожна одиниця техніки (танк чи БМП) тепер має власний розвідувальний квадрокоптер для «зазирання за горизонт»;

- гібридність, через поєднання важкої гусеничної техніки для штурмів із швидкими колісними платформами для миттєвих рейдів;

- сучасна техніка механізованих і танкових військ перестає бути просто «машиною з гарматою».

Це складний інтелектуальний комплекс, де інформаційна перевага та захист від повітряних загроз важать стільки ж, скільки товщина сталевого листа. Перемогу здобуває той, хто швидше інтегрує дрони, РЕБ та штучний інтелект у класичну броню.

Гросу Я.М.
Шмалінюк Д.Ф.
НАСВ

БРОНЕТРАНСПОРТЕР ЯК МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНА ПЛАТФОРМА АДАПТИВНОЇ ОБОРОНИ

У 2026 році колісний бронетранспортер (БТР) перестав бути просто «броньованим таксі». Він трансформувався у мультидоменний вузол керування (Multi-Domain Operations - MDO), який інтегрує в собі гібридну енергетику, штучний інтелект (ШІ) для ситуаційної обізнаності та активні системи захисту від роїв дронів.

Гібридна мобільність та «Безшумний режим»

Головним трендом 2026 року став перехід на гібридні дизель-електричні установки.

Стелс-маневр (Stealth manoeuvre, «intonjutsu») – можливість пересування на електротязі (до 10–15 км) робить БТР майже безшумним та значно знижує теплову сигнатуру, що критично для обходу тепловізійних засобів спостереження ворога.

Енергозапас – акумулятори високої ємності живлять потужні системи РЕБ та лазерну зброю без необхідності тримати двигун увімкненим.

Екосистема C-UAS (Протидія дронам)

Через масоване застосування FPV-дронів та скидів БТР 2026 року обов'язково оснащується:

інтегрованим РЕБ купольного типу – автоматичне виявлення та подавлення частот управління дронами;

дистанційними модулями з програмованим підривом – гармати (30–40 мм) використовують снаряди з повітряним підривом для знищення малих БпЛА;

активним захистом (Active Protection Systems), оптимізованим під перехоплення низьколітних швидкісних цілей.

ШІ-асистент та «прозора броня»

Ситуаційна обізнаність досягла рівня цифрового шолома:

екіпаж бачить поле бою крізь броню завдяки системі камер 360° та AR-окулярам (доповнена реальність);

штучний інтелект автоматично маркує цілі (техніка, піхота, загрози) та підказує оптимальний маршрут, орієнтуючись на дані з власних та союзних розвідувальних дронів.

Модульність та безекіпажний потенціал

Сучасні платформи (на кшталт розвитку Patria AMV або українських перспективних розробок) проєктуються за принципом Open Architecture:

швидка зміна ролі – за 4 години БТР може перетворитися з десантного варіанта на мобільний шпиталь, командний пункт або носій керованих ракет;

Optionally Manned (опціонально пілотований/з опціональним екіпажем) – можливість дистанційного керування машиною у найбільш небезпечних зонах (наприклад, при розмінуванні або підвозі боєприпасів під вогнем).

Отже на теперішній час перемагає не той БТР, у якого товстіша сталь, а той, хто швидше обробляє цифрові дані та ефективніше прихований у радіоелектронному спектрі.

Грубель М.Г., д-р техн. наук, професор
Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Шуманський Я.П.
НАСВ

ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ЗРАЗКІВ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Прохідність є інтегральною експлуатаційною характеристикою зразків колісної військової автомобільної техніки, що визначає їх здатність забезпечувати мобільність у складних дорожніх і позадорожніх умовах та ефективно виконувати функціональні завдання за заданих режимів експлуатації. У сучасних дослідженнях у галузях Vehicle Dynamics і Terramechanics прохідність інтерпретується як комплексна властивість, що поєднує параметри рухомості, тягово-енергетичної ефективності та взаємодії рушія з опорною поверхнею. Для військової техніки ця характеристика має визначальне значення, оскільки безпосередньо впливає на оперативність і результативність виконання завдань, що узгоджується з підходами NATO.

Прохідність доцільно розглядати як сукупність геометричної (профільної) та опорно-зчіпної складових. Геометрична прохідність визначається здатністю долати перешкоди заданої конфігурації, тоді як опорно-зчіпна – умовами реалізації тягового зусилля на деформованих опорних поверхнях. Відповідно до Traction Theory, визначальним є співвідношення між тяговим зусиллям на ведучих колесах і сумарними силами опору руху з урахуванням обмежень зчеплення, що становить основу сучасних моделей взаємодії «шина – ґрунт».

Традиційні підходи до оцінювання прохідності, сформовані в системі стандартів ГОСТ, базуються на використанні часткових і узагальнених показників. Часткові параметри (граничний кут підйому, глибина броду, висота та ширина перешкод) забезпечують детальний опис окремих аспектів руху, однак не відображають інтегральної ефективності застосування техніки. Узагальнені показники, зокрема чинник прохідності, враховують зміну швидкісних і вантажних характеристик у складних умовах, проте їх застосування для військової техніки є обмеженим. У сучасній практиці NATO як інтегральний критерій використовується середня швидкість виконання завдання, що відображає реальну мобільність у бойових умовах.

Квантифікація прохідності здійснюється на основі оцінювання руху в граничних умовах із низькою несучою здатністю ґрунтів (розмоклі ґрунти, пісок, сніг). У межах Terramechanics, започаткованої Mieczysław G. Bekker, застосовуються критерії, що враховують баланс тягових і опірних сил та умови зчеплення. Водночас існуючі узагальнені показники, побудовані на емпіричних коефіцієнтах, не забезпечують адекватної оцінки в критичних режимах руху, що обумовлює необхідність розвитку більш універсальних методичних підходів.

З урахуванням сучасних вимог актуальним є формування національної системи оцінювання прохідності, гармонізованої зі стандартами NATO та адаптованої до специфічних природно-кліматичних умов України. Перспективним напрямом є розроблення стандартів типу ДСТУ, які регламентують методи оцінювання геометричної та опорно-зчіпної прохідності на основі типових сценаріїв руху з урахуванням сучасних вимог до військової мобільності. Це передбачає інтеграцію математичних моделей взаємодії рушія з опорною поверхнею в єдиний інформаційний простір для прогнозування логістичних можливостей підрозділів у реальному часі. Такий підхід дозволить не лише уніфікувати технічні вимоги до перспективних зразків озброєння, а й забезпечити високу оперативність маневру в складних умовах.

Грубель М.Г., д-р техн. наук, професор
Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Манзяк М.О., канд. техн. наук
НАСВ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДВІСОК І ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ ПОВНОПРИВОДНИХ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Повнопривідні зразки колісної військової автомобільної техніки (ВАТ) масово використовуються під час ведення російсько-Української війни (рУВ) та залишаються одним з основних видів озброєння та військової техніки (ОВТ). Вони до певної міри перетворились на невід’ємну частину складних систем ОВТ, а також активно використовуються для бойового забезпечення підрозділів. За таких умов можна констатувати, що колісна ВАТ є і у найближчій перспективі була однією з ланок наземного рухомого ОВТ, що зв’язує їх у єдину систему та визначає тактику їх бойового застосування.

Основними експлуатаційними характеристиками таких зразків колісної ВАТ, що визначають їхні можливості виконання завдань під час ведення бойових дій, є високі тягово-швидкісні властивості та конструктивні особливості прохідності. На базі проведеного аналізу можна стверджувати, що закордоном і в Україні випускаються автомобілі, що мають максимальну швидкість біля 100 км/год, **зокрема** MT12 Bedford (Англія), M110E21WM IVECO (Італія), сімейство автомобілів MTVR (MK23, MK25, MK27, MK28 та ін.), Oshkosh (США), E11T SISU (Фінляндія) і КрАЗ-6317, Богдан-6317 (Україна).

Переважна більшість вантажних повноприводних зразків колісної ВАТ виконана за схемою з залежною автономною підвіскою передніх і задніх мостів автомобілів типу 4х4 і передніх мостів автомобілі типу 6х6. В якості пружних елементів використовують листові ресори, рідше гвинтові пружини. Підвіска задніх мостів автомобілів типу 6х6 і 8х8 переважно залежна балансирна і інколи залежна автономна. Повний хід у залежних підвісок зразків колісної ВАТ як українського, так і закордонного виробництва, рідко перевищує 220…250 мм, що є причиною обмеження середніх швидкостей руху за умов поганих доріг і особливо бездоріжжя.

Особливої уваги заслуговують зразки колісної ВАТ такого класу вантажності, підвіска коліс у яких є незалежною. Це забезпечує не тільки плавність руху автомобіля, але й покращує прохідність через збільшений дорожній просвіт за рахунок рознесеної головної передачі та центральний редуктор, що має відповідне передатне відношення та скомпонований між лонжеронами рами.

Показовими у цьому плані та достатньо відомими в Україні є військові автомобілі сімейства Oshkosh MTVR (с колісною формулою 4×4, 6×6 и 8×8) з незалежною підвіскою і навантаженням на вісь більше 7,5 т різноманітного призначення. На усіх машинах сімейств 4×4 і 6×6 застосовані одинакові двигуни та автоматичні коробки передач. В основі уніфікації автомобілів даного сімейства лежать мости з єдиною шиною регульованого тиску моделі 16.00R20 XZL і важільною пружинною підвіскою Oshkosh TAK-4.

Гуляєв А.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Лазарук Ю.В., д-р філософії
ДНДІ ВС ОВТ

ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

З початку повномасштабного вторгнення рф в Україну суттєво змінилася номенклатура озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) механізованих і танкових військ. Наряду з існуючими зразками озброєння пострадянського періоду з’явилися зразки ОВТ, що надійшли від країн-партнерів, наприклад танки “Леопард-1”, “Леопард-2”, “Челенджер”, “Абрамс”, бойові машини піхоти “Бредлі”, “Мардер” та ін., які в своєму складі мають системи внутрішнього контролю та діагностики, що суттєво відрізняє їх від зразків СРСР.

Крім цього, вони мають відмінні від пострадянських зразків калібри озброєння і боєприпасів, номенклатуру пально-мастильних матеріалів, принципи та підходи до технічного обслуговування і ремонту. Це, в свою чергу потребує удосконалення системи матеріально-технічного забезпечення (далі – МТЗ) Збройних Сил України (далі – ЗС України).

В рамках методології загальної теорії систем можливі два принципово різні підходи до удосконалення системи МТЗ ЗС України.

Перший підхід передбачає покращення існуючої системи МТЗ, тобто еволюційне перетворення або ж зміну підсистеми, що наближує її до вимог стандартів і умов функціонування. Метою дослідження в даному випадку є обґрунтування напрямів покращення існуючої системи. Основними позитивними рисами цього методологічного підходу є передбачуваність результату і його реалістичність, а також, як правило, збереження структури системи без суттєвих змін. Разом з тим спроби вирішити проблеми шляхом пошуку причин відхилень параметрів системи від заданих вимог в межах самої системи не забезпечує довгострокової відповідності системи необхідним стандартам і стійкого функціонування системи на рівні сучасних вимог, оскільки причини відхилень системи від заданих вимог можуть бути поза системи.

Другий підхід передбачає проєктування перспективної системи, що включає, як і в попередньому випадку, перетворення або ж зміну системи, але відмінний від аналогічних процесів покращення системи метою, масштабами, методиками і результатами. Метою дослідження в даному випадку є обґрунтування обліку перспективної системи МТЗ.

Якщо існуюча система МТЗ за деякими кількісним показникам та якісним характеристикам не відповідає висунутим до неї вимогам, то таку ситуацію можна визначити як існуючу проблемну ситуацію системи МТЗ. Для вирішення даної проблемної ситуації потребує проведення системного дослідження, включаючи опис (формалізацію), детальний аналіз існуючої і синтез перспективної системи МТЗ, і особливо в частині забезпечення сучасними зразками ОВТ.

Таким чином, обґрунтовуючи структуру і склад перспективної або удосконаленої системи МТЗ ЗС України, слід виходити з двох основних чинників: рівня реального забезпечення виконання завдань, з одного боку, і економічних можливостей держави, що визначають граничні обсяги ресурсів, що виділяються на утримання і розвиток системи МТЗ ЗС України, з іншого боку.

Давидовський Л.С., канд. техн. наук, ст. дослідник
Саковець В.В., д-р філософії
Бісик С.П., д-р техн. наук, професор
НУОУ

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

У XXI столітті війна перестала бути лише політичним або територіальним конфліктом, вона стала випробуванням людської стійкості новими технологіями, що представляють собою останні досягнення людства, конвертовані в летальну, руйнівну зброю. Нажаль, першими носіями цього болючого досвіду стали українські воїни у війні, яку російська федерація (рф) розв’язала проти суверенної України, починаючи з 2014 року та ескалювавши повномасштабну агресію у 2022 році. У цих умовах питання безпеки військовослужбовців Сил оборони України (СУО) набувають важливого соціального значення. Життя і здоров’я захисників значною мірою залежать не лише від оснащеності зброєю, психологічної стійкості, бойового духу, а й від якості засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Для розроблення ефективних ЗІЗ критично важливим є розуміння структури бойової травми, зокрема знання, про який саме фактор і як ушкоджує організм, дозволяє визначити від чого має захищати ЗІЗ, та уникнути «захисту від усього одразу», який є неефективним і надмірно важким. Це дозволяє оптимізувати конструкцію ЗІЗ та сформувати зональну диференціацію захисту (різний захист для різних ділянок тіла). Крім того, розуміння, які ушкодження є критичними, а які другорядними, дозволяє зосередити захист там, де він реально рятує життя, при цьому зберегти ергономіку та боєздатність.

Знання структури бойової травми – це основа переходу від «броня зупиняє кулю» до «система захисту зменшує ймовірність фатального ушкодження організму». Такий підхід спрямований на створення ефективних, науково-обґрунтованих конструкцій ЗІЗ, оскільки випробування можуть формально відповідати стандартам, але не корелювати з реальною бойовою травматикою.

Згідно з статистиками бойових уражень особового складу у різних воєнних конфліктах останніх десятиліть локалізація поранень залежно від анатомічної частини тіла людини постійно змінювалась, що обумовлювалось розвитком засобів ураження, застосуванням ЗІЗ, особливостями характеру бойових дій та іншими обставинами.

В умовах російсько-Української війни у структурі безповоротних втрат СОУ, відповідно до узагальнених результатів судово-медичних експертиз в ході слідчих дій з тілами загиблих військовослужбовців, основними причинами смертельних уражень були вибухи та осколки 87%, з яких 48% – частка мінно-вибухових уражень і 39% – осколкові. Така ж тенденція підтверджується структурою санітарних втрат СОУ, де осколкові поранення у звіті Північного регіону (Куп'янський напрямок) за 1 півріччя 2025 року становлять 96% від усіх вогнепальних поранень (кульові 4%), а у звіті Східного регіону (Покровський напрямок) – 99,1% (кульові 0,9%), переважна більшість яких спричинена вибуховою дією. Наведені результати є унікальними і показово-інформативними, оскільки відображають проаналізовані дані великого масиву поранених за І півріччя 2025 року в умовах технологічної війни в час активної фази бойових дій на найгарячіших напрямках фронту не тільки України, а й світу на поточний момент, і обумовлені застосуванням сучасних, технологічних, дистанційнокерованих засобів ураження.

Дончак А.М., канд. психол. наук
Чаган Ю.А., канд. техн. наук, ст. дослідник
Совік В.В.
НАСВ
Шевчук В.Т.
ВІТВ НТУ "ХПІ"

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ В ЧАСТИНІ ПЛАНУВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА РАХУНОК ІНТЕГРАЦІЇ В ПРОЦЕС ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Напрямом нашого наукового пошуку є створення єдиної автоматизованої системи управління військами, завданням якої є формування єдиного інформаційного простору та уніфікованих процесів щодо збору, узагальнення і аналізу оперативно-бойової інформації, розподілу її серед елементів системи бойового управління військами (підрозділами) та обміну між службовими особами задіяних органів управління (підрозділів), у кінцевому результаті – єдиного розуміння обстановки, що складається у районі застосування підрозділів та навколо них (ситуаційної обізнаності), проведення оперативних (тактичних) розрахунків, моделювання можливих варіантів дій, прогнозування наслідків та розвитку обстановки, контролю положення і стану залучених підрозділів та засобів, обміну інформацією, управління бойовими діями в автоматичному режимі, в тому числі без участі людини, що обумовлює подальше ефективне застосування сил та засобів для виконання бойових завдань.

Управління підрозділами на даний час за допомогою АСУВ здійснюється лише опосередковано. За допомогою систем забезпечується виконання тих чи інших процесів організації та ведення бойових дій. На процеси планування бою витрачається значний час, що в умовах швидкоплинності бою, зміни обстановки вимагає оперативності та інтеграції в АСУВ. Як перехідна альтернатива до повної автоматизації ВППБ варіантом використання АСУВ може бути автоматизована ВППБ під контролем людини з мінімальним її втручанням.

Окрім зазначених напрямів ШІ піддається гнучкості та тренуванню, що дозволяє при певному використанню ШІ під час ВППБ досягати кращих результатів за рахунок навчання сценаріїв бойового досвіду. Існує практика, коли Китайська Народна Республіка використовувала ШІ, які належать Сполученим Штатам Америки через проміжкові сервери для навчання власних ШІ, тому витікає наступна проблематика – захищеність системи ШІ. Існує цивільний досвід, коли ШІ керує людьми, визначає завдання та здійснює контроль виконання, що у військовій сфері тотожно виконанню бойових завдань визначених ШІ. Виникає моральний аспект – навчитися підкорятися ШІ. В Збройних Силах України – на стадії розробки закритого ШІ, що дозволяє у замкнутому закритому та захищеному середовищі використовувати ШІ для вирішення військових завдань, у тому числі для ВППБ. Принцип може бути таким: створено програмне ШІ в замкнутій системі для певного кола посадових осіб, формується база з бойовим досвідом та зразковими варіантами ВППБ, тренування системи та допущення до бойового застосування. В процес ВППБ вже частково можливо залучати ШІ, зокрема до перших п’яти етапів, а в подальшому застосовувати в системі АСУВ повною мірою.

Штучний інтелект може значно підвищувати результативність процесу ВППБ та управління підрозділами в бойових діях, але на сьогоднішній день є допоміжним засобом ВППБ. Подальшим науковим пошуком є повна автоматизації управління підрозділами і зброєю та виключення людини з процесу військового управління, від отримання завдання до його реалізації на полі бою.

Дуйловський А.О.
Набок В.К., канд. військ. наук, старш. наук. співроб.
Цуканов В.Н.
НЦ ВА, м. Одеса

МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ БТОТ НА ОСНОВІ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ

Прийнята у Збройних Сил України планово-попереджувальна (календарна) система технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ), яка заснована на принципах регламентації робіт із жорсткими календарними термінами (показниками наробітку, пробігу), на теперішній час, в умовах відбиття збройної агресії, демонструє певне зниження ефективності. Це зумовлено тим, що дана система розрахована в основному на підтримання в працездатному стані зразків БТОТ, які перебувають у безперервній або циклічній експлуатації, як правило, не більше 15-17 років, тоді як більша частина з них експлуатується у Збройних Силах України понад 20 років. Крім того, дана система концептуально не відповідає процедурам обслуговування та відновлення пошкодженого БТОТ іноземного виробництва, що надходить до військових частин за міжнародною технічною допомогою від країн-партнерів. Велике різноманіття номенклатури

таких зразків БТОТ створює безпрецедентні виклики для системи логістики саме в умовах інтенсивної експлуатації та значної кількості бойових пошкоджень. Саме тому, критично актуальним є перехід до потенційно більш ефективної стратегії ТОіР за технічним станом.

В даній доповіді висвітлюються концептуальні основи побудови моделі цифрової трансформації системи ТОіР БТОТ за технічним станом на основі CALS-технологій та можливі шляхи її імплементації.

Сутністю зазначеної трансформації є розроблення практичної архітектури цифрового управління життєвим циклом, в якому обслуговування ініціюється не графіком, а реальними даними моніторингу. Запропонована архітектура базується на трирівневій структурі: апаратному рівні (датчики, RFID-мітки), інформаційному (єдина база даних БТОТ та інтерактивні електронні публікації – ІЕТР) та організаційному (центри логістичної підтримки на базі виробників) рівнях. Модель працює як горизонтально інтегроване середовище, в якому дані про стан вузлів через захищені канали передаються до «цифрового двійника» (Digital Twin). Це дозволяє прогнозувати ймовірність відмов та превентивно готувати ресурси для різних модифікацій техніки. Основним принципом є безперервність підтримки (Continuous Acquisition and Life-cycle Support). Логіка управління переноситься з «реактивної» (ремонт після поломки) на «проактивну» (превентивні дії на основі аналізу тенденцій зносу). Декомпозиція загальної задачі дозволяє кожному абоненту мережі – від екіпажу до підприємства промисловості – мати доступ до актуального статусу одиниці техніки.

Важливим аспектом є адаптація застарілої техніки до єдиного логістичного контуру через «цифровізацію спадщини». Це передбачає створення електронних паспортів, оснащення критичних агрегатів зовнішніми сенсорами та використання аналізу даних (Big Data) для оцінювання фактичного стану зразка. У перехідний період доцільною є гібридна модель, тобто новітня західна техніка обслуговується повністю за технічним станом, тоді як застаріла – за модернізованим принципом із корекцією термінів робіт залежно від інструментального контролю. Проведений аналіз свідчить про те, що впровадження такої моделі дозволяє швидко інтегрувати новітні зразки БТОТ в систему ТОіР та може забезпечити потенційне скорочення середнього часу відновлення техніки до 30%.

Дурач В.М.
Ткачук П.В.
НАСВ

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ

Висновки з чотирьох років російсько-Української війни показують, що основними напрямами вдосконалення систем управління вогнем (СУВ) зразків вітчизняного і західного бронетанкового озброєння (БТО) визнано:

- забезпечення інтеграції СУВ зразків БТО в єдину систему ситуаційної обізнаності;
- зростання дальності виявлення та розпізнавання цілей;
- використання цілодобових, всепогодних та перешкодо-захищених прицілів;
- впровадження та вдосконалення систем “покращення” візуалізації цілі;
- забезпечення автоматизованого пошуку, ідентифікації та ураження живої сили з протитанковими засобами, пошуку та ідентифікації цілей типу танк, БМП, БТР тощо з автоматизованою підготовкою варіанта рішення командира щодо їх знищення;

- впровадження систем автоматичного стеження за цілями, у тому числі заснованих на технологіях машинного зору і штучного інтелекту;

- інтелектуальне маскування для зменшення помітності зразків БТО;

- комбінування приладів, що працюють у різних діапазонах електромагнітних хвиль, у тому числі з комплексуванням різних каналів спостереження;

- поліпшення кругового огляду з броньованого об'єкта для всіх членів екіпажу тощо.

Разом з тим аналіз функціональних можливостей, будови і тактико-технічних характеристик СУВ сучасних та перспективних зразків БТО показав, що із застосуванням систем попередження про лазерне опромінення значно втрачається ефект несподіванки при проведенні першого вогневого контакту з противником, який має можливість організовувати протидію лазерній системі. При цьому сама дислокація зразка БТО буде значною мірою виявлена ще до відкриття вогню, що негативно позначиться на його живучості, внаслідок організації зустрічного вогневого впливу.

Виходячи з цього є актуальною задача реалізації додатково до штатних лазерних засобів для СУВ сучасних зразків БТО можливості у реальному масштабі часу визначення дальностей, координат та параметрів руху всіх виявлених цілей та важливих об'єктів у пасивному режимі, не пов'язаних із впливом на цілі активного випромінювання.

Розв'язання цього завдання можна досягти за рахунок:

- розміщення на зразку БТО системи зовнішнього відеоспостереження, що забезпечує спільно зі штатними прицілами багаторазове перекриття своїми полями зору простору навколо броньованого об'єкта, що оглядається;

- розширення функціональних можливостей блока цифрової обробки СУВ шляхом введення в нього додаткових запрограмованих модулів, що забезпечують комплексну автоматичну обробку відеозображень з оптико-електронних каналів прицілів, приладів і камер системи зовнішнього відеоспостереження (СЗВС).

Для забезпечення кругового огляду місцевості екіпажем пропонується по периметру башти зразка БТО встановлювати окремі оптичні блоки, що формують СЗВС. Кількість блоків СЗВС та схема їх розміщення на зразку БТО можуть бути визначені з урахуванням значень кутів полів зору їх об'єктивів, параметрів пристроїв фотофіксації навколишнього бойового простору і планованої дальності роботи СЗВС.

Дюбанов О.О.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Військова автомобільна техніка Збройних Сил України є ключовим елементом у забезпеченні мобільності, функціонування логістики і виконанні бойових завдань та забезпеченні бойової готовності Сухопутних військ Збройних Сил України. Її розвиток визначає та обумовлює ефективність виконання завдань в ході російсько-Української війни.

Основні напрями розвитку.

Модернізація парку військової автомобільної техніки: подальша поступова заміна застарілих радянських зразків (морально і технічно застаріли, вичерпали свій ресурс) на сучасні військові автомобілі з підвищеною мобільністю та захищеністю.

Локалізація виробництва: розширення частки українських виробників щодо виробництва автомобільної техніки і окремих вузлів, агрегатів та розхідних матеріалів, що забезпечить незалежність від імпорту та пришвидшить постачання запчастин і зменшить вірогідність затримок, пов'язаних з логістикою.

Інтеграція стандартів: уніфікація автомобільної техніки відповідно до STANAG, що підвищує сумісність із союзниками (країнами–членами НАТО).

Інновації та цифровізація: впровадження телеметрії, систем управління автопарком, діагностики та роботизованих систем.

Перспективні завдання: підвищення мобільності, створення всюдихідних платформ, відповідно до умов України.

Захист особового складу (механіків-водіїв): інтеграція броньованих кабін та модулів.

Оптимізація логістики: розробка транспортних засобів для перевезення габаритних вантажів, озброєння та боєприпасів.

Енергетична ефективність: використання гібридних та електричних силових установок.

Автоматизація процесів: застосування систем управління та діагностики для зниження навантаження на персонал (особовий склад).

Виклики та ризики.

Високі витрати на розробку та серійне виробництво.

Необхідність швидкої доставки автомобільної техніки в зону ведення бойових дій.

Технологічні бар’єри і потреба у навчанні та підвищенні кваліфікації офіцерського, сержантського і рядового складу.

Залежність від імпорту критичних компонентів (оптика, електроніка).

Висновки й пропозиції.

Перспективи розвитку військової автомобільної техніки Сухопутних військ Збройних Сил України полягають у виробництві і масовому впровадженні сучасних українських зразків, підвищенні їх мобільності та захищеності, адаптації та інтеграції до міжнародних стандартів НАТО. Це створить основу для функціонування ефективної системи логістики, що критично важливе для ведення сучасної війні (бойових дій) з огляду на досвів, здобутий в ході російсько-Української війни.

Єгоров С.В.
НАСВ

МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТРЕНАЖЕРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПІДГОТОВКИ СНАЙПЕРІВ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ БОЄПРИПАСІВ

У сучасних збройних конфліктах високої інтенсивності роль снайпера як інструменту точкового та психологічного впливу на противника критично зростає. Однак підготовка таких фахівців стикається з проблемою дефіциту спеціалізованих високоточних боєприпасів та необхідністю скорочення термінів навчання без втрати його якості. Традиційна вогнева підготовка з використанням великої кількості боєприпасів на полігоні стає економічно обтяжливою та логістично складною. Мультимедійні тренажери в таких умовах переходять із розряду допоміжних засобів у статус стратегічної технології, що дозволяє проводити глибоку автоматизацію та інтенсифікацію навчального процесу.

Сучасні мультимедійні комплекси базуються на поєднанні систем доповненої або віртуальної реальності із високоточними алгоритмами балістичного розрахунку. На відміну від застарілих лазерних тирів, ці системи моделюють повний цикл пострілу:

- врахування деривації, ефекту Коріоліса, атмосферного тиску, вологості, температури місцевості та порохового заряду;
- симуляція вітру (вітрові потоки, зміна напрямку вітру на різних ділянках траєкторії);
- використання масогабаритних макетів реальних гвинтівок з інтегрованими датчиками положення тіла, зусилля на спусковий гачок та систем імітації віддачі.

Використання мультимедійних тренажерів в підготовці снайперів має низьку переваг, а саме:

- тренажер дає змогу виконати необхідну кількість пострілів для постановки базових навичок стрільця, а також підтримувати та вдосконалювати вже існуючи навики досвідченого снайпера;
- мультимедійні платформи дозволяють за секунди змінювати локацію (місто, ліс, гори) та час доби, а також створювати стресові ситуації (обмеження часу, рухомі цілі, візуальні завади), що в реальних умовах потребувало б значних логістичних витрат;
- початкове навчання у віртуальному середовищі знімає страх від пострілу у новачків, дозволяючи зосередитися на техніці, а згодом поступово впроваджувати елементи психологічного тиску через VR-симуляцію;
- автоматизована система моніторингу відстежує мікрорухи ствола під час прицілювання, амплітуду дихання та плавність спуску гачка, що дозволяє інструктору миттєво виявляти приховані помилки, які неможливо помітити під час реальної стрільби;
- снайпер і інструктор бачать траєкторію польоту кулі та точку влучання відразу після пострілу, у реальних умовах на великих дистанціях перевірка результату та аналіз промаху вимагають багато часу на огляд мішеней або коригування через оптику.

Таким чином, впровадження мультимедійних тренажерів у систему підготовки снайперських підрозділів дозволяє радикально підвищити коефіцієнт корисної дії навчального процесу. Це забезпечує перехід від кількісного настрілу до якісного відпрацювання кожної фази пострілу, що є єдиним ефективним шляхом підготовки елітних фахівців в умовах жорсткої економії ресурсів та часу.

Жубінський Ф.Ф.
НУОУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИНЦИПІВ ТА СПОСОБІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Забезпечення засобами ураження механізованих та танкових підрозділів відіграє вирішальну роль в підтриманні боєздатності військ, утриманні оборонних позицій та районів, спроможності військ вести контрнаступальні та наступальні дії. З метою безперервного забезпечення військ засобами ураження частина запасів зберігається на місцях тимчасового зберігання в польових умовах.

З урахуванням постійного удосконалення розвідувально-ударних комплексів та переходу засобів збройної боротьби на новий щабель розвитку сучасні тенденції зберігання засобів ураження в польових умовах фокусуються на децентралізації, маскуванні та захисті від високоточної зброї та БПЛА.

Основні принципи включають дроблення запасів, обладнання фортифікаційних споруд (бліндажі, капоніри тощо) з інженерним захистом, швидке переміщення та використання захисних екранів, в тому числі для маскування. Децентралізація складів передбачає відмову від великих польових складів на користь багатьох дрібних, розподілених по місцевості, що мінімізує втрати при влучанні. Облаштування польових сховищ у вигляді капонірів, землянок, перекритих щілин, що захищають від уламків та ударної хвилі, є основою їх інженерного обладнання. Використання спеціальних маскувальних сіток, що приховують засоби ураження від тепловізійних пристроїв та дронів з урахуванням рельєфу та рослинності, надають змогу збільшити їх захисні властивості.

Для підвищення мобільності здійснюється використання контейнерів та палет, які можна швидко завантажити та перемістити для уникнення руйнівних наслідків від ворожих обстрілів. З метою забезпечення вибухопожежобезпеки проводиться сортування боєприпасів за типом та ступенем небезпеки.

За досвідом країн–членів НАТО для забезпечення безпечного зберігання та транспортування небезпечних вантажів у Збройних Силах України та інших складових Сил оборони запроваджена міжнародна система класифікації. При класифікації здійснено поділ небезпек, що вказує на первинний тип небезпеки, який слід очікувати у випадку аварії:

масовий вибух (підклас 1.1);

проекційний, але не масовий вибух (підклас 1.2);

пожежа та променеве тепло (підклас 1.3);

незначна небезпека (підклас 1.4);

масовий вибух з низькою ймовірністю ініціювання речовин (підклас 1.5);

вибух одного місця зберігання, з низькою ймовірністю ініціювання (підклас 1.6).

Кожен з даних підкласів засобів ураження вимагає дотримання певних принципів та способів зберігання, які мінімізують наслідки у випадку виникнення небезпечної ситуації.

Заболотнюк В.І., канд. іст. наук, ст. дослідник
НЦСВ НАСВ

НЕПЕРЕРВНІСТЬ ВІЙСЬКОВИХ ТРАДИЦІЙ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ: ДОСВІД ВІЙСЬКОВОЇ ЕМІГРАЦІЇ У НІМЕЧЧИНІ

В умовах сучасних бойових дій, що характеризується високою інтенсивністю, динамічністю та значною роллю інформаційного компоненту, ефективність підрозділів безпосередньо залежить від здатності швидко накопичувати, передавати та застосовувати бойовий досвід. У гібридних конфліктах це завдання ускладнюється фрагментацією середовища, нестабільністю управління та необхідністю дій в умовах обмеженого ресурсу часу.

Практика військової еміграції, зокрема української, у Німеччині у XX столітті демонструє можливість забезпечення неперервності підготовки військових кадрів за відсутності централізованої системи управління. В еміграційному середовищі фактично функціонувала децентралізована система збереження та передачі бойового досвіду, орієнтована на підтримання готовності до можливого бойового застосування.

Ключовими елементами функціонування такої системи виступали, передусім, збереження командного ядра як носія управлінського досвіду та забезпечення безперервності ієрархії управління, що дозволяло підтримувати керованість і внутрішню організацію навіть за відсутності формалізованих інституцій. Важливу роль відігравала передача практичного бойового досвіду шляхом безпосередньої взаємодії за принципом «командир – підлеглий», де знання передавалися не у вигляді абстрактних положень, а через конкретні приклади дій, розбір ситуацій і відпрацювання алгоритмів прийняття рішень.

Не менш значущим було відтворення тактичних моделей дій у процесі підготовки, що передбачало моделювання типових бойових ситуацій, відпрацювання варіантів реагування на зміну обстановки та закріплення стандартів поведінки підрозділів у різних умовах. Це забезпечувало формування у особового складу стійких навичок дій у бою та здатності діяти в умовах невизначеності.

З позицій сучасного військового управління зазначений досвід доцільно розглядати як модель організації інформаційного забезпечення бойової підготовки в умовах децентралізованих та розподілених систем. Неперервність військових традицій у цьому випадку виступає механізмом збереження та передачі тактичних алгоритмів дій, управлінських рішень і поведінкових моделей особового складу.

Інтеграція таких підходів у сучасні інформаційно-аналітичні системи дозволяє забезпечити накопичення бойового досвіду, його структуризацію та оперативне доведення до підрозділів. Це створює передумови для скорочення часу на підготовку, підвищення злагодженості дій та адаптації до змін обстановки.

В умовах сучасної Війни за Незалежність України зазначені підходи мають прикладне значення, оскільки дозволяють підвищити ефективність бойового застосування підрозділів за рахунок системного використання накопиченого досвіду.

Висновки. Неперервність військових традицій є дієвим інструментом забезпечення бойової готовності, що реалізується через ефективну передачу тактичного досвіду та підтримання управлінських спроможностей. Використання досвіду військової еміграції дозволяє вдосконалити сучасні підходи до підготовки військ і підвищити результативність їх застосування в умовах гібридної війни.

Задорожний І.С., д-р техн. наук, професор
Байцурак С.І.
Нікіфоров Г.С.
Найко А.П.
ДНДІ ВС ОВТ

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ З КІНЕТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОТИДІЇ FPV-ДРОНАМ

Сучасні бойові дії характеризуються широким застосуванням малорозмірних безпілотних повітряних цілей (зокрема FPV-дронів), що створює критичні загрози для бронетехніки. Традиційні підходи до оцінювання ефективності систем активного захисту (КАЗ), які базуються переважно на геометричних або ймовірнісних показниках, не забезпечують адекватного врахування реальних часових обмежень функціонування систем.

Метою роботи є розроблення методики випробувань КАЗ, що базується на часових критеріях гарантованого перехоплення та дозволяє кількісно оцінювати ефективність системи в умовах обмеженого часу реагування.

В основу підходу покладено спрощену кінематичну модель взаємодії «перехоплювач – ціль» для лінійного варіанта атаки на завершальній ділянці. Ключовим параметром є сумарна затримка реагування системи: $\tau = t_{виявл} + t_{обробки} + t_{рішення} + t_{пуску}$.

Запропоновано часовий критерій гарантованого перехоплення у вигляді максимально допустимої затримки: τmax = (D – C) / VB, де D – дальність виявлення, C – мінімально допустима дистанція; VB – швидкість цілі. Узагальнення для довільної точки перехоплення для координати x: τmax(x)=(D−x)/VB−x/VA, де VA – швидкість кінетичного засобу ураження.

Введено інваріантний показник — підсумковий універсальний запас часу: Δτ = τmax − τreal, який характеризує часову стійкість системи: Δτ > 0 – гарантоване перехоплення; Δτ = 0 – граничний режим; Δτ < 0 – перехоплення не забезпечується.

Показано, що при змінній швидкості цілі (зокрема при прискоренні FPV-дрона) значення τ_{max} істотно зменшується, що призводить до втрати гарантованості навіть за незначних затримок системи. Для умов невизначеного руху запропоновано консервативний підхід із використанням максимальної швидкості цілі.

Встановлено, що мінімально допустима дальність перехоплення визначається сукупністю обмежень: Dmin = max (Dкін, Dгеом, Dдин, Dінф, Dбезп), що дозволяє формалізувати вимоги до системи.

Наукова новизна полягає у переході від геометричного до часово-інваріантного підходу оцінювання ефективності КАЗ, введенні критерію максимально допустимої затримки реагування та інтегрального показника запасу часу Δτ.

Практична значущість полягає у можливості використання запропонованої методики для: планування та проведення випробувань КАЗ; формування тактико-технічних вимог; оцінювання стійкості систем до змін параметрів цілі; розробки алгоритмів керування.

Запропонований підхід забезпечує перехід від оцінювання «факту ураження» до оцінювання запасу часу та стійкості системи, що є критично важливим в умовах сучасних загроз.

Зеленюх О.М.
Дуфанець І.Б.
Болкун І.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ

У перспективі розвитку військової техніки важливе місце займає автомобільна техніка, яка широко використовується у різних сферах діяльності Збройних Сил. Вона забезпечує мобільність військ, перевезення особового складу, доставку матеріально-технічних засобів, евакуацію поранених та виконання бойових і допоміжних завдань. Саме автомобільна техніка є основою швидкого реагування військових підрозділів на зміни бойової обстановки.

У сучасних умовах ведення бойових дій значення автомобільної техніки постійно зростає. Сучасні війни характеризуються високою мобільністю, використанням безпілотних літальних апаратів, високоточної зброї та систем радіоелектронної боротьби. У таких умовах військові автомобілі повинні бути не лише швидкими та прохідними, а й захищеними, економічними та здатними діяти в автономному режимі.

Однією з головних тенденцій розвитку є впровадження систем автономного водіння та дистанційного керування. Такі технології дозволяють створювати транспортні засоби, здатні виконувати завдання без безпосередньої участі водія. Це особливо важливо в умовах підвищеної небезпеки, коли ризик для життя військовослужбовців є дуже високим.

Автономні машини можуть використовуватися для доставки боєприпасів, пального, продовольства, медичного майна, а також для евакуації поранених із небезпечних районів. Вони здатні діяти в умовах мінної небезпеки, артилерійських обстрілів або хімічного зараження місцевості.

Сучасні автомобільні системи повинні оснащуватися комплексами сенсорів, включаючи камери, радари, лідари, а також системами навігації та захищеного зв'язку. Важливу роль відіграє використання штучного інтелекту, який забезпечує обробку великих обсягів даних, планування маршрутів та прийняття оптимальних рішень.

Важливою складовою розвитку є також кіберзахист автомобільних систем, оскільки вони можуть стати об'єктом впливу засобів радіоелектронної боротьби противника. Тому перспективна техніка повинна мати захищені мережі, резервні канали зв'язку та автономні режими роботи.

Окрему увагу приділяють підвищенню рівня захищеності автомобільної техніки. Сучасні військові автомобілі оснащуються броньованими кабінами, протимінним захистом та системами активного захисту. Для цього використовуються новітні композитні матеріали та спеціальні конструкції днища.

Не менш важливим є розвиток енергетичних установок автомобільної техніки, зокрема впровадження гібридних та електричних силових агрегатів. Це сприяє зниженню теплової та акустичної помітності, підвищенню економічності та автономності транспортних засобів.

Ще одним напрямом розвитку є використання модульного принципу побудови автомобільної техніки. Це дозволяє на базі однієї платформи створювати різні варіанти машин: транспортні, санітарні, ремонтні або бойові.

Таким чином, розвиток автомобільної техніки у військовій сфері спрямований на підвищення автоматизації, безпеки та ефективності її застосування. Автономні системи, нові джерела енергії та сучасні засоби захисту визначатимуть майбутнє військової логістики та мобільності військ.

Іващенко С.В.
Диптан В.П., канд. військ. наук, доцент
Опенько П.В., канд. техн. наук, ст. дослідник
НУОУ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОЦЕСІВ ЕКСПЛУАТУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ І СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ АРМІЙСЬКОЇ АВІАЦІЇ В ОПЕРАЦІЯХ

Успішне виконання завдань зведеними вертолітними загонами (ЗВЗ) за досвідом війни за Незалежність України безпосередньо залежить від спроможності системи забезпечення матеріальними засобами (СЗМЗ), в тому числі і підтримувати технічну готовність парку автомобільної та спеціальної техніки (А і СТ). Враховуючи значну частку техніки випуску до 1992 року, існуючі методики оцінювання ефективності потребують уточнення на основі реальних показників надійності та характеру накопичення відмов.

Метою роботи є обґрунтування методичного підходу до розрахунків показника ефективності СЗМЗ процесів експлуатації та відновлення А і СТ, який дозволить здійснювати оперативне планування діяльності мобільних ремонтних груп (МРГ) та розраховувати параметри рухомого запасу ("Mobile Buffer") СЗМЗ в районах майданчиків базування та підскоку ЗВЗ.

Запропонований підхід базується на використанні методів операційного аналізу та теорії логістичного управління спроможностями військ (сил) і реалізується за наступним порядком:

1. На основі бойових завдань на операційну добу, що ставляться ЗВЗ визначається кількість та необхідний ресурс А і СТ для забезпечення бойової роботи авіаційної техніки. Вводиться коефіцієнт технічного стану (зношеності), розрахований за результатами аналізу випадків поточних ремонтів та відновлювальних робіт, що враховує критичне зношення вузлів та агрегатів систем застарілого парку А і СТ.

2. Обчислюється ймовірність безвідмовної роботи техніки в конкретних метеорологічних та дорожніх умовах. Визначається ресурс автономності СЗМЗ без зовнішнього поповнення запасів.

3. Розраховується показник логістичної стійкості. При визначеному значенні цього показника СЗМЗ оцінюється як такою, що критично вичерпала свій потенціал стійкості, що загрожує зривом забезпечення вильотів авіації через неможливість автономно компенсувати відмови А і СТ.

4. На основі розрахунків визначається обсяг превентивного маневру ресурсами “Mobile Buffer” та графік висування МРГ до районів розосередження ЗВЗ.

Таким чином, розроблений методичний підхід дозволяє перейти від реактивного відновлення техніки до випереджального управління технічною готовністю А і СТ. Це гарантує безперебійне забезпечення бойових вильотів зведених авіаційних загонів за рахунок оперативного маневру матеріальними засобами в умовах обмеженого часового ресурсу.

Кадиляк А.Т.
Миколайчук В.В.
Степанов С.С.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТАНКІВ У ВІЙНАХ СУЧАСНОСТІ

Повномасштабне вторгнення російських військ в Україну поклало початок кардинальних змін у воєнній науці, способах та методах застосування озброєння, спонукало воєнну науку до вдосконалення кожного її елементу, а конструктори та виробники зброї отримали небачений імпульс у виготовленні новітніх збройових систем.

Про рівень розвитку безпілотних наземних та авіаційних комплексів свідчить тренд у повідомленнях в теперішніх новинах світу: про знищені дронами об’єкти на лінії зіткнення, зупинені колони ворога, знищені важливі об’єкти в тилу ворога чи на території росії, евакуйованих з "нуля" поранених, звільнення населених пунктів і таке інше.

Проте нанесення вогневого ураження противнику, утримання займаних позицій чи звільнення окупованих територій, як і раніше, приходиться здійснювати за допомогою наземних "звичайних" видів озброєння, в тому числі і в першу чергу танків. Починаючи з 2014 року, наявність на позиції танка була цементуючою основою стійкості її утримання. Розвиток способів застосування цього виду бойових машин в період до початку повномасштабного вторгнення російських військ призвів до їх певного удосконалення і модернізації.

В ході війни розвиток засобів ураження значно випереджає здатність наявних зразків озброєнь захиститись від них. Як результат, вартість знищених машин у відношенні до засобів їх ураження неспівставні. Природно постають питання: чи актуальні на сучасному полі бою броньовані машини? Яким повинен бути танк, здатний забезпечити виконання бойових завдань в умовах панування недорогих, масових і надзвичайно ефективних засобів ураження?

Промисловість жодної країни світу не здатна оперативно реагувати на розвиток засобів ураження і, відповідно, удосконалювати наявну техніку, розробляти новітні зразки і забезпечувати ними збройні сили. Для цього потрібні час, великі гроші, мобілізація та напруження відповідних сил і засобів.

На думку авторів, підхід до вирішення питання застосування танків на полі бою має бути комплексним: комбінована система захисту танка від зовнішніх загроз, впровадження технологій ситуаційної обізнаності та елементів штучного інтелекту в управлінні системами захисту. При цьому одна бойова одиниця не зможе протягом всього бойового завдання забезпечувати свою живучість без додаткових сторонніх засобів з розвідки й виявлення загроз, прикриття засобами РЕБ та вогневими засобами тощо. Слід зрозуміти, що при усій своїй потужності і вогневій міці танк – це лише вістря у комбінації усіх засобів, що виконують кожен своє завдання з однією метою.

Тож чи можливо в короткий термін вирішити подібне завдання? Які кошти необхідно вкласти для цього? Яка ефективність цієї комплексної системи?

Для формування відповіді необхідні ґрунтовні дослідження по даному напряму, випробовування, узагальнення та впровадження досвіду.

І лише при забезпеченні цих умов танки залишатимуться тією силою, яка здатна відбивати і зупиняти наступ противника, а в подальшому стати запорукою звільнення окупованих територій.

Життя показує, що в сучасному світі реалізація найскладніших завдань можлива при наявності волі, бажання та зосередженні зусиль колективів і особистостей.

Касімов А.М., канд. техн. наук, доцент
Пашуба А.С.
Кузьмін В.М.
Столяров С.А.
ВІТВ

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ШРАПНЕЛЬНОГО БОЄПРИПАСУ ДЛЯ ТАНКОВИХ ГАРМАТ, ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ЩОДО РОЗРОБКИ

Тактика дій противника постійно змінюється та адаптується під сучасні виклики сьогодення, у взаємодії з технічною складовою. Основна риса – це дистанціонування між бойовими порядками. Противник в ході наступальних дій здійснює рух малими групами, що розосереджуються на значній відстані (25 – 100 метрів). Під час висування до позицій сил оборони противник всебічно застосовує місцеві предмети (рослинність) з метою тактичного маскування. Особливе значення в діях противника набуває просочування (інфільтрація) в позиції сил оборони. Разом з тим виникає необхідність ураження живої сили противника на широкому рубежі одночасно.

Конструкторськими бюро противника наприкінці 1990-х – 2000-х років був розроблений 125 мм осколково-шрапнельний артилерійський постріл до гладкоствольної гармати танка Т-90, з підривом на траєкторії польоту. Зазначений боєприпас є одним з відомих танкових боєприпасів, решта подібних за дією артилерійських снарядів – це боєприпаси до артилерійських систем.

З огляду на викладене, ефективна вогнева протидія штурмовим підрозділам противника передбачає знищення його малих груп, в тому числі на мототехніці на відстанях до 200, по фронту до 100 метрів. Також можливим є ефективне застосування подібних боєприпасів проти піхоти противника, яка ховається у лісосмугах та чагарниках, особливо у весняно-літній період. Ведення вогню одночасно двома-трьома танками одночасно може забезпечити відносно широкий фронт і велику площу ураження. Основною вимогою до танкових боєприпасів шрапнельної дії залишається висока ймовірність ураження високомобільної живої сили противника і засобів пересування в межах визначеної площі, що має досягатися за рахунок великої щільності і значної пробивної дії вражальних елементів. Вражальні елементи (шрапнель) зазначених боєприпасів мають забезпечити пробиття легких укриттів та зберігати кінетичну енергію на максимальній відстані.

Конструктивно слід передбачити “виштовхування” вражальних елементів одразу після вильоту снаряда з каналу ствола гармати і їх розсіювання залежно від дальності до цілі за рахунок порохового заряду (без додаткових зарядів в будові боєприпасу). Також обов’язковим для врахування є унеможливлення дії вражальних елементів по своєму танку з метою виключення пошкодження ствола гармати та приладів прицілювання і спостереження. З огляду на викладене будова має включати такі основні компоненти, як роздільний корпус, та шрапнельне наповнення. Визначена конструкція виключає додаткові механізми сповільнення, детонації та стабілізації. Результатом випущених вражальних елементів є утворення “еліпса” розсіювання, розтягнутого максимально по фронту та низького по “висоті”.

Розглянута ідея в подальшому потребує розроблення математичних основ для розрахунку форми та маси вражальних елементів, а також опрацювання особливостей конструкції корпусу.

Каторгін О.М.
Мормило Я.М., д-р філософії
Данильченко В.П.
Оксенич М.В.
Гамов Д.Г.
ДП «ХКБМ»

БОЙОВИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ УРАЖЕННЯ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ПРОТИВНИКА

Еволюція засобів повітряного нападу поставила класичну ППО перед парадоксом: використання зенітних ракет вартістю у сотні тисяч доларів проти БпЛА вартістю кілька десятків тисяч доларів є шляхом до економічного самогубства. Насичення неба «шахедами» та FPV-дронами вимагає зміни парадигми. Рішенням стає перехід від вартісних ракет до інтелектуальних дистанційно керованих бойових модулів (ДКБМ), що базуються на гарматних системах високої точності.

Центральною ідеєю сучасного ДКБМ є поєднання вогневої потужності 30-мм автоматичної гармати та технології програмованого підриву AHEAD (Advanced Hit Efficiency And Destruction). Це дозволяє реалізувати принцип «одна черга – одна знищена ціль».

Замість спроб прямого влучання у маневрену малорозмірну ціль, система програмує підривник снаряда безпосередньо у момент вильоту зі ствола. На розрахованій дистанції снаряд викидає конус вольфрамових субелементів. Це створює зону гарантованого ураження цілі.

Сучасний модуль – це не просто зброя, а автономна інтелектуальна екосистема, що складається з чотирьох критичних компонентів:

1. Цифрова РЛС супроводу: малогабаритна станція з фазованою антенною решіткою (ФАР) забезпечує первинне виявлення цілей із низькою ЕПР (пластикові БпЛА) на відстанях до 10 км.

2. Мультиспектральна ОЕС: оптико-електронна станція з тепловізійним каналом та лазерним далекоміром дозволяє «бачити» об'єкти на відстані 2+ км.

3. Нейромережевий балістичний обчислювач: штучний інтелект у реальному часі класифікує об'єкт («птах/дрон/крилата ракета») та миттєво розраховує поправки на вітер, швидкість цілі і т.п.

4. Програматор для програмованих боєприпасів.

Сучасний модуль має самостійно:

- супроводжувати ціль, утримуючи її в перехресті прицілу незалежно від маневрів;
- оптимізувати вогонь: визначати ідеальний момент для пострілу, що критично важливо для економії боєкомплекту з використанням програмованих боєприпасів.

Перехід на 30-мм інтелектуальні модулі забезпечує:

- десятикратне зниження вартості перехоплення: один постріл програмованим снарядом у рази дешевший за найпростішу зенітну ракету;
- живучість: оператор перебуває у захищеному укритті, дистанційно керуючи модулем;
- універсальність: окрім роботи у режимі ППО, модуль ефективно працює по легкій бронетехніці та живій силі противника.

Створення вітчизняних модулів із використанням програмованих боєприпасів – це стратегічна необхідність та єдиний шлях до створення “антидронового щита”, здатного витримати масовані атаки на виснаження ППО. Інтелектуалізація вогню перетворює артилерію на сучасну високоточну зброю, де перемагає не кількість випущеного металу, а точність алгоритмів.

Клименко В.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Чередніченко Є.В.
Гнилянський І.І.
ВА (м. Одеса)

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДСИСТЕМИ ЕВАКУАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ БОЙОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Незважаючи на те, що Збройні Сили України комплектуються практично всіма новими (модернізованими) основними видами озброєння і військової техніки, стан зразків ОВТ характеризується швидкими темпами морального та фізичного старіння.

Отже відновлення військової техніки залишається пріоритетним принципом забезпечення та поповнення втрат в зразках ОВТ.

На основі останніх публікацій та матеріалів бойового досвіду можна зробити наступні висновки: збільшення оцінки ефективності підсистеми евакуації зразків ОВТ можливе за рахунок комплексного впровадження наступних заходів: збільшення засобів евакуації, скорочення часу на евакуацію, більш якісна підготовка особового складу підрозділів, залучених до евакуації, підвищення рівня живучості підрозділів технічного забезпечення та засобів евакуації і найголовніше – модернізація існуючих зразків військової автомобільної та бронетанкової техніки з метою їх використання як евакуаційних засобів.

Комплексність підсистеми евакуації зразків ОВТ в сучасному мультимодальному бойовому середовищі, як складової системи технічного обслуговування і ремонту ОВТ є ключовим показником ефективності і обумовлюється наявністю та можливістю використання засобів евакуації. Характерною особливість специфіки застосування засобів евакуації є їх обладнання відповідними евакуаційними пристроями що дозволяють реалізацію відповідного способу евакуації зразків ОВТ в бойових умовах в найкоротший термін.

Евакуаційні пристрої засобів евакуації загалом можна класифікувати за наступними показниками: тяга на гаку евакуаційного автомобіля, зразка ОВТ (важкі, середні, легкі), тип ходової частини (колісної, гусеничної), спосіб переміщення пошкодженого зразка ОВТ (буксирування, перевезення). Мінімізація процесу модернізації реалізувалась за рахунок виготовлення та встановлення робочого органу з максимальним показником підйому ваги близько 25 т що фактично являє собою вагу БКМ.

Реалізація запропонованого методу модернізації існуючих зразків військової техніки на базі застарілих зразків багатовісних колісних шасі з метою їх використання як евакуаційних засобів призвело до підвищення комплексного показника ефективності функціонування підсистеми евакуації на 15–25% в частинах технічного забезпечення за рахунок укомплектування цих частин модернізованими засобами евакуації, без перерозподілу зразків ОВТ.

Сутність методу модернізації існуючих зразків військової техніки на базі застарілих зразків багатовісних колісних шасі з метою їх використання як евакуаційних засобів полягає в розробці та впроваджені моделі підйомного механізму, з підйомною потужністю до 30 т та його встановленням на відповідну базову платформу. Запропонований механізм реалізує питання забезпечення та доукомплектування в скорочені терміни, без великих фінансових витрат на розробку і налагодження випуску евакуаційних засобів.

Климов Д.О.
ЦНДІ ОВТ Збройних Сил України

ПЕРЕСУВНІ ПУНКТИ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ В ІНТЕРЕСАХ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК: ВРАЗЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ

Сучасний збройний конфлікт в Україні підтвердив визначальну роль безпілотних авіаційних систем (БАС) у забезпеченні розвідувально-ударних спроможностей механізованих і танкових підрозділів. Водночас досвід бойових дій однозначно засвідчив: пересувний пункт керування (ППК) БАС є настільки ж пріоритетною ціллю для противника, як і самі носії зброї. Знищення ППК позбавляє підрозділ вузла управління, здатного координувати десятки місій одночасно, що в умовах динамічного загальновійськового бою рівнозначне втраті розвідувально-ударних спроможностей на критично важливому оперативному напрямку. Ця обставина обумовлює необхідність системного аналізу вразливостей ППК БАС і формування науково обґрунтованих підходів до їх захисту в інтересах механізованих і танкових військ.

Вразливості ППК БАС класифікуються за трьома групами. Кінетичні загрози охоплюють артилерійський вогонь, баражуючі боєприпаси з прецизійним наведенням та безпілотні літальні апарати-камікадзе. Електромагнітні загрози включають придушення каналів

управління засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ), GPS-спуфінг та радіотехнічну розвідку (SIGINT/ELINT) характерного електромагнітного профілю ППК. Кібернетичні загрози передбачають ін'єкцію команд, компрометацію захищеного каналу управління та атаки на ланцюг постачання програмного забезпечення. За даними Королівського об'єднаного інституту оборонних досліджень (RUSI), Україна втрачала до 10 000 БАС на місяць переважно через вплив засобів РЕБ, що відображає системну вразливість архітектури управління.

Найбільш критичною кінетичною загрозою для ППК у зоні відповідальності механізованих і танкових підрозділів є боєприпаси типу «ударне ядро» (Explosively Formed Penetrator, EFP) у складі баражуючих боєприпасів. На відміну від класичного кумулятивного снаряда, EFP формує аеродинамічно стабільний суцільний снаряд масою кілька кілограмів, що набуває швидкості 1,5-2,0 км/с і зберігає бронепробивність на дистанціях до сотень метрів. Кінетична енергія EFP досягає кількох мегаджоулів, що принципово перевищує можливості стрілецьких боєприпасів і дозволяє уражати броньовані засоби класу MRAP та захищені позашляховики – типові платформи для розміщення ППК у механізованих підрозділах.

Перспективним напрямом захисту ППК в інтересах механізованих і танкових підрозділів є реалізація ієрархічної багаторівневої моделі («цибулини безпеки»). Перший і визначальний рівень – тактична мобільність та радіодисципліна: мінімальний час перебування на позиції у зоні досяжності засобів розвідки противника не повинен перевищувати 10 хвилин, а цикл розгортання та згортання обладнання – 2-3 хвилини. Другий рівень – пасивний захист: бронювання за стандартами STANAG 4569 у поєднанні із захисними «клітками» (cope cages), що забезпечують передчасну детонацію боєголовки барражуючого боєприпасу на безпечній відстані від корпусу. Третій рівень – активні системи захисту (APS): ізраїльська система Trophy (Rafael) демонструє підтверджену бойову ефективність проти ПТРК та РПГ, однак конструктивно не перехоплює EFP-міни та повільні ударні БА. Четвертий рівень – система раннього попередження та протидронового захисту (C-UAS): радарний протокол BARS надає 3-5 хвилин для маневру або активації контрзаходів; RF-джемери з AI-детекцією та FPV-перехоплювачі документально зафіксовані у застосуванні ЗСУ з 2024 року. П'ятий рівень – кіберзахист каналу управління: наскрізне шифрування, постквантова криптографія, резервування через низькоорбітальні супутникові системи та інерціальна навігація як засіб протидії GPS-спуфінгу.

Проведений аналіз дозволяє сформулювати такі висновки та пропозиції. По-перше, жодне ізольоване технічне рішення не забезпечує прийнятного рівня захисту ППК БАС від EFP-боєприпасу, що атакує зверху, – стійкість досягається лише системною інтеграцією всіх п'яти рівнів захисту. По-друге, перший і незамінний пріоритет виживання ППК у механізованих і танкових підрозділах – це тактична мобільність і мінімізація електромагнітного сліду, оскільки ППК, що не виявлений, не може бути знищений. По-третє, проєктування перспективних ППК вимагає одночасного врахування вимог до мобільності та малопомітності, модульного пасивного захисту від актуальних загроз, інтегрованої легкої APS, захищеної багатошарової комунікаційної архітектури та органічної системи раннього попередження. По-четверте, з огляду на досвід конфлікту в Україні, доцільно розглядати накопичення засобів ураження типу EFP як асиметричний інструмент стримування: систематичне знищення ППК противника примушує його скорочувати час активних сесій управління і завдавати операційних втрат ефективності ще до отримання фізичних пошкоджень. Реалізація зазначених підходів забезпечить механізованим і танковим підрозділам Збройних Сил України стійку оперативну перевагу у розвідувально-ударній діяльності в умовах насиченого безпілотними системами сучасного поля бою.

Ковба М.В.
Кадиляк А.Т.
Миколайчук В.В.
НАСВ

ПОГЛЯДИ ЩОДО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ ВІД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

Війна, в якій великі маси бронетехніки здійснюють швидкі прориви та маневри, відійшла в минуле. Тепер лінія зіткнення – це дрібні групи бійців, потужні засоби радіоелектронної розвідки та боротьби і постійний «зуд» від звуків набридливих повітряних та наземних безпілотних систем.

Найкращі зразки броньованої техніки, найновіші і найдорожчі технології вмить втрачають сутність після їх ураження «копійчаними» дронами. Пошук рішень, які змогли б дати можливість важкій техніці хоча б доїхати до лінії бойового зіткнення, призвели до появи машин-монстрів, обвішаних «мангалами», «їжаками», дерев'яними колодами, рулонами гумових полос, решітками та багато чим іншим.

Подібні «удосконалення» створюють проблеми для операторів БпЛА, які «полюють» за особовим складом та технікою, але в цілому лише віддаляють мить, коли один з «мисливців» зможе зупинити машину і вже нерухому знищити. Крім того, захищена подібним способом будь-яка бойова машина перетворюється на транспортер. І кошти, витрачені на її виготовлення, утримання, підготовку до бою, «викидаються на вітер», адже виконувати своє основне завдання уражати противника подібна машина виконувати вже не може.

Щоденні звіти про результати ураження сил і засобів противника свідчать, що останнім часом кількість знищених та уражених бронеоб'єктів суттєво знизилась і в першу чергу через те, що і противник, і ми обмежуємо застосування важкої техніки через значні ризики.

Звісно, ми маємо на меті звільнення окупованих територій і вихід на кордони1991 року. І без наступальних операцій виконати це завдання практично неможливо. Головна ударна сила, танки та інші броньовані та небронь овані бойові машин, виконуючи це завдання повинні знищити сили окупаційної армії і при цьому мають бути захищені від їх засобів ураження. Над вирішенням цього завдання йде активна робота. Яким повинен бути захист?

Звісно перше, що спадає на думку, це його комплексність. Адже один вдалий і ефективний засіб не забезпечить повного захисту. Закінчаться набої чи засоби маскування, і вся недешева система втратить сенс.

Отже, першочергово засоби виявлення загроз – в єдиному інформаційному полі повідомлення від зовнішніх засобів та власні пристрої розвідки.

Далі «мізки», які прийматимуть інформацію, аналізуватимуть її, визначатимуть степінь загроз, способи захисту, засоби для захисту та керуватимуть ураженням.

Засоби ураження – це може бути швидкострільний дрібнокаліберний засіб з високою кучністю стрільби, чи щось подібне до автоматичних гранатометів з відповідними боєприпасами. Кількість визначається, виходячи з ймовірних загроз та необхідних для їх знищення набоїв.

Засоби радіоелектронної боротьби «актуальні» у визначених умовах.

Обладнання для постановки інфрачервоних, димових та аерозольних завад в швидкозмінних контейнерах та забезпечує прикриття у всіх проєкціях.

Простих рішень немає. У разі успіху ми матимемо змогу повернути бойові броньовані машини на поле бою, отримати перевагу та розпочати звільнення окупованих територій.

Ковальчук Р.А., канд. техн. наук, доцент
Глова Т.Я., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Гродзь Н.М., д-р філософії
НАСВ

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ТА КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ СПРАВНИХ КЛАПАННИХ ПРУЖИН ДЛЯ РЕМОНТУ СИЛОВИХ АГРЕГАТІВ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

У сучасних умовах ведення бойових дій надійність військової автомобільної техніки (ВАТ) є визначальним фактором мобільності та боєздатності підрозділів. Проте інтенсивна експлуатація двигунів в екстремальних режимах призводить до частих виходів з ладу вузлів газорозподільного механізму (ГРМ). Широка номенклатура транспортних засобів, складна логістика та дефіцит нових запасних частин у прифронтових зонах змушують ремонтні підрозділи використовувати деталі з розібраних двигунів-донорів або вживані комплектуючі після дефектації. Одним із найбільш критичних елементів ГРМ є клапанні пружини, чий технічний стан безпосередньо впливає на герметичність камери згоряння та динамічні навантаження на клапани. Відсутність чітко обґрунтованих критеріїв оцінки вживаних пружин створює ризик повторних поломок двигунів, що робить дане дослідження вкрай актуальним.

Клапанна пружина в процесі роботи піддається циклічним навантаженням за високих температур, що призводить до природного старіння металу та явища релаксації напружень. Основними дефектами вживаних пружин є втрата пружності (осадка), відхилення від перпендикулярності осі та втомні мікротріщини. Для обґрунтування можливості повторного використання таких деталей необхідно проаналізувати три ключові показники.

По-перше, це – геометричні параметри. Вільна довжина пружини є первинним індикатором залишкової деформації. Згідно з дослідженнями, зменшення вільної довжини більш ніж на 3-5% від номінального значення свідчить про глибокі структурні зміни в металі, що виключає подальшу експлуатацію. Не менш важливим є перекіс витків: відхилення від вертикалі понад 1,5–2° створює бокові сили, які пришвидшують знос напрямних втулок клапанів.

По-друге, це – силова характеристика (жорсткість). Оскільки основна функція пружини – вчасне закриття клапана та запобігання його відриву від кулачка розподільного вала, критичним є вимірювання зусилля стиснення при робочих ходах. Обґрунтовано, що вживані пружини можуть бути допущені до монтажу, якщо їхнє зусилля при встановленому клапані становить не менше 90% від нижньої межі технічних умов виробника.

По-третє, стан поверхні. В умовах зберігання техніки під відкритим небом або тривалого простою вживані деталі піддаються корозії. Наявність навіть дрібних раковин або зазублин на витках є концентратором напружень. Втомне руйнування пружини під час роботи може спричинити повне руйнування двигуна. Тому візуальний контроль під збільшенням або застосування капілярної дефектоскопії є обов'язковим етапом обґрунтування придатності.

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що використання вживаних клапанних пружин при ремонті двигунів ВАТ є технічно допустимим за умови проведення жорсткого дефектування. Основними критеріями оцінки мають бути: залишкова пружність (втрата не більше 10% зусилля), відсутність геометричних перекосів та цілісність поверхневого шару. Впровадження запропонованої методики дозволить значно підвищити відсоток успішного відновлення техніки за умов дефіциту нових запчастин, зберігаючи при цьому необхідний рівень надійності силових агрегатів.

Колесник Є.В., д-р техн. наук, доцент
Оленєв М.В., канд. техн. наук, доцент
Плеханов В.А.
ВА (м. Одеса)

БОЙОВЕ СПОРЯДЖЕННЯ У СКЛАДІ КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ ПІДРОЗДІЛІВ ШТУРМОВОЇ ПІХОТИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У сучасних умовах удосконалення комплекту індивідуального бойового спорядження у складі комплексу бойового екіпірування (КБЕ) військовослужбовця підрозділів штурмової піхоти Збройних Сил України є актуальним завданням. Було розглянуто підхід до дослідження комплекту індивідуального бойового спорядження у складі КБЕ військовослужбовців підрозділів штурмової піхоти Збройних Сил України з метою визначення напрямів удосконалення його перспективного складу. Найважливішим етапом обґрунтування перспективного комплекту індивідуального бойового спорядження у складі КБЕ військовослужбовця підрозділів штурмової піхоти є комплексна оцінка внеску у бойову ефективність дій підрозділів при вирішенні конкретних бойових задач на основі математичного моделювання бойових дій. Відповідно до основних положень системного підходу при виробленні вимог до окремих підсистем необхідно виходити з основного цільового призначення всієї системи у цілому, вираженого через її ефективність. Такий підхід до дослідження систем КБЕ військовослужбовця підрозділів штурмової піхоти дозволяє з кількох варіантів обрати раціональний і визначити пріоритетні напрями з удосконалення індивідуального бойового спорядження у складі КБЕ військовослужбовців підрозділів штурмової піхоти. Реалізація розглянутих напрямів удосконалення індивідуального бойового спорядження у складі КБЕ військовослужбовця забезпечує значне розширення тактичних показників дій підрозділів штурмової піхоти, а також підвищення їх автономності і тактичної самостійності. За попередніми розрахунками, реалізація наведених напрямів удосконалення бойового спорядження може забезпечити значний приріст ефективності виконання бойових завдань підрозділів. Тому роботи з доведення характеристик елементів комплекту індивідуального бойового спорядження у складі КБЕ військовослужбовця до відповідного рівня необхідно здійснювати з використанням нових технологічних напрацювань. На сьогодні, з урахуванням накопиченого бойового досвіду, важливим завданням залишається найшвидше комплексне розв’язання проблеми захисту військовослужбовців від загрози застосування противником БпЛА типу FPV. У цих умовах ручний сіткомет виступає критично важливим засобом підвищення індивідуальної живучості військовослужбовців на термінальній ділянці атаки БпЛА. Він забезпечує особовому складу, не озброєному рушницею, можливість активної протидії повітряній загрозі замість фактичної беззахисності. Насамперед слід негайно озброїти військовослужбовця максимально легким та зручним в застосуванні радіодетектором БпЛА типу FPV з індикацією загрози і, у майбутньому, характеристиками його положення та руху. Докладний огляд відкритої інформації показав, що противником ведуться небезуспішні вдосконалення засобів автоматичного виявлення та знешкодження БпЛА типу FPV. Спостерігається його висока активність у створенні засобів активного оптичного та радіомаскування з прагненням досягнення повної невидимості, з використанням новітніх технологій у розробці необхідних для цього матеріалів.

Коломицев В.М.
НАНГУ

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОДИСКОВИХ ФРИКЦІЙНИХ МУФТ У ТРАНСМІСІЯХ ВАНТАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ НАДІЙНОСТІ

В умовах ведення бойових дій вантажні військові автомобілі експлуатуються в режимах, що суттєво відрізняються від мирного часу. Часті зміни дорожніх умов, рух по пересіченій місцевості, робота з підвищеними навантаженнями та обмежені можливості технічного обслуговування призводять до зростання кількості відмов агрегатів трансмісії. Надійність автомобільної техніки в таких умовах безпосередньо впливає на безперервність логістичного забезпечення та виконання бойових і допоміжних завдань.

Одним із проблемних елементів трансмісії є вузли, що забезпечують передачу та перерозподіл крутного моменту між ведучими осями. Традиційні конструктивні рішення не завжди забезпечують необхідну плавність роботи та захист агрегатів від перевантажень. У зв'язку з цим актуальним є наукове осмислення доцільності застосування багатодискових фрикційних муфт у трансмісіях вантажних військових автомобілів, як одного з напрямів підвищення їх експлуатаційної надійності та живучості в умовах війни.

Метою є обґрунтування доцільності використання багатодискових фрикційних муфт у трансмісіях вантажних військових автомобілів з позицій підвищення надійності, зменшення динамічних навантажень на агрегати та забезпечення стабільної роботи автомобільної техніки в системі логістичного забезпечення підрозділів Сектору безпеки і оборони України.

У ході аналізу експлуатації вантажних військових автомобілів у складних умовах встановлено, що значна частина відмов трансмісії пов'язана з різкими змінами навантажень та нерівномірним розподілом крутного моменту між ведучими осями. Такі режими роботи сприяють прискореному зношуванню зубчастих передач, карданних валів та елементів головних передач, що негативно впливає на загальну надійність автомобіля.

Застосування багатодискових фрикційних муфт у складі трансмісії розглянуто як ефективний інструмент зниження пікових навантажень та забезпечення більш плавної передачі крутного моменту. Використання таких муфт дозволяє частково компенсувати різницю в умовах зчеплення коліс з опорною поверхнею, зменшити ударні навантаження при зміні режимів руху та підвищити стабільність роботи трансмісії загалом.

З позицій логістичного забезпечення підвищення надійності трансмісії має системний ефект, оскільки зменшується кількість відмов автомобільної техніки на маршрутах постачання, скорочуються простої, пов'язані з ремонтом, та знижується потреба у залученні додаткових ремонтно-евакуаційних засобів. Крім того, застосування багатодискових фрикційних муфт створює передумови для підвищення ремонтопридатності трансмісій, що є критично важливим в умовах обмежених ресурсів і польових ремонтних баз.

Використання багатодискових фрикційних муфт може розглядатися не лише як конструктивне рішення, а як складова комплексного підходу до підвищення надійності та живучості вантажних військових автомобілів у системі логістичного забезпечення.

Застосування багатодискових фрикційних муфт у трансмісіях вантажних військових автомобілів є перспективним напрямом підвищення їх надійності та адаптації до умов інтенсивної експлуатації у воєнний час. Реалізація таких технічних рішень сприяє зниженню динамічних навантажень, підвищенню ресурсу агрегатів та забезпеченню безперервності логістичних процесів.

Коркін О.Ю., д-р філософії
Лукаш Р.В.
Ковалішин С.С.
ВА (м. Одеса)

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЗАСТОСУВАННЯ БРОНЬОВАНИХ БОЙОВИХ МАШИН У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Розширення зони суцільного вогневого ураження внаслідок інтеграції розвідки та високоточного вогневого впливу критично скоротило цикл «виявлення – ураження». Класичні підходи до застосування ББМ втратили ефективність, а продовження нарощування бронювання вичерпало свій потенціал. Якщо застосування ґратчастих екранів для захисту від ударних БпЛА вразливих проєкцій залишається тактично виправданим, то практика створення суцільних габаритних надбудов визнається безперспективною через зниження маневрених можливостей ББМ.

Зазначені фактори зумовлюють перехід від монофункціональних формувань до тактичних груп (ТГр), що діють в умовах інтенсивного впливу РЕБ та можливого порушення навігаційного забезпечення. Критичною умовою виживання ББМ стає їх інтеграція у такі ТГр зі спеціалізованими засобами ППО ближньої дії. Систему захисту бойових порядків ТГр доцільно формувати за ешелонованим принципом, що включає два функціонально інтегровані контури:

зовнішній контур (превентивний вплив і дистанційне перехоплення) формується на рівні старшого командира та створює зону безпеки на підступах до бойових порядків ТГр. Він включає засоби РЕР і безпілотної розвідки для завчасного виявлення позицій операторів противника на тактичній глибині з подальшим завданням превентивних ударів артилерії та ударних БпЛА. Повітряна складова реалізується через безперервне патрулювання повітряного простору в районі дій ТГр швидкісними БпЛА-перехоплювачами, призначеними для нейтралізації ударних БпЛА противника на маршовій ділянці польоту, а також для протидії маловисотним повітряним цілям, зокрема вертольотам, шляхом зриву їх бойового застосування та витіснення з району дій ТГр;

внутрішній контур (ближній кінетичний та радіоелектронний захист) застосовується у разі потрапляння повітряних цілей у зону ефективного ураження засобів ППО ТГр. Основу становлять засоби тактичного РЕБ ближньої дії та зенітні самохідні установки (ЗСУ) ближньої дії з програмованими боєприпасами повітряного підриву на броньованому шасі (наприклад, Skyranger 30). Останні формують мобільну зону зенітного прикриття, що діє в одному бойовому порядку з танками та БМП, забезпечуючи гарантоване фізичне знищення безпілотних цілей загороджувальним вогнем на ефективних дистанціях до 3 км.

Визначальним фактором ефективності внутрішнього контуру є інтеграція бортових радіолокаційних та оптико-електронних станцій ЗСУ у єдину мережу обміну даними тактичної ланки. Це забезпечує формування спільної ситуаційної обізнаності, автоматизацію цілевказання та раціональний розподіл повітряних цілей між вогневими засобами в режимі реального часу.

Необхідний склад сил і засобів, зокрема кількість БпЛА-перехоплювачів і зенітних засобів, визначається на основі розрахунку очікуваної інтенсивності застосування повітряних засобів противника на напрямку дій та заданого рівня ймовірності їх перехоплення.

Отже, трансформація принципів застосування ББМ полягає у переході до інтегрованої, ешелонованої системи захисту як основи забезпечення їх живучості. У сучасних умовах її підвищення досягається не нарощуванням броньового захисту, а комплексним застосуванням засобів старшого командира (превентивного вогневого впливу та дистанційного перехоплення), що діють в інтересах ТГр, а також засобів ближнього кінетичного і радіоелектронного захисту, інтегрованих з елементами ТГр в єдиний розвідувально-вогневий контур на рівні управління й обміну даними.

Косенко В.С., канд. військ. наук, ст. дослід.
ЦНДІ ЗС України
Казан П.І., канд. військ. наук, ст. дослід.
Настишин Ю.А., д-р фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб.
НАСВ

ПРИЗНАЧЕННЯ, СКЛАД ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Важливим фактором досягнення переваги над противником є наявність створеного за допомогою новітніх технологій ефективного озброєння. У цьому переконані переважна більшість вітчизняних військових експертів та фахівців держав – членів НАТО, які стверджують, що впровадження інноваційних технологічних рішень є необхідною передумовою для досягнення успіху на полі бою.

Одним із новітніх та перспективних видів озброєння, зокрема для Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил України (ЗС України), є лазерне, яке згідно з результатами аналізу тенденцій його розвитку у країнах Північноатлантичного альянсу спроможне виконувати широкий спектр завдань, вирішення яких неможливе або ускладнене для існуючих видів звичайної зброї. Отже, розглянемо призначення, склад та основні завдання перспективного лазерного озброєння (ЛО) СВ ЗС України.

1. Призначення.

Призначення перспективного ЛО СВ ЗС України залежить від завдань з ураження цілей підрозділами СВ ЗС України, на оснащенні яких воно перебуватиме. За досвідом російсько-Української війни, найбільш пріоритетними цілями для цих підрозділів є: безпілотні літальні апарати (БпЛА), елементи пунктів управління та спостереження, наземних компонентів систем високоточної зброї (ВТЗ), постів радіо- і радіотехнічної розвідки (РТР), ураження яких впливає на їхні основні базові характеристики.

2. Склад.

Аналіз відкритих джерел свідчить про те, що ЛО держав – членів НАТО, яке розробляється, проходить випробування або вже є на озброєнні їхніх сухопутних військ, здебільшого є системами, що складаються з наступних підсистем (модулів): виявлення цілей, наведення на ціль та її супроводження, силового лазера, управління та обміну даними, забезпечення.

3. Основні завдання.

Відповідно до базових вимог Єдиного переліку (каталогу) спроможностей Міністерства оборони України, ЗС України, інших складових Сил оборони та призначення перспективного ЛО СВ ЗС України основними завданнями підрозділів СВ ЗС України, оснащених зазначеним озброєнням, мають бути: функціональне ураження малорозмірних БпЛА, чутливих елементів засобів РТР, оптико-електронних засобів на пунктах управління та спостереження, наземних компонентів систем ВТЗ.

Наведені призначення, склад та основні завдання перспективного ЛО відповідають вимогам щодо ураження цілей, які, за досвідом російсько-Української війни, є притаманними для СВ ЗС України, та основним базовим вимогам щодо спроможності проведення наземних тактичних дій підрозділами СВ ЗС України.

Подальші дослідження у цьому напрямі слід спрямувати на розгляд умов застосування та бойових можливостей перспективного ЛОСВ ЗС України, що дозволить більш повно сформувати основні вимоги до цього озброєння.

Косовцов Ю.М., канд. фіз.-мат. наук, ст. дослід.
Пінчук М.В.,
Грабчак В.В.
НАСВ

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НУТАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ СНАРЯДА ЗА ТРАЄКТОРНИМИ ДАНИМИ БАЛІСТИЧНИХ СТРІЛЬБ

Важливим питанням забезпечення точності та стабільності стрільби артилерійських систем є дослідження нутаційно-прецесійної поведінки руху снаряда на траєкторії. Характер цього руху залежить від початкових умов вильоту снаряда з каналу ствола гармати, а саме від взаємного положення осі снаряда та вектора швидкості його центра мас і бокових збурень, які снаряд отримує в момент вильоту. Відповідно, стійкість польоту снаряда визначається початковими кутами нутаційних коливань і кутових швидкостей нутаційних коливань снаряда. Важливо зауважити, що такі чинники, як знос каналу ствола і розігрів ствола гармати під час стрільби, призводять до значного збільшення величини кутів нутації снаряда.

В основу сучасних розрахунків зовнішньої балістики покладений наближений підхід до побудови математичної моделі польоту снаряда, який отримав назву малокутового наближення, в якому для осесиметричного снаряда, що обертається, вважається, що: кути нутації достатньо малі; аеродинамічні сили (моменти) залежать тільки від числа Маха і кута нутації та при розрахунках використовують тільки лінійні члени їх розкладання в ряд Тейлора. Водночас нутаційні коливання снаряда суттєво впливають на його поведінку в польоті, особливо це проявляється за умов, коли снаряд володіє нелінійними аеродинамічними коефіцієнтами.

Авторами на основі модифікованої моделі матеріальної точки, як математичної моделі польоту снаряда з прив’язкою до процедур прийнятих в країнах–членах НАТО (STANAG 4355 (Edition 3)) “The modified point mass and five degrees of freedom trajectory models”, проведено нормування кута нутації снаряда за аеродинамічним коефіцієнтом перекидального моменту та отримані алгебраїчні вирази для його розрахунку. Праві частини алгебраїчних виразів залежать від траєкторних параметрів – координат польоту снаряда, які можна експериментально виміряти при проведенні балістичних стрільб за допомогою допплерівських балістичних радіолокаторів (наприклад, системи Weibel), оптико-електронними станціями швидкісної зйомки або телеметричними бортовими датчиками, що забезпечують задані точностні показники. Решта складових – апріорі відомі метеорологічні, геодезичні, інерційно-вагові та геометричні характеристики снаряда.

Для забезпечення ідентифікації нормованого кута нутації снаряда на всьому діапазоні траєкторій (у до-, транс- та надзвуковому діапазонах чисел Маха) проведено серію балістичних випробувань, що охоплювали 17 значень початкових швидкостей. На прикладі 155-мм осколково-фугасного снаряда Assegai M2000 реалізовано комплексну процедуру ідентифікації значень кута нутації на основі фактичних даних координат польоту снаряда. Встановлено характер динаміки польоту, максимальні значення кута нутації фіксуються на дозвукових швидкостях, мінімальні – у трансзвуковому режимі, з подальшим поступовим зростанням на надзвуковий. Отримані дані нормованого кута нутації снаряда є базовими для прецизійного визначення нелінійних аеродинамічних коефіцієнтів, що дозволяє суттєво підвищити точність розрахунку траєкторій польоту снаряда.

Костюк В.В.
Клепачевський В.О.
Пенцак П.В., д-р філософії
НАСВ

РЕКОМЕНДОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ТАНКІВ, БМП ТА БТР ЗС УКРАЇНИ ВІД УРАЖЕННЯ БпЛА ТА FPV-ДРОНАМИ

Досвід ведення бойових дій у повномасштабній війні рф проти України показує суттєве зниження інтенсивності бойового застосування танків, БМП та БТР на лінії бойового зіткнення внаслідок комплексного та масштабного застосування ворогом ударних БпЛА та FPV-дронів. Відповідно, підвищення захищеності танків, БМП та БТР від ураження протитанковими засобами, ударними БпЛА та FPV-дронами на даний час для підрозділів ЗС України є найбільш пріоритетним та актуальним завданням.

Враховуючи вищезазначене, військовими спеціалістами 482 конструкторсько-технологічного центру Командування Сил логістики Збройних Сил України та вітчизняними науково-виробничими підприємствами розроблено рекомендовані технічні рішення, які суттєво підвищують захищеність танків, БМП та БТР і, відповідно, зменшують їхні безповоротні втрати.

Рекомендовані технічні рішення для підвищення захищеності танків, крім штатних засобів захисту (броньований та спеціальний захист), включають:

додатковий комплект навісного броньованого і динамічного захисту для підвищення захищеності башти з озброєнням, бортових проєкцій та кормової частини танка від ураження всіма типами боєприпасів з ПТРК та РПГ;

комплект для захисту верхньої півсфери башти танка від ураження БпЛА та FPV-дронів, до складу якого входять антидроновий сітчастий каркас типу “капюшон” або металевий решітчастий каркас типу “мангал”;

засоби РЕБ, які виявляють та протидіють ударним БпЛА або FPV-дронам на відстані не менше як 2 км і при цьому забезпечують радіоелектронне придушення їхніх каналів управління та навігації на відстані не менше як за 100 м до танка;

антидронову каркасну конструкцію з розплетеного тросу типу «їжак», яка створює навколо танка додатковий захисний екран і запобігає від ураження ударними БпЛА або FPV-дронами;

засоби маскування і технічні засоби зниження помітності повинні забезпечити зниження ймовірності виявлення танка в оптичному, радіолокаційному і тепловому діапазонах.

Рекомендовані технічні рішення для підвищення захищеності БМП і БТР включають:

протикумулятивні екрани для лівого і правого борту броньованого корпусу, корми та ходової частини, захищають БМП (БТР) від ураження всіма типами боєприпасів з ПТРК та РПГ;

комплект для захисту верхньої півсфери башти БМП (БТР) від ураження БпЛА та FPV-дронів, до складу якого входять антидроновий складний сітчастий каркас типу “капюшон” або металевий решітчастий каркас типу “мангал”;

засоби маскування та зниження помітності на місцевості забезпечують зниження ймовірності виявлення БМП (БТР) в оптичному, радіолокаційному і тепловому діапазонах;

засоби РЕБ які виявляють та протидіють ударним БпЛА або FPV-дронам на відстані не менше як 2 км та забезпечують радіоелектронне придушення їхніх каналів управління і навігації на відстані не менше як за 100 м до БМП (БТР).

Реалізація рекомендованих технічних рішень в умовах реальних бойових дій, забезпечила підвищення захищеності танків, БМП та БТР в 1,2–1,5 раза у порівнянні з відомими аналогами засобів захисту бронетанкової техніки рф.

Котилевський О.О.
НАСВ

КОНЦЕПЦІЯ «LOYAL WINGMAN» У БРОНЕТАНКОВИХ ВІЙСЬКАХ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАНКА У ПЛАТФОРМУ-МАТКУ

Сучасне поле бою стає дедалі прозорішим та небезпечнішим, що ставить під загрозу класичну доктрину застосування бронетанкових військ. У відповідь на ці виклики народжується концепція «Loyal Wingman» (вірного веденого), запозичена з авіації та адаптована для сухопутних операцій. Її суть полягає у перетворенні танка або БМП з автономної вогневої одиниці на центральний вузол керування групою безпілотних систем, що діють у єдиному цифровому контурі. Ця трансформація є не просто модернізацією, а фундаментальним зсувом парадигми, де «залізо» поступається місцем інтелектуальному домінуванню.

Першочерговим завданням концепції є кратне розширення ситуаційної обізнаності екіпажу. Традиційно огляд танкістів обмежений оптичними приладами та камерами самої машини, що створює «мертві зони» та вразливість перед засідками. Танк-матка, що керує роєм розвідувальних БпЛА, отримує можливість бачити поле бою з висоти пташиного польоту, заглядати за пагорби, будівлі та всередину лісосмуг. Це дозволяє виявляти загрози, такі як розрахунки ПТКР або ворожі мінні загородження, ще до того, як танк увійде в зону їхнього ураження. У такому сценарії дрон стає зовнішнім оком екіпажу, передаючи відеопотік безпосередньо на шоломи доповненої реальності (AR).

Другим аспектом є дистанційне вогневе ураження. Інтеграція ударних дронів-камікадзе та багаторазвових скидів у штатне озброєння бронемашини дозволяє екіпажу знищувати цілі, не вступаючи у прямий візуальний контакт із противником. Це кардинально змінює тактику: замість дуелі «гармата проти гармати», танк може використовувати баражуючі боєприпаси для ураження цілей у верхню, найменш захищену проекцію або для знищення легкоброньованої техніки та піхоти в укриттях. Таким чином, вогнева міць танка виходить за межі дальності його гармати.

Третя складова – підвищення живучості екіпажу. Використання наземних роботизованих комплексів (НРК) як «вірних ведених» дозволяє делегувати найбільш небезпечні завдання машинам-роботам. Безпілотний ведений може йти попереду основної машини, провокуючи ворожий вогонь на себе, здійснюючи інженерну розвідку або встановлюючи димову завісу. Це створює додатковий ешелон захисту, де робот стає витратним матеріалом, зберігаючи життя професійному екіпажу та дороговартісній техніці.

Проте реалізація цієї концепції вимагає впровадження штучного інтелекту (ШІ) та перегляду ергономіки. Один командир танка не здатний одночасно керувати машиною, стежити за полем бою та пілотувати дрон. Тому «Loyal Wingman» передбачає високий рівень автономності безпілотників: вони повинні автоматично слідувати за танком, самостійно розпізнавати цілі та здійснювати навігацію в умовах роботи ворожого РЕБ. Танкіст лише дає підтвердження на ураження або визначає пріоритетний сектор розвідки.

Отже, концепція «Loyal Wingman» перетворює танкові підрозділи на мережецентричну систему, де танк є захищеним мобільним командним пунктом. Це дозволяє поєднати непорівнянну стійкість броні з гнучкістю безпілотних технологій. Ті армії, що першими зможуть інтегрувати дрони в органічну структуру танкових екіпажів, отримають вирішальну перевагу на полі бою майбутнього, де перемагає не той, у кого товстіша броня, а той, хто швидше бачить, приймає рішення та завдає удару з несподіваного ракурсу.

Кохан В.Ф., канд. техн. наук, доцент
Гріщин О.А.
НАСВ

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ НАТО

В умовах сучасних бойових дій та значного зростання обсягів міжнародної військово-технічної допомоги виникла об’єктивна необхідність перегляду існуючих підходів до класифікації військової автомобільної техніки. Значна кількість зразків техніки, що надходять до Збройних Сил України, характеризується різноманітністю технічних рішень, стандартів, функціонального призначення та експлуатаційних параметрів, що ускладнює процеси обліку, логістики, технічного обслуговування та управління ресурсами.

Основою національної системи класифікації є ДК 020:2016 “Єдиний класифікатор предметів постачання”, який гармонізований із класифікатором НАТО ACodP-2 та відповідає принципам Федеральної системи класифікації постачання США (FSC). Однак, попри формальну відповідність міжнародним стандартам, існуюча система має низку суттєвих недоліків, зокрема орієнтацію на застарілі принципи класифікації, обмеженість ієрархічної структури та недостатню гнучкість у врахуванні нових типів техніки.

Класифікація військової автомобільної техніки повинна розглядатися як комплексний процес, що включає аналіз тактико-технічних характеристик, функціонального призначення, умов експлуатації та інтеграційних можливостей техніки у сучасні системи управління та логістики. Вона має забезпечувати не лише систематизацію об’єктів, але й створювати основу для ефективного управління життєвим циклом техніки.

Аналіз існуючої системи ВК 001-2000 свідчить про її обмеженість у контексті сучасних вимог. Структура класифікатора, яка значною мірою успадкована від радянської системи, не забезпечує повноцінного відображення функціонального призначення техніки та її ролі у сучасних бойових операціях. Крім того, використання літерно-цифрових кодів із жорсткою структурою обмежує можливості розширення системи без її кардинальної перебудови.

На противагу цьому система кодифікації НАТО базується на принципах універсальності, уніфікації та централізованого управління даними. Вона забезпечує унікальну ідентифікацію кожного предмета постачання шляхом присвоєння 13-значного номенклатурного номера (NSN), що включає код класу, код країни та унікальний ідентифікатор. Такий підхід дозволяє забезпечити повну сумісність між країнами-учасницями та значно спрощує процеси обміну інформацією.

У контексті реформування національної системи класифікації доцільно застосувати комбінований підхід, що поєднує переваги ієрархічного та фасетного методів. Формування оновленого класифікатора військової автомобільної техніки має базуватися на багаторівневій структурі, що включає класи, підкласи, типи та підтипи техніки. Основною ознакою класифікації повинно бути функціональне призначення, яке визначає роль техніки у виконанні бойових та логістичних завдань.

Таким чином, удосконалення системи класифікації військової автомобільної техніки є необхідною умовою підвищення ефективності функціонування Збройних Сил України в сучасних умовах. Реалізація запропонованих підходів дозволить забезпечити інтеграцію національної системи у міжнародний логістичний простір та створити основу для подальшого розвитку оборонного сектору.

Кочерга О.І.
Красношапка Ю.В.
Кучеренко З.П.
ВІТВ НТУ “ХПІ”

СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАБІЛІЗАТОРА ТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Сучасні умови ведення бойових дій висувають підвищені вимоги до технічної готовності бронетанкової техніки. Особливе значення має справність систем керування вогнем. Стабілізатор танкового озброєння є одним із ключових елементів цієї системи. Він забезпечує точність наведення гармати під час руху машини. Порушення його роботи призводить до зниження ефективності стрільби. У польових умовах діагностика такого обладнання є складним завданням. Це зумовлено обмеженістю ресурсів і відсутністю спеціалізованих засобів. Саме тому виникає необхідність створення мобільного діагностичного пристрою.

Значне спрощення процесу діагностування стабілізатора досягається завдяки використанню контрольних точок, виведених на спеціальні рознімачі, зокрема Ш2 блока управління БУ-К1, а також Ш7 і Ш18 електроблока П2 системи прицілювання. Наявність таких інтерфейсів забезпечує можливість підключення вимірювальних засобів без необхідності втручання у внутрішню структуру електричних кіл. Для танків типу Т-64Б і Т-64БВ традиційно застосовуються універсальні тестери, які дозволяють визначати технічний стан окремих елементів та ділянок електричних ланцюгів без їх відключення від системи. За їх допомогою здійснюється контроль параметрів логічних сигналів, рівнів напруги і струму, а також величини електричного опору.

Разом з тим практичне застосування таких засобів ускладнюється обмеженим доступом до контрольних рознімачів, що зумовлено конструктивними особливостями бойового відділення. Зокрема, недостатній об'єм вільного простору та розташування блоків під сидінням навідника значно ускладнюють проведення вимірювань.

Розроблений пристрій призначений для локалізації несправних елементів системи стабілізації та може використовуватися як у навчальному процесі, так і під час проведення ремонтних робіт. Його функціонування базується на підключенні до штатних контрольних рознімачів, що дозволяє інтегрувати пристрій у систему без порушення її структури. Підключення здійснюється через рознімач Ш2 блока БУ-К1, а також через відповідні інтерфейси електроблока прицілу і бортову мережу живлення з напругою 27 В. Перспективним напрямом розвитку такого пристрою є автоматизація процесу діагностики із застосуванням мікроконтролерів сімейства STM32. Використання цих мікроконтролерів дозволяє реалізувати високоточні електричні вимірювання завдяки вбудованим аналого-цифровим перетворювачам, цифровим інтерфейсам та засобам обробки сигналів. Це дає можливість автоматично зчитувати параметри напруги, струму та інших електричних характеристик у контрольних точках системи. Отримані дані можуть оброблятися в режимі реального часу з подальшим відображенням результатів на дисплеї або передачею до зовнішніх систем.

Отже, розробка такого пристрою потребує комплексного підходу. Необхідно врахувати технічні та експлуатаційні вимоги. Значну роль відіграють експериментальні дослідження. Вони дозволяють перевірити ефективність запропонованих рішень. Польові випробування є обов'язковим етапом. Вони допомагають адаптувати пристрій до реальних умов. У результаті можна досягти високого рівня точності діагностики. Це сприятиме своєчасному виявленню несправностей. Впровадження такого пристрою підвищить боєздатність підрозділів.

Красношапка Ю.В.
Кочерга О.І.
Гаврищук Д.М.
ВІТВ НТУ"ХПІ"

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БТОТ

Застосування технології 3D-друку у військових цілях спричинило революцію в оборонному секторі, демонструючи її трансформаційний вплив на різні аспекти військових операцій. Кожне застосування технології служить свідченням трансформаційного потенціалу 3D-друку, прокладаючи шлях до більш гнучкого та інноваційного майбутнього в сфері оборони. Використання ремонтними підрозділами в польових умовах мобільних принтерів, які друкують як металом, так і пластиком, які легко транспортуються між локаціями, є першим важливим кроком впровадження інновацій в оборону сферу, надаючи Збройним Силам України більш швидкий і гнучкий спосіб виконання ремонтних місій в польових умовах. Завдяки можливості виготовлення металевих деталей прямо з кузова вантажівки менш ніж за годину 3D-друк холодним металом дозволяє виключити необхідність відправлення деталей на ремонт, заощаджуючи на транспортних витратах та часі.

Технологія друку металом працює з допомогою використання систем автоматизованого проєктування для цифрового виготовлення компонента. Потім дрібнодисперсний металевий порошок, такий як мідь, алюміній або сталь, подається через сопло зі швидкістю, що втричі перевищує швидкість звуку, а промисловий робот формує деталь, створюючи об'єкт шар за шаром. Після виготовлення деталь піддається постобробці, такій як термообробка, фрезерування та фінішна обробка.

Одним із найбільш революційних аспектів 3D-друку у військовій сфері є здатність сканувати пошкоджені деталі у цифровому вигляді та створювати точні копії або покращені версії з мінімальним часом простою. Це не тільки забезпечує довговічність необхідного обладнання, але й дозволяє швидко адаптуватися до умов поля бою, що змінюються.

Основні проблеми пов'язані з технологічними, ресурсними та організаційними обмеженнями. Їх вирішення можливе через комплексний підхід: стандартизацію, навчання персоналу, створення логістичної підтримки та поєднання адитивних технологій із класичними методами ремонту. Це дозволить максимально ефективно інтегрувати мобільні 3D-станції в систему технічного забезпечення БТОТ.

У оборонній галузі впровадження технологій 3D-друку нерозривно пов'язане із суворими процесами сертифікації та забезпечення якості, що гарантують відповідність компонентів жорстким стандартам. Кожна виготовлена деталь повинна постійно демонструвати необхідну міцність, гнучкість і бути вільною від дефектів, щоб відповідати вимогам для використання у військових цілях.

Крім того, для підтримки стабільної якості на різних ремонтних дільницях необхідне стандартизоване калібрування обладнання, безпечне передавання цифрових файлів та використання затверджених матеріалів, що відповідають оборонним вимогам. Дослідження, що продовжуються, спрямовані на розробку надійних протоколів тестування як металевих, так і композитних деталей.

Отже, вплив 3D-друку на розвиток озброєння та військової техніки механізованих і танкових військ є суттєвим і трансформаційним. Адитивні технології забезпечують підвищення оперативності ремонту, модернізації та виготовлення окремих компонентів безпосередньо в зоні виконання завдань, що значно зменшує залежність від складної логістики та стаціонарних ремонтних баз. Вони сприяють впровадженню інноваційних конструкційних рішень, оптимізації масогабаритних характеристик та швидкій адаптації техніки до нових умов бойового застосування. Водночас ефективність їх використання визначається рівнем технічного забезпечення, підготовки персоналу та інтеграції з традиційними методами виробництва і ремонту.

Кривизюк Л.П., канд. іст. наук, доцент
Матала І.В.
Горняков І.Д.
НАСВ

БРОНЕТРАНСПОРТЕРИ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Після здобуття незалежності Україна успадкувала значний парк радянських бронетранспортерів (БТР-60, БТР-70, БТР-80), які відповідали доктрині масованого застосування механізованих військ у загальновійськовому бою, але не відповідали вимогам сучасного бою щодо захисту, ергономіки та живучості. Вони мали низку критичних недоліків: слабкий протимінний захист; обмежену ергономіку десантного відділення; уразливість від сучасних протитанкових засобів; застарілу концепцію висадки десанту через бортові люки.

Обмежені можливості модернізації цих машин зумовили перехід до створення власних зразків бронетранспортерів, здатних діяти в умовах високої щільності вогню та асиметричних загроз.

Ключовою особливістю українського підходу стало поєднання радянської інженерної школи з елементами західних концепцій (модульність, переднє розташування двигуна, цифрові системи управління). Сучасний етап розвитку ЗС України характеризується інтенсивним оновленням парку бойових броньованих машин (ББМ) з урахуванням досвіду повномасштабних бойових дій, асиметричних загроз і швидкої еволюції засобів ураження. Нові розробки українських ББМ спрямовані на підвищення живучості, мобільності, вогневої потужності та адаптивності до умов сучасного бою, включно з протидією артилерії, безпілотним системам і високоточній зброї.

Бронетранспортери є базовим елементом механізованих і мотопіхотних підрозділів, виконуючи функції транспортування особового складу, забезпечення мобільності, вогневої підтримки та захисту піхоти на полі бою. В умовах сучасної війни роль бронетранспортерів істотно зросла, оскільки саме вони забезпечують виживання особового складу під час переміщення в зоні ураження артилерії, стрілецької зброї, мінно-вибухових пристроїв та безпілотних ударних систем.

Розвиток бронетранспортерів, вироблених в Україні, пройшов декілька історичних етапів:

Перший етап розвитку вітчизняних бронетранспортерів пов’язаний із використанням і модернізацією радянських зразків (БТР-60,70,80). Проте обмежені можливості цих машин щодо захисту зумовили перехід до створення власних конструкцій, а не глибоких модернізацій.

Другий етап розпочався на початку 2000-х років і характеризувався розробкою нових платформ з нуля, орієнтованих на вимоги сучасного бою та експортні стандарти. Саме в цей період було створено БТР-4 як принципово нову українську машину.

Третій етап (після 2014 року) відзначається різкою переорієнтацією розробок на реальний бойовий досвід, з урахуванням втрат від ПТРК, мінно-вибухових загроз, БпЛА та артилерії.

Українська школа бронетранспортеробудування сформувалася на поєднанні: радянського досвіду масового бронетанкового виробництва; західних концепцій захисту особового складу; вимог до модульності та адаптивності; орієнтації на експортні стандарти. Перехідним зразком став БТР-3 як етап до створення власної сучасної бронетехніки. Він базувався на глибокому переосмисленні радянських рішень із використанням сучасних компонентів і зберіг колісну формулу 8×8, але отримав: посилене бронювання; сучасні бойові модулі; поліпшену систему керування вогнем; кращу ергономіку робочих місць екіпажу. БТР-4 є першим повністю українським бронетранспортером нового покоління, концепція відповідала сучасним вимогам щодо транспорту захисту піхоти. У конструкції реалізовано ключові рішення: переднє розташування двигуна, повноцінна задня апарель, модульна будова корпусу та можливість встановлення різних бойових модулів, що значно підвищило рівень захисту десанту та ефективність бойового застосування.

Отже, розроблення українських бронетранспортерів стало не лише технічним, а й стратегічним завданням, пов’язаним із забезпеченням обороноздатності держави та зменшенням залежності від зовнішніх постачальників озброєння.

Кривизюк Л.П., канд. іст. наук, доцент
Перемибіда Д.О.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ УКРАЇНИ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Наземні роботизовані комплекси (безпілотні комплекси) вперше почали розробляти у збройних силах західних країн на початку 2000-х. Це були дослідні взірці. Бойові наземні платформи активно почали використовуватися під час російсько-Української війни після широкомасштабного вторгнення росії в Україну.

Роботи вже незамінні для підвезення припасів на передову та евакуації поранених. Їх все частіше використовують для вогневої підтримки в ході безпосереднього бою, в наступі і в обороні, із застосуванням великокаліберних кулеметів та іншого озброєння, мінімізуючи присутність особового складу на полі бою.

Прогрес розвитку наземних роботів в Україні розвивається дуже швидко. На початку широкомасштабного вторгнення Силами оборони використовувалися лише одиничні взірці, нині вже 99% наземних дронів вироблено в Україні. Роботизовані системи, які працюють на передовій, залучені до виконання різноманітних завдань.

Бойові наземні платформи – автономні системи озброєння, які заміняють людину під час бою. Їх можна кріпити на нерухомі поверхні або на транспортні засоби (бойові роботи). «ШаБля» – бойова наземна платформа з кулеметною туреллю. Вперше була використана для виконання бойових завдань у 2014 р. Використовують їх у складі 5 ошбр та б-ні «Вовки Да Вінчі» 59 бр. Виготовляється у трьох версіях: під кулемети калібру 7,62 мм ПКТ, М240 або М2. «Ironclad» – роботизована платформа, яка дозволяє вести захист власних позицій та здійснювати штурм ворожих укріплень. Швидкість до 20 км/год, обладнана тепловізійною камерою та бойовою туреллю «ШаБля М2», маса пустої платформи 1800 кг, корисне навантаження до 400 кг, має броньований панцир від бронебійних куль 7,65х54 мм, відстань ураження до 2 км. «Рись» – використовує бойову турель «ШаБля». Максимальна швидкість – 8 км/год, запас батарей на 20 км або на 4 години безперервної роботи. Використовується в бойових діях з кінця 2023 р. «Миротворець» – плаваюча, на озброєнні бойовий модуль «Амулет», дистанція знищення техніки противника до 5 км. «D-21-11» – обладнана автоматичною туреллю та може виконувати бойові завдання, а також може використовуватись для логістики.

Розвідувально-ударні наземні роботизовані комплекси призначені для виконання розвідувальних і ударних завдань: «Droid TW» – оснащений туреллю з кулеметом Browning калібру 12,7 мм, дистанційним керуванням і системами на базі штучного інтелекту для розпізнання цілей. «Wolly» – оснащений кулеметом калібру 7,62 або 12,7 мм із автоматичною подачею боєприпасів, тепловізором.

Роботи-камікадзе «Ratel-S» (Медоїд), Каракурт («Мангал») призначені для підриву ворожих позицій та техніки, мінування.

Використовуються роботи мінні трали, які знаходять і нейтралізують протипіхотні міни. Комплекс «Ratel Deminer» оснащений денним відеоканалом і здатен знищувати міни зразка ПФМ-1, ПМН-4, ПМН-3 та ПМН-2.

Широко використовуються багатоцільові логістичні платформи для виконання різних завдань: «Віслюк», «Ratel-M», «Ratel H», «Sirko-S1» та ті, що призначені для логістики, – «Піксель», «Стохід».

Нині на передовій працюють понад 200 моделей наземних роботизованих комплексів від 40 різних українських виробників.

Головним досягненням виробництва та бойового застосування наземних роботизованих систем є збереження людських життів. Оператор безпілотного комплексу перебуває в безпеці і не повинен приймати миттєвих рішень в небезпечній ситуації при зустрічі з противником.

Отже наземні роботизовані комплекси здатні виконувати завдання в небезпечних районах, замінюючи піхоту. Розробка та застосування безпілотних комплексів є складовою стратегії розвитку безпілотних систем Сухопутних військ України.

Крупкін А.Б.
Богачьов О.І.
НАСВ

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІЗУАЛЬНОГО ДОПОВНЕННЯ (IVAS) – ШЛЯХ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВОЇНІВ

Прогрес не стоїть на місці. В збройних силах провідних держав світу продовжується процес впровадження нових технологій і рішень, покликаних покращити бойові можливості військовослужбовців та підрозділів при виконанні бойових завдань. Мова йде не тільки про останні зразки зброї, але і про сучасні технологічні рішення. У провідних арміях світу вже достатньо давно випробовуються різні версії інтегрованих систем візуального доповнення. У американській армії з 2022 року нові версії окулярів доповненої реальності, проходять випробування в 82-й повітрянодесантній дивізії у Форт-Пікет (штат Вірджинія). Дані окуляри побудовані на базі окулярів змішаної реальності HoloLens, розроблених фахівцями компанії Microsoft. Армійська версія окулярів відрізняється підвищеною міцністю і захисними властивостями. Створена інженерами компанії Microsoft система доповненої реальності Integrated Visual Augmentation System (або скорочено IVAS) дозволяє бійцям отримувати масу важливої інформації, яка відображається безпосередньо на поверхні окулярів. Завдяки даній системі солдати отримують інструменти ситуаційної обізнаності, які допомагають переміщатися на незнайомій місцевості, відстежувати інших членів свого підрозділу незалежно від часу доби, спілкуватися один з одним.

Дослідна експлуатація пристроїв інтегрованих систем візуального доповнення у військах повинна завершитися до кінця 2026 року. За цей час розробники розраховують довести IVAS до варіанта, який можна буде запустити в серійне виробництво. Система, що розробляється для армії США, буде сумісна з тепловізорами і системами нічного бачення. У перспективі «розумні окуляри» повинні мати можливість розпізнавання осіб, вирішення проблеми відрізнення цивільних від військових, а також перекладання тексту з різних мов на англійську. Вже зараз система істотно спрощує бійцям орієнтування на місцевості і роботу з картами. Завантажені карти місцевості в двомірному і тримірному варіанті можуть виводитися на візир (безпосередньо на поверхні окулярів). На цій віртуальній карті бійці зможуть визначати противників, союзників, різні орієнтири і точки на місцевості. Це об'єднує окуляри із сучасними комп'ютерними іграми. Вибравши об’єкт на карті, боєць зможе приховати графічне зображення, залишивши лише навігаційну інформацію: компас або стрілку з напрямом руху до вибраної мети і відстань до неї. Ще однією функцією системи доповненої реальності повинна стати система швидкого виявлення і захоплення цілей.

Окуляри, зв'язані через Bluetooth з прицілами (тепловізорами і системами нічного бачення) на стрілецькій зброї бійців. Система допомагає підвищити точність стрільби солдатів різного рівня стрілецької підготовки, які опанують нову систему прицілювання. В ході експериментів у 82-й повітрянодесантній дивізії бійці після опанування нової системи впевнено уражали малорозмірні цілі із звичайної штурмової гвинтівки М4 на дистанції 300 м з положення «стоячи». При цьому десантники відзначили, що навчитися користуватися новою системою достатньо легко, а всі доступні функції у IVAS прості у використанні.

Враховуючі досвід ведення бойових дій на Сході України останнього часу – застосування для вирішення бойових завдань малих груп та підрозділів, особливо при захопленні окремих об’єктів (рубежів, зачищення будинків та ін.), одним із шляхів підвищення ефективності є впровадження інтегрованих систем візуального доповнення до бойового екіпірування бійця.

Крупкін А.Б.
Богачьов О.І.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Досвід застосування індивідуальної автоматичної стрілецької зброї (СЗ) показав, що зброя, яка перебуває на озброєнні провідних країн світу (ПКС), не повною мірою відповідає вимогам: рівню безпеки, ергономіки, зручності обслуговування та експлуатації, ефективної дальності стрільби та вражаючої дії. У ПКС не припиняються розробки нових зразків СЗ та модернізація вже прийнятих на озброєння. Загальними ознаками сучасної СЗ є модульна компоновка, широке застосування легких сплавів і пластмас для виготовлення основних частин, застосування оптичних прицілів як основних, закладається можливість приєднання підствольного гранатомета та зниження ваги комплексу.

Якісне посилення бойової ефективності СЗ припускає не тільки підвищення вірогідності ураження цілі з першого пострілу або черги, але і можливість ведення інтенсивного вогню. Головними чинниками цього є: влучність стрільби, вражаюча дія кулі та ємкість магазина. Заслуговують більшої уваги магазини підвищеної ємкості до штурмових гвинтівок (ручних кулеметів). Із зменшенням дистанцій в сучасному швидкоплинному бою магазини підвищеної ємкості грають вирішальну роль. Конструктори провідних збройових фірм розробляють та запускають у виробництво 50- і 60- зарядні коробчасті магазини і магазини підвищеної ємкості барабанного типу, в тому числі й спарені. Магазини підвищеної ємкості різко підвищує бойову ефективність, як одного військовослужбовця, так і підрозділу в цілому.

Можливості сучасної зброї багато в чому визначаються патроном. Оцінити деякі напрями досліджень, що проводяться, можна на прикладах нових розробок боєприпасів до СЗ:

- патрон «дуплекс»: в стандартній гільзі одна за одною розташовуються дві кулі;
- стрілоподібні оперені кулі: мають більш настильну (пологу) траєкторію і долітають до цілі значно швидше за звичайну кулю;
- високошвидкісні боєприпаси: при початковій швидкості кулі більше 1000 м/с немає необхідності вводити поправки на дальності до 500 м, істотно підвищується енергія кулі, збільшуються її уражальні властивості;

- безгільзовий патрон: куля розташовується в пресованій пороховій шашці, або порох розміщується усередині кулі; зменшується маса і вартість патрона, відсутній механізм екстракції (витягання) та інжекції (видалення) стріляної гільзи.

Разом з новими розробками в області боєприпасів продовжується впровадження нових принципових схем у створенні СЗ:

- модульний принцип: будова СЗ дозволяє після заміни ряду деталей застосовувати патрони різних калібрів; зброя має у комплекті швидкозмінні стволи різної довжини; в конструкції зброї можна змінити також і напрям віддзеркалення стріляних гільз; передбачені двосторонні органи управління; приклад може бути фіксованим або таким, що складається;
- зброя з «зміщенням імпульсу віддачі»: під цим терміном розуміється деяка затримка в часі між пострілом і ударом зброї (віддачею) в плече стрільця;
- нові схеми зброї із збалансованою автоматикою: при збалансованій схемі рухомі деталі складають дві рівні по вазі протилежно рухомі маси – затворна рама та балансир, що зв'язані через зубчасті рейки і шестерню;
- продовжується впровадження і вдосконалення системи «булл пап» (розташування в зброї УСМ попереду магазина) в стрілецькій зброї;
- впроваджуються системи, що змінюють режим вогню, для забезпечення вогню високої інтенсивності.

Кузьменко Р.В., канд. техн. наук, доцент
Паращук Д.Л., канд. техн. наук, доцент
Голубовська О.М.
НАСВ

ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ АНТИДРОНОВОГО ЗАХИСТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОСТОРОВОЇ ЗВАРНОЇ (СІТЧАСТОЇ) КОНСТРУКЦІЇ

З початком широкомасштабної збройної агресії рф проти України суттєво зросла роль безпілотних літальних апаратів (БпЛА) тактичного рівня, зокрема FPV-дронів з кумулятивними або осколковими бойовими частинами. Вказані засоби ураження становлять значну загрозу як для особового складу, так і для різноманітних засобів озброєння та військової техніки, у тому числі і для автомобільної техніки.

З огляду на вищевказане у підрозділах Збройних Сил України активно впроваджуються інженерні рішення польового типу, що спрямовані на екранування техніки за допомогою просторових зварних конструкцій у вигляді так званих кліток та їжаків.

Необхідно зазначити, що на сьогоднішній день будь-яких стандартизованих підходів щодо виготовлення антидронового захисту немає, тому підрозділи, які здійснюють таке виготовлення, керуються насамперед, практичним досвідом застосування того чи іншого зразка ОВТ в поєднанні з своїми фінансово-економічними можливостями.

У ході опитування безпосередньо водіїв, механіків-водіїв та командирів підрозділів встановлено, що одним із ефективних рішень є використання сітчастого екрана, винесеного на відстань 300–600 мм від корпусу по периметру машини. Така конструкція забезпечує передчасне руйнування або ж дестабілізацію FPV-дрона до зіткнення, ініціює передчасний його підрив, а також розсіює уламки та знижує енергію ураження.

Одним із важливих етапів створення антидронового захисту у вигляді просторової зварної (сітчастої) конструкції є проведення проєктувальних робіт з використанням системи автоматизованого проєктування (САПР), що, у свою чергу, дозволяє здійснити 3D-моделювання конструкції з врахуванням габаритних розмірів корпусів автомобілів, розрахувати довжину профільних елементів, оптимізувати матеріальні витрати та сформувати специфікацію матеріалів.

З цією метою в окремих підрозділах Сухопутних військ Збройних Сил України було проведено низьку заходів з моделювання просторово зварної конструкції із застосуванням програмного комплексу AutoCAD та було проведено розрахунок матеріальних засобів.

Розрахунок був зроблений для броньованих автомобілів, що є на озброєнні конкретного підрозділу, а саме броньованих автомобілів MAXXPRO та ВАРТА. Вході якого було встановлено наступну потребу у матеріальних засобах:

- профільна труба 30×30×2 мм – 204 м;
- профільна труба 40×40×2 мм – 30 м;
- лист сітки 150×2 (дріт 4 мм) – 30 шт;
- зварювальний дріт 1 мм – 10 кг;
- зварювальний дріт 0,8 мм – 10 кг;
- круг відрізний Ø125 мм – 100 шт;
- болт 10×60 – 10 шт;
- завіси 30×10 – 13 шт.

Орієнтовна вартість вищезазначених матеріалів складає близько 60–65 тис. грн, що орієнтовно становить 0,5% від вартості самого бронеавтомобіля (до прикладу, з відкритих джерел відомо, що вартість автомобіля MAXXPRO – 548 тис. доларів США), і не до порівняння коли питання стосується збереження життя особового складу підрозділу.

Водночас впровадження такого захисту дозволяє суттєво знизити ймовірність втрати машини та особового складу.

Отже, застосування антидронового захисту за допомогою просторової зварної (сітчастої) конструкції є економічно доцільним, технологічно доступним та ефективним заходом підвищення живучості броньованої автомобільної техніки в умовах сучасних бойових дій.

Ларін О.Ю., кандт. техн. наук
Почечун О.О., кандт. техн. наук
Морозовський Л.Л.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД FPV-ДРОНІВ

Масове застосування ударних FPV-дронів у сучасних бойових діях зумовило швидке поширення у військах різноманітних польових рішень пасивного захисту бойових броньованих машин (ББМ). Найбільш характерними серед них стали винесені просторові конструкції на каркасі, оснащені сітчастими, решітчастими, дротяними, тросовими, ланцюговими та гумовими елементами. Їх поширення обумовлене відносною технологічною простотою виготовлення, доступністю матеріалів, можливістю встановлення силами військових частин та очікуванням зниження ефективності кумулятивних бойових частин FPV-дронів.

У практиці військ такі конструкції часто розглядаються як засіб, здатний суттєво знизити ймовірність ураження ББМ за рахунок передчасного підриву бойової частини, розфокусування кумулятивного струменя та його відхилення. Такі оцінки зазвичай формуються в умовах, де важко відокремити вплив самої конструкції захисту від впливу випадкових чинників бойової обстановки. До таких чинників належать нестабільність кута підльоту, динаміка руху машини, вплив РЕБ, навченість оператора FPV-дрона, а також часткове приховування контурів ББМ за суцільним захистом, що ускладнює вибір оптимальної траєкторії та/або точки атаки.

Результати проведених випробувань із застосуванням у якості бойової частини гранати ПГ-7М показали, що при віднесенні просторових модулів пасивного захисту від броні на 1,3–1,4 м очікувана ефективність не підтверджується повною мірою. За результатами огляду, після ураження зафіксовано пробиття броні. Разом з тим спостерігалися ознаки розфокусування кумулятивного струменя у вигляді кількох каверн на броні замість одного чіткого каналу пробиття, що свідчить про часткове послаблення уражаючої дії.

Повторні випробування за умови збільшення відстані від модуля до броні до 1,8 м показали інший результат: пробиття не зафіксовано. Це дає підстави вважати, що для просторових конструкцій такого типу основним підтвердженим механізмом захисної дії є саме винесення точки підриву на відстань, за якої кумулятивний струмінь втрачає оптимальні умови формування та проникнення. Таким чином, у дослідженій постановці головний ефект визначається передусім екранними характеристиками засобів ураження.

Такий підхід має важливе практичне значення насамперед для танків. За умови спільного застосування винесеного просторового захисту та штатного динамічного захисту (ДЗ) можливо сформувати комбіновану схему, в якій пасивна конструкція забезпечує необхідне віднесення точки підриву, а ДЗ компенсує залишкову пробивну дію. У цьому випадку з’являється можливість знизити масу самої просторової конструкції, оскільки її доцільно оптимізувати не за принципом максимального насичення дротами або тросами, а за принципом забезпечення необхідного винесення, просторової стійкості та прийнятної живучості після уражень.

Отже, проведені дослідження показують, що поширені у військах просторові конструкції пасивного захисту мають практичний сенс, однак їх реальну ефективність слід оцінювати стримано. Основним підтвердженим ефектом є винесення точки підриву, тоді як очікування щодо гарантованого зриву ураження лише за рахунок густини дротяних або тросових пучків виявилися завищеними.

Лівінська Ю.Г., Ph.D
Черненко А. Д., канд. військ. наук, ст. дослід.
Рудковський О.М.
НЦ СВ НАСВ

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ЖІНОЧИХ БРОНЕЖИЛЕТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність виконання бойових завдань значною мірою залежить від рівня індивідуального бронезахисту військовослужбовців. Збільшення кількості жінок у підрозділах механізованих і танкових військ зумовлює необхідність розроблення спеціалізованих засобів захисту, адаптованих до їхніх антропометричних і фізіологічних особливостей. Традиційні бронежилети, орієнтовані на

чоловічу анатомію, не забезпечують належного рівня ергономіки, що негативно впливає на мобільність, витривалість та ефективність виконання завдань. Аналіз сучасних досліджень і практичного досвіду свідчить, що основними недоліками стандартних бронежилетів є невідповідність геометрії захисних елементів анатомічним особливостям жіночого тіла, нерівномірний розподіл навантаження, обмеження рухливості та підвищена фізична втома. Актуальними ці проблеми є для механізованих і танкових підрозділів, діяльність яких пов'язана з обмеженим простором бойових машин і значними динамічними навантаженнями. Сучасні тенденції розвитку жіночих бронежилетів спрямовані на створення адаптивних та індивідуалізованих систем бронезахисту. Перспективним є використання технологій 3D-сканування для індивідуального підбору конструкції, що дозволяє покращити ергономіку та ефективність захисту. Впровадження адаптивних демпферних систем забезпечує рівномірний розподіл навантаження та знижує ризик травматизації.

Інноваційним рішенням є застосування багатокриволінійних та асиметричних бронеплит, що відповідають анатомічним особливостям жіночого тіла. Це підвищує рівень захисту та покращує зручність використання. Водночас встановлено, що неправильна посадка бронежилета може призводити до утруднення дихання та перевантаження опорно-рухового апарата. Важливим напрямом є розвиток модульних конструкцій, які дозволяють адаптувати бронежилет до різних умов бойового застосування. Використання сучасних матеріалів, зокрема надвисокомолекулярного поліетилену (UHMWPE) та керамічних композитів, забезпечує зменшення маси виробу без втрати захисних властивостей.

Особлива увага приділяється удосконаленню систем терморегуляції та вентиляції. Український досвід підтверджує ефективність таких рішень, що проходять апробацію в умовах реальних бойових дій в ході російської збройної агресії проти України (Бахмут, Авдіївка, Мар'їнка) та під час контрнаступальних операцій 2023 року на південному напрямку. Встановлено, що тривале використання бронезахисту в умовах підвищених температур вимагає ефективного відведення тепла та зменшення теплового навантаження. Польові випробування нових зразків жіночих бронежилетів засвідчили, що врахування анатомічних особливостей (вужчі плечі, ширший таз) дозволяє підвищити комфорт і зменшити фізичне навантаження. Використання демпферних вставок і адаптивних елементів регулювання додатково покращує ергономічні характеристики та знижує ризик перегріву. Отже, розвиток жіночих бронежилетів є важливим напрямом удосконалення бойового екіпірування. Основними тенденціями є індивідуалізація конструкції, впровадження модульних рішень, зниження маси та інтеграція сучасних матеріалів. Для підвищення ефективності бронезахисту доцільно впроваджувати цифрові технології проєктування, проводити спеціалізовані ергономічні випробування та удосконалювати нормативно-технічну базу. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню мобільності, захищеності та бойової ефективності військовослужбовців.

Літвінов О.В. канд. техн. наук
НАНГУ

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТЕХНІЧНИМ РІВНЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Автомобільна техніка, що використовується у військових підрозділах, за типами поділяється на легкові, вантажні та спеціальні автомобілі. У відсотковому відношенні їхній розподіл становить приблизно 15%, 65% та 20%, що відображає пріоритетність вантажних автомобілів як основного виду транспорту.

Вантажні автомобілі військового призначення, які здійснюють транспортування особового складу, боєприпасів, пального, матеріальних засобів, витрачають основну частину пального та є одним з важливих елементів логістичного забезпечення.

При цьому висока вартість пального та його дефіцит, спричинений знищенням нафтопереробних заводів під час бойових дій, суттєво ускладнюють забезпечення військових частин паливом та виконання логістичних задач в повному обсязі, тому використання енергоефективних вантажівок стає актуальним.

Питанням енергетичної ефективності автомобілів присвячено багато робот, які розглядали напрями підвищення ефективності використання автомобілів від різних показників, таких як питома витрата пального, питома потужність двигуна, коефіцієнт корисної дії трансмісії, коефіцієнт аеродинамічного опору та інше.

Визначення технічного рівня вантажних автомобілів військового призначення є важливим етапом у забезпеченні їх ефективного функціонування, оскільки саме він характеризує ступінь досконалості конструкції, відповідність сучасним вимогам та потенційні експлуатаційні можливості. Водночас процес оцінювання технічного рівня супроводжується низькою складнощів, що обумовлені великою кількістю показників, які його формують. До основних проблем належать відсутність уніфікованого підходу до вибору критеріїв оцінювання, складність врахування взаємозв'язків між конструктивними параметрами та експлуатаційними властивостями, а також необхідність адаптації методів оцінювання до специфічних умов використання військової техніки. Крім того, існуючі підходи часто не забезпечують комплексного врахування впливу технічного рівня на енергоефективність, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень на етапах проєктування та експлуатації автомобілів.

Дослідження присвячено удосконаленню методів оцінювання технічного рівня вантажних автомобілів військового призначення як на початковому етапі проєктування, так і на етапі експлуатації шляхом виявлення закономірностей взаємозв'язку між масою, максимальною швидкістю та ефективною потужністю двигуна.

Отже, аналіз моделей вантажних автомобілів за роками виготовлення та за категоріями дозволить визначити енергетичний потенціал цих автомобілів, а отримані залежності можуть бути використані для вдосконалення методів попереднього проєктування та комплексної оцінки енергоефективності вантажних автомобілів військового призначення незалежно від їх конструктивного типу.

Лячин С.В.
Таран В.І.
Хардель Р.З., д-р філософії
Холін В.М.
НАСВ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПОСТАВОК АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З ТЦК ТА СП ДО ПІДРОЗДІЛІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

В умовах воєнного стану забезпечення Збройних Сил України автомобільною технікою набуває критичного значення. Одним із основних джерел доукомплектування військових організаційних структур Збройних Сил є залучення транспортних засобів з галузей національної економіки через територіальні центри комплектування та соціальної підтримки (ТЦК та СП). Одночасно процес мобілізації транспортних засобів і техніки супроводжується низкою проблем організаційного, технічного та правового характеру.

Однією з основних проблем є застаріла система обліку транспортних засобів і техніки національної економіки, яка не міняється ще з 2001 року. Наявні бази щодо обліку автомобільної техніки є застарілими або неповними, що ускладнює оперативний пошук і відбір придатної техніки необхідних зразків. Відсутня єдина цифрова система обліку в ТЦК та СП та інших органах, які ведуть реєстрацію і облік, що призводить до невідповідності між фактичним станом транспортних засобів і їх документальним обліком.

Суттєві труднощі виникають у процесі мобілізації транспортних засобів і техніки. Процедури їх вилучення залишаються складними та тривалими, що не відповідає вимогам воєнного часу. Процедури вилучення транспортних засобів залежать від організації тісної взаємодії ТЦК та СП з органами державної влади на місцях. Додатковими факторами є супротив з боку власників, випадки приховування техніки, а також наявність правових колізій щодо порядку вилучення та механізмів компенсації.

Окремою актуальною проблемою, з якою стикаються ТЦК та СП, є перевищення встановлених Кабінетом Міністрів України лімітів вилучення транспортних засобів, які були встановлені ще у 2016 році та з того часу не переглядались.

Станом на сьогоднішній день фіксуються випадки, коли фактичні обсяги вилучення перевищують визначені нормативами показники для окремих областей та галузей національної економіки. Це призводить до порушення принципу пропорційності виконання мобілізаційних заходів ТЦК та СП; надмірного навантаження на окремі галузі національної економіки; зростання соціальної напруги та зниження довіри до органів державної та місцевої влади; виникнення судових спорів щодо правомірності вилучення техніки.

Окрему увагу слід приділити корупційним ризикам, які можуть виникати під час відбору транспортних засобів на етапі планування поставок, зокрема через можливі неформальні домовленості з власниками.

З метою вирішення зазначених проблем доцільно привести нормативно-правову базу мобілізації транспортних засобів до вимог сучасності та посилити контроль за дотриманням встановлених лімітів вилучення; запровадити єдину цифрову систему обліку транспортних засобів і техніки; підвищити прозорість процедур відбору та відповідальність посадових осіб; забезпечити уніфікацію автомобільного парку Збройних Сил України.

Таким чином, проблеми поставки транспортних засобів і техніки з ТЦК та СП, зокрема питання перевищення встановлених лімітів вилучення, потребують комплексного врегулювання з метою підвищення ефективності мобілізаційної системи в умовах воєнного стану.

Малинич С.З., д-р фіз.-мат. наук, професор
НАСВ
Аксіментьєва О.І., д-р хім. наук, професор
Горбенко Ю.Ю., канд. хім. наук, старш. наук. співроб.
ЛНУ
Філіпсонов Р.В.
ВІТВ НТУ “ХПІ”

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ЕКРАНУВАННЯ КОМПОЗИТНИМ ПОКРИТТЯМ ДЛЯ МАСКУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ

Досвід російсько-Української війни переконливо демонструє кардинальну перебудову характеру бойових дій. Дедалі важливішої – навіть визначальної – ролі набувають високотехнологічні види озброєння, оснащені різного роду сенсорами, пристроями візуалізації, системами опрацювання інформації. Не менш важливими є й засоби протидії системам виявлення та наведення на ціль, основною метою яких є захист військової техніки і особового складу. Оскільки функціонування практично усіх типів систем виявлення і наведення полягає у детектуванні електромагнітних хвиль (світло-, радіо- та ІЧ випромінювання), то розроблення засобів пригнічення електромагнітних сигналів вважається особливо актуальним. Насамперед мова йде про протидію лазерним системам наведення, лазерним далекомірам, активним радіолокаторам. З іншого боку, у зв’язку із розвитком безпілотних систем виникає необхідність в екрануванні як їхнього власного електромагнітного випромінювання (ЕМВ), так і від впливу зовнішнього. Такі дослідження є складовою загального напряму, пов’язаного з розробкою методів маскування військової техніки в основних фізичних полях, для забезпечення виживання особового складу і цивільних осіб в екстремальних умовах.

Потрапдяння електромагнітних хвиль на поверхню маскувального покриття супроводжується процесами поглинання та дифузного відбивання (розсіяння) хвиль, причому частка поглинутого або відбитого випромінювання істотно різна у різних спектральних діапазонах. Для створення засобів протидії системам наведення нами використано високу антирадарну здатність магнітовмісних матеріалів, зокрема, магнетиту, в комплексі з ефективними поглиначами та розсіювачами мікрохвиль на основі спряжених полімерних систем. Запропоновані композитні покриття забезпечують ефективне послаблення сигналу у ближньому ІЧ діапазоні на рівні 16 дБ та мікрохвильового випромінювання, в *K*-діапазоні (18–26,5 ГГц) та *K*α-діапазоні (26,5–40 ГГц) на рівні −25 дБ з піковим значенням −47 дБ на 23 ГГц, що робить матеріал перспективним для захисту від ЕМВ, антирадарних цілей та як засіб протидії зброї з лазерним наведенням. Отримані композити виявляють високі антикорозійні властивості, достатню ударну міцність і можуть одночасно діяти як екранувальні та захисні покриття.

Виходячи з проведених експриментальних і теоретичних досліджень та встановлених підходів, запропоновано спеціальні просочувальні композиції для виготовлення маскувальних тканин, сіток, камуфляжних матеріалів, які демонструють значне мікрохвильове поглинання та низький коефіцієнт відбиття падаючого ІЧ випромінювання. Знайдено, що використання наночастинок оксиду графену та максенів у складі гібридних композицій значно посилює цей ефект внаслідок явища синергізму, яке спостерігається у досить вузькому концентраційному інтервалі наповнювачів (4–6 %). Отримані результати стануть основою розроблення маскувальних засобів для зниження помітності інфраструктурних об’єктів та військової техніки в ІЧ та мікрохвильовому діапазонах.

Манзяк М.О. д-р філософії
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ У ЗБОРІ ПОЛЬОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Російсько-Українська війна характеризується високою динамікою бойових дій, широким застосуванням безпілотних літальних апаратів, засобів радіоелектронної боротьби, високоточної зброї та постійною загрозою вогневого ураження. За таких умов суттєво зростає роль колісної військової автомобільної техніки (ВАТ), яка забезпечує мобільність підрозділів, підвезення матеріально-технічних засобів, евакуацію поранених, маневр сил і засобів, а також функціонування логістичної системи в цілому.

Разом з тим, досвід бойових дій свідчить про наявність системних проблем, пов’язаних із невідповідністю окремих зразків ВАТ сучасним умовам застосування. Насамперед це стосується втрати мобільності техніки внаслідок перевантаження, невідповідності параметрів підвіски фактичним умовам бездоріжжя, пошкоджень шин та елементів ходової частини, а також чутливості електронних систем до впливу засобів радіоелектронної боротьби. Значна частина техніки фактично не здатна виконувати завдання на так званій останній ділянці маршруту, що обумовлює необхідність її заміни безпілотними або пішими засобами доставки.

Додатковою проблемою є зміна характеру логістики, коли маршрути руху підрозділів проходять поза дорожньою мережею в умовах мінної небезпеки та постійного спостереження противника. Це призводить до різкого зростання навантажень на вузли та агрегати ВАТ, скорочення ресурсу та збільшення кількості відмов. При цьому відновлення техніки ускладнюється значною віддаленістю ремонтних підрозділів від лінії бойового зіткнення, обмеженістю евакуаційних засобів, дефіцитом запасних частин і агрегатів, а також необхідністю використання спеціалізованого обладнання для обслуговування окремих вузлів.

Незважаючи на значний обсяг накопиченого бойового досвіду, оцінювання ефективності застосування ВАТ переважно має фрагментарний та якісно-описовий характер. Відсутність систематизованих кількісних даних щодо умов експлуатації, інтенсивності застосування, частоти відмов, причин втрати мобільності, тривалості відновлення та рівня забезпечення запасними частинами не дозволяє об’єктивно формувати вимоги до нових зразків техніки, а також обґрунтовувати напрями їх модернізації та закупівлі. Як наслідок, прийняття рішень часто базується на узагальнених оцінках, без урахування реальних умов застосування.

У зв’язку з цим виникає необхідність формування єдиного підходу до збору та узагальнення польових даних щодо експлуатації ВАТ у бойових умовах. Одним із ефективних інструментів такого збору є анкетування військових частин та підрозділів, які безпосередньо здійснюють експлуатацію техніки. Запропонований підхід передбачає отримання структурованої інформації за визначеними показниками, зокрема: умови застосування техніки, характер виконуваних завдань, інтенсивність використання, типові відмови та несправності, рівень прохідності, випадки втрати мобільності, особливості ремонту і технічного обслуговування, забезпеченість запасними частинами та агрегатами, а також оцінка ефективності використання конкретних зразків у визначених умовах.

Систематизація та аналіз отриманих даних дозволить перейти від суб’єктивних оцінок до кількісно обґрунтованих показників, що забезпечить можливість порівняння різних зразків

ВАТ за єдиними критеріями з урахуванням умов їх застосування. Це, у свою чергу, створить підґрунтя для формування обґрунтованих технічних вимог, підвищення ефективності прийняття рішень у сфері закупівель, а також визначення пріоритетних напрямів модернізації існуючого парку техніки і розвитку вітчизняних зразків.

Таким чином, впровадження системного підходу до збору польових даних щодо експлуатації колісної ВАТ є необхідною умовою переходу до керованого розвитку техніки на основі вимірюваних показників, що дозволяє підвищити ефективність її застосування в умовах сучасної війни та сформувати науково обґрунтовану основу для створення стандарту мобільності.

Марцінко Н.М., канд. іст. наук
Совік В.В.
Бокачов С.В.
НАСВ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПІДРОЗДІЛУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА

Пересування є одним із видів тактичних дій підрозділу, яке він може здійснювати як в мирний час, так і в бойових умовах. Підрозділ може пересуватися своїм ходом (маршем) або перевозитися різними видами транспорту. Під час здійснення перевезення одним із основних завдань командира є організація безперебійного управління підрозділом у ході завантаження, безпосереднього перевезення та під час розвантаження і зосередження у визначеному районі з урахуванням активного застосування противником ударних БпЛА.

У ході завантаження основні зусилля командира спрямовуються на забезпечення своєчасного прибуття підрозділу до місця завантаження, організованого завантаження техніки і посадки особового складу на транспортні засоби, підтримання стійкого зв’язку з підрозділами та представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту). Важливе місце в роботі командира займають перевірка правильності кріплення бойової техніки на рухомому складі, її маскування техніки, а також організація спостереження за повітрям та боротьба з БпЛА противника.

У ході безпосереднього перевезення управління здійснюється через органи військових сполучень (штаби частин військово-транспортної авіації і флоту). Доповідь даних про обстановку на шляхах перевезення, положення і стан підрозділу, отримання і передача розпоряджень здійснюється через військових комендантів залізничних ділянок та засобами зв’язку військово-транспортної авіації і флоту. Оповіщення про повітряного противника та застосування БпЛА здійснюється сигналами, які застосовуються на транспорті.

З прибуттям у пункт призначення командир забезпечує організоване розвантаження техніки і висадку особового складу підрозділу, узгоджує із представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту) місця і умови розвантаження, райони збору підрозділів, шляхи висування до них, доводить до підлеглих уточнені завдання. Управління здійснюється з командного пункту, який зазвичай розгортається поблизу району збору. Зв’язок з підрозділами та представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту) у місцях

розвантаження організовується дротовими і рухомими засобами. Крім того, командир відразу встановлює зв'язок із командиром, у розпорядження якого прибув підрозділ, та доповідає йому дані про стан свого підрозділу, отримує вказівки на подальші дії та організовує їх виконання.

Якщо під час завантаження (розвантаження) або у ході здійснення перевезення противником будуть завдані ракетно-бомбові удари або застосовані БпЛА, командир насамперед організовує поновлення зв'язку, вивід підрозділу із зони ураження і відновлення його боєздатності, разом з органами військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту) уточнює порядок подальшого перевезення і доводить завдання підлеглим. Крім того, він надає старшому командиру доповідь про зміни в обстановці, хід перевезення, стан підрозділу та втрати в особовому складі і бойовій техніці.

На випадок вимушеного припинення перевезення підрозділ повинен бути готовий до розвантаження (висадки) у непідготовленому місці та продовження пересування до місця призначення своїм ходом або до вступу в бій. Тому командир повинен організувати управління таким чином, щоб забезпечити його стійкість та безперервність у будь-яких умовах обстановки.

Марченко О.В.
Загребельний С.М.
Рудий А.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ
Макогон О.А., канд. техн. наук, доцент
ВІТВ НТУ "ХПІ"

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Військові конфлікти в сучасному світі висувають жорсткі умови до розвитку сучасних засобів ведення бою. Технології, способи ведення бою не стоять на місті, з'являється залежність від розвитку сучасних інноваційних та революційних технологій до способу ведення сучасного бою. Сучасні умови ведення бойових дій набувають мереже-центричного характеру, де швидкість отримання, обробки та передавання інформації стає одним із визначальних факторів переваги над противником. Це призводить до необхідності інтеграції бронетанкового озброєння та техніки в єдині інформаційно-розвідувальні та ударні контури, що забезпечують оперативність прийняття рішень і точність застосування засобів ураження. Водночас зростає роль розвитку захищеності, живучості та малопомітності бронетанкового озброєння та техніки.

Оскільки сучасне поле бою характеризується високою щільністю комплексної розвідки та застосуванням високоточних засобів ураження, у тому числі із використанням багатоспектральних систем спостереження, це зумовлює необхідність подальшого розвитку комплексних систем захисту, підвищення мобільності та адаптивності бронетанкового озброєння і техніки до швидкозмінних умов бойової обстановки. Зазначені тенденції вимагають вдосконалення не тільки засобів активного та пасивного захисту, технологій зниження демаскувальних ознак у різних фізичних спектрах, а також інтеграції технологій штучного інтелекту для аналізу бойової обстановки, автоматизованого виявлення загроз,

оптимізації управління підрозділами та підвищення ефективності систем захисту і маскування. Інтеграція ШІ у системи управління та розвідки дозволяє скоротити час прийняття рішень, підвищити точність оцінки ситуації та забезпечити більш ефективну взаємодію між елементами бойового порядку. У свою чергу, це сприятиме підвищенню живучості бронетанкового озброєння і техніки та їх здатності функціонувати в умовах насиченого інформаційно-розвідувального та ударного середовища.

Виходячи з вищевказаного з метою підвищення ефективності застосування бронетанкового озброєння та техніки пропоную:

розвивати та впроваджувати інтегровані системи захисту бронетанкової техніки, що поєднують активні, пасивні та багатоспектральні засоби зниження помітності;

інтегрувати бронетанкове озброєння і техніку в єдину автоматизовану систему управління військами та розвідкою;

впровадження систем штучного інтелекту з метою підвищення обізнаності про обстановку на полі бою, автоматизації процесів виявлення загроз та підвищенню ефективності прийняття рішень у реальному часі на тактичному рівні.

Таким чином, подальший розвиток бронетанкового озброєння і техніки повинен здійснюватися у напрямі комплексної цифровізації, підвищення рівня автоматизації управління, впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, а також створення багаторівневої, адаптивної системи захисту. Реалізація зазначених заходів забезпечить підвищення бойової ефективності, живучості та стійкості бронетанкових підрозділів в умовах сучасного високотехнологічного та інформаційно насиченого поля бою.

Марченко О.В.
Чорний М.В., канд. техн. наук, доцент, старш. наук. співроб.
Матузко Б.П., канд. техн. наук, доцент
Рудий А.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МАСКУВАННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ

В умовах сучасної війни на території України бронетанкова техніка втрачає провідну роль у зв’язку з великою помітністю на полі бою для ворожих засобів розвідки як з повітря, так із землі. За досвідом ведення бойових дій, найбільші втрати в техніці та людях від ударних безпілотних систем різноманітних типів стають більш досконалими та розвинутими в напрямку ефективного завдання втрат. Не варто забувати, що вартість ударних безпілотних систем набагато нижча, ніж бронетанкової техніки, а ефективність вища. Бронетанкова техніка на сучасному полі бою потребує концептуальних змін, аби залишатися непоміченою у ворожому середовищі, наповненому системами повітряної розвідки, недорогими безпілотними засобами та іншими сучасними засобами виявлення, які спроможні виявляти цілі в будь-яких кліматичних і погодних умовах, у денний та нічний час, за обмеженої видимості.

Виходячи з цього, виникає потреба в удосконаленні маскувальних властивостей бронетанкової техніки з метою забезпечення малопомітності для сучасних засобів безпілотних систем. Для забезпечення малопомітності в сучасних умовах бронетанкова технічка повинна відповідати певним вимогам, таким як:

зниження візуальної, інфрачервоної, радіолокаційної, акустичної та електромагнітної помітності;

застосування багатоспектральних маскувальних покриттів і матеріалів;

мінімізація теплового контрасту з навколишнім середовищем;

оптимізація конструктивних форм з метою зменшення демаскувальних ознак;

забезпечення цілодобового застосування за будь-яких кліматичних і погодних умов.

Одним з варіантів для забезпечення таких вимог може бути застосування комбінованого захисту, такого як багатоспектральний камуфляж з одночасним використанням гібридної силової установки. Така комбінація забезпечить зниження демаскувальних ознак бронетанкової техніки шляхом узгодженого впливу на візуальні, звукові, інфрачервоні та радіолокаційні характеристики об’єкта, що ускладнює його виявлення, розпізнавання та супровід сучасними засобами розвідки противника.

Отже, застосування гібридної силової установки дає змогу зменшити акустичну та інфрачервону помітність за рахунок зниження рівня шуму, вібрацій і теплового випромінювання, а також забезпечити можливість руху й роботи бортових систем у малошумних режимах. Водночас багатоспектральний камуфляж забезпечує зниження візуального контрасту та радіолокаційної помітності, що у поєднанні з тактичними заходами маскування створює умови для прихованого розгортання, маневру та тривалого перебування техніки на позиціях. Отримані результати свідчать, що реалізація комбінованих підходів до захисту є перспективним напрямом розвитку систем малопомітності.

Таким чином, комплексне застосування комбінованого захисту дозволяє підвищити ефективність використання бронетанкової техніки в сучасних умовах бойових дій, зокрема за наявності розвинених засобів ударних та розвідувальних безпілотних систем, без зниження її основних бойових характеристик.

Марусин П.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Актуальність теми зумовлена докорінною зміною характеру збройної боротьби на початку XXI століття. Досвід останніх локальних конфліктів та повномасштабної війни в Україні продемонстрував, що традиційна роль бронетехніки на полі бою піддається серйозним викликам через появу високоточної зброї та масоване застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Об’єктом аналізу є вектори модернізації наявних зразків та розробка перспективних платформ ОВТ.

Розвиток ОВТ механізованих і танкових військ на сучасному етапі відбувається за чотирма ключовими напрямами:

Концепція «Цифрового танка» та мережецентричність. Головною перспективою є інтеграція кожної бойової одиниці в єдину автоматизовану систему управління боєм (BMS). Це передбачає встановлення бортових комп’ютерів з елементами штучного інтелекту, які здатні в реальному часі обробляти дані від супутників, БпЛА та розвідувальних підрозділів. Мета – досягнення переваги у швидкості прийняття рішень (цикл «виявлення–ураження»).

Еволюція систем захисту. Класичне нарощування пасивної броні досягло свого ліміту через надмірну вагу (понад 65–70 т). Перспективним є перехід до багатоешелонованого захисту:

активний захист (КАЗ): перехоплення боєприпасів (ПТКР, гранат) на підльоті;

радіоелектронний захист: обов'язкове оснащення техніки індивідуальними та груповими засобами РЕБ для нейтралізації FPV-дронів;

зміна компонування: перехід до безлюдних бойових модулів та розміщення екіпажу в ізольованій броне капсулі;

вогнева потужність та інтегровані безпілотні системи. Перспективи розвитку гарматного озброєння пов'язані з переходом на великі калібри (130–140 мм) та використанням програмованих боєприпасів із дистанційним підривом. Окремим вектором є перетворення танка/БМП на «носій дронів». Кожна машина повинна мати власний розвідувальний дрон та, у перспективі, дрони-камікадзе, що дозволяє уражати цілі за межами прямої видимості;

роботизація та автономність. Майбутнє належить безпілотним наземним платформам (роботам-сателітам), які діятимуть у зв'язці з пілотованою технікою, беручи на себе функції розвідки, розмінування, логістики або вогневої підтримки на найбільш небезпечних ділянках.

Аналіз світових тенденцій дозволяє зробити висновок, що бронетехніка майбутнього перетворюється з «металевої фортеці» на високотехнологічний інтелектуальний вузол. На основі проведеного аналізу пропонується:

пріоритетне впровадження КАЗ та РЕБ: Прискорити оснащення всіх лінійних одиниць бронетехніки КАЗ та малогабаритними станціями РЕБ для протидії дронам-камікадзе;

створення єдиного контуру управління: форсувати розробку вітчизняних програмних рішень для обміну даними між екіпажами техніки та засобами аеророзвідки в режимі онлайн;

розвиток безпілотних платформ: збільшити державні інвестиції в розробку наземних роботизованих комплексів, здатних діяти спільно з механізованими взводами;

оновлення програм підготовки: включити в навчальні плани підготовки екіпажів підготовку операторів вбудованих БпЛА та спеціалістів з обслуговування високотехнологічних цифрових систем.

Мезєнцев Ю.О.
Голішевський І. Л.
Нетребко В.Ю.
Войтович Є.М.
НАСВ

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ЕКІПАЖІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Сучасні військові конфлікти характеризуються високою динамічністю та застосуванням новітніх засобів розвідки та ураження, до яких належать безпілотні літальні апарати (БпЛА), високоточні боєприпаси та протитанкові ракетні комплекси. В таких умовах одним з критичних факторів виживання бойових броньованих машин (ББМ) є рівень ситуаційної обізнаності екіпажів.

Концепція застосування оптико-електронних систем, які являють собою інтегровані в ББМ апаратно-програмні комплекси, що забезпечують панорамний огляд в секторі 360^0, є сучасним напрямом підвищення ситуаційної обізнаності екіпажів танків, БМП, БТР.

Таки системи в багатьох джерелах позиціонуються як SAS (Situational Awareness System) – системи ситуаційної обізнаності (ССО).

До найбільш передових ССО належать: “Iron Vision” – розробка ізраїльської компанії “Elbit Systems”, встановлена на танках “Merkava Mk4”, на БМП “AS21 Redback” (Південна Корея, Австралія), проходить апробацію в рамках модернізації танків “Abrams M1A2”, “Challenger 3”; “See Through Armor (SETAS)” – розроблена німецьким оборонним концерном “HENSOLDT”, обрана як базова система для новітніх модифікацій “Leopard 2A7 (2A8)”; “Local situational awareness system (LSAS)” (розробник - німецька оборонна корпорація “Rheinmetall”) – інтегрована в БМП “KF41 Lynx” (Німеччина, Угорщина), у перспективний танк “KF51 Panther”.

Дані ССО складаються з комплексів, які виконують функції спостереження, обчислювання та виведення зображення на монітори екіпажу ББМ.

Робота комплексу спостереження забезпечується БпЛА, телевізійними камерами видимого діапазону, тепловізійними модулями, приладами нічного бачення, а також відеокамерами, які мають великі поля зору, застосуванням лідарів та радіолокаційних датчиків виявлення.

Обчислювальний комплекс забезпечує обробку відеопотоків у реальному часі, включаючи безшовне поєднання зображень у єдину панораму, стабілізацію та компенсацію руху ББМ. Особливого значення набуває використання алгоритмів штучного інтелекту для автоматичного виявлення, класифікації та супроводу цілей.

Комплекс виведення зображення на монітори (нашоломні дисплеї) членів екіпажу реалізує відображення інформації у вигляді панорамного зображення, що формує ефект “прозорої броні”.

Перспективні ССО разом з комплексами активного захисту і безпілотними платформами інтегровані в систему управління вогнем (СУВ) ББМ. Така інтеграція забезпечує формування єдиного інформаційного простору. СУВ, яка, у свою чергу, інтегрована в мережецентричну систему управління військами, забезпечує автоматизацію виявлення та ідентифікацію загроз, мінімізуючи час на підготовку до стрільби. Командиру бойової машини (навіднику) практично залишаються функції прийняття рішення на ураження цілі та віддання відповідних команд (ініціації пострілу).

Мітюшин П.А.
Колесник Є.В., д-р техн. наук, доцент
ВА (м. Одеса)

ЗНИЖЕННЯ ДЕМАСКУВАЛЬНИХ ОЗНАК БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ У МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОМУ ДІАПАЗОНІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАСКУВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

Сучасні засоби розвідки здійснюють виявлення бронетанкової техніки шляхом аналізу її демаскувальних ознак у кількох спектральних діапазонах одночасно, зокрема у видимому, інфрачервоному та радіолокаційному. Підвищення чутливості оптико-електронних і радіолокаційних систем обумовлює необхідність створення маскувальних засобів, здатних впливати не лише на зовнішній вигляд об’єкта, але й на фізичні процеси формування його електромагнітної сигнатури. У зв’язку з цим актуальним є застосування покриттів, що забезпечують комплексне зниження помітності техніки у мультиспектральному діапазоні.

Одним із перспективних підходів є використання маскувальних покриттів на основі спеціально сформованої піни, яка наноситься безпосередньо на поверхню бронетанкової техніки або на спеціальні допоміжні конструкції. Такий матеріал створює проміжне середовище між об'єктом і навколишнім простором, змінюючи умови поширення теплового та електромагнітного випромінювання і тим самим зменшуючи інформативність демаскувальних ознак.

Зниження помітності в інфрачервоному діапазоні досягається завдяки теплоізоляційним властивостям пінного покриття, яке зменшує передачу тепла від нагрітих елементів конструкції до навколишнього середовища. Формування дистанційованого від поверхні шару сприяє вирівнюванню температурного поля та зменшенню теплового контрасту між технікою і фоном місцевості, що ускладнює її виявлення тепловізійними засобами спостереження.

У радіолокаційному діапазоні маскувальний ефект забезпечується зміною геометричних характеристик поверхні об'єкта та частковим поглинанням електромагнітного випромінювання. Пінне покриття заповнює конструктивні елементи, які можуть виконувати роль ефективних радіолокаційних відбивачів, зменшуючи інтенсивність зворотного сигналу. Додаткове ослаблення радіохвиль може досягатися введенням у склад піни певних дисперсних добавок, що сприяють розсіюванню та поглинанню електромагнітної енергії.

Зменшення помітності у видимому діапазоні забезпечується можливістю об'ємного фарбування пінного матеріалу та формування нерегулярної текстури поверхні, яка узгоджується з природними особливостями місцевості. На відміну від традиційних лакофарбових покриттів, піна формує матову структуру, без виражених відбивних властивостей, що знижує ймовірність візуального виявлення об'єкта.

Важливою особливістю застосування пінних маскувальних покриттів є можливість їх нанесення за допомогою мобільних піногенеруючих засобів безпосередньо в польових умовах. Це дозволяє оперативно адаптувати маскування до змін обстановки, характеристик місцевості та умов застосування техніки без проведення складних інженерних робіт.

Таким чином, використання пінних маскувальних покриттів забезпечує комплексний вплив на основні демаскувальні ознаки бронетанкової техніки у мультиспектральному діапазоні. Зниження теплової, радіолокаційної та візуальної помітності досягається шляхом зміни умов формування випромінювання та відбиття електромагнітних хвиль, що дозволяє підвищити прихованість техніки під час її розміщення та експлуатації в польових умовах без конструктивної модернізації зразків озброєння.

Мокоївець В.І.
Зотов М.В.
НАСВ

СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ ЯК ЗАСІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ БОЙОВИХ МАШИН ПІХОТИ

Аналіз результативності застосування підрозділів Сухопутних військ під час їх участі у відсічі повномасштабній агресії російської федерації проти України демонструє актуальність питання підтримання їх спроможностей тривалий час виконувати завдання в самих різних умовах бойової обстановки. Важливим чинником у цьому питанні є збереження бойової техніки у боєздатному стані та забезпечення її життєдіяльності. Війна в Україні стала реальним полігоном для випробування можливих способів покращення цих питань.

Одним із дієвих напрямів забезпечення життєдіяльності бойової техніки, що використовується за досвідом російсько-Української війни, стало застосування засобів ситуаційної обізнаності екіпажу навколо бойової машини піхоти (далі БМП) в районі дій підрозділу. Взаємоузгоджене поєднання різнотипних за призначенням і своїми можливостями засобів, що використовуються в підрозділі та встановлюються безпосередньо на бронеоб'єкті, утворює систему ситуаційної обізнаності екіпажу БМП.

Тепловізійні та нічні приціли забезпечують можливість виявлення цілей та ведення бою в будь-який час доби та за складних погодних умов. Системи кругового огляду надають екіпажу повну картину поля бою навколо бойової машини та забезпечують виявлення загроз з різних напрямків, у тому числі з повітря. Датчики попередження про опромінення, інформування про лазерне наведення або радіолокаційне виявлення своєчасно інформують екіпаж про загрозу виявлення та ураження БМП.

У вітчизняних розробках в цій сфері широко впроваджуються інтеграція з системами управління військами (СУВ), обмін інформацією між машинами підрозділу та засобами візуалізації обстановки старшого командира, відображення тактичної обстановки в районі дій підрозділу в реальному часі. Значна частина закордонних зразків БМП також укомплектовані сучасними системами спостереження і прицілювання, а також засобами виявлення загрози для БМП та її екіпажу. Подальша інтеграція сенсорів, обробка даних та надання екіпажу максимально повної та своєчасної інформації про обстановку навколо бронеоб'єкта є підґрунтям для значного підвищення ефективності застосування бойової техніки підрозділів та зниження їх втрат.

Інтеграція різних технологій, забезпечення ефективної взаємодії між різними засобами і системами на борту БМП є складним інженерним завданням. Розробка та впровадження сучасних технологій потребує значних інтелектуальних зусиль та матеріальних витрат. Ефективне застосування комплексу засобів ситуаційної обізнаності, які встановлені на БМП, потребує від її екіпажу відповідного рівня підготовки. Особовий склад повинен бути належним чином навчений роботі з новими технологіями, знати їх можливості та особливості використання.

Участь у відсічі збройної агресії росії проти України стала потужним стимулом для розвитку та впровадження новітніх технологій у сфері військової техніки, зокрема і для забезпечення життєдіяльності бойової техніки підрозділів. Водночас досвід ведення війни свідчить про необхідність постійно адаптувати технології та шляхи їх застосування у відповідь на зміни в тактиці дій противника і способах ведення сучасного бою.

Наливайко М.І.
Горячук О.О.
Скрипка С.О.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТАНКІВ, НАДАНИХ У РАМКАХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ДОПОМОГИ

Сучасні бойові дії демонструють, що ефективність застосування танкових підрозділів визначається не лише технічними характеристиками бойових машин, а й фактичним технічним станом кожного зразка.

Актуальним завданням є оцінка технічного стану танків механізованих і танкових підрозділів, наданих в якості матеріальної військової допомоги (далі – МВД) в умовах бойового застосування.

Для танків "Leopard" та M1 "Abrams" застосовуються комплексні методики оцінки технічного стану, які об'єднують класичну теорію надійності, вбудовану діагностику та сучасні підходи обробки даних.

Методики оцінки технічного стану кожної модифікації танка виникли у визначеному порядку та послідовності дій технічних працівників під час визначення рівня зносу, працездатності вузлів і агрегатів, стану систем управління та озброєння. Застосовується планово-попереджувальна система (Time-Based Maintenance), яка передбачає оцінку стану за напрацюванням (мотогодини, км пробігу, кількість пострілів). Стан основних агрегатів контролюється за допомогою датчиків, а система завчасно виявляє ознаки зношення вузлів і прогнозує залишковий ресурс двигуна, трансмісії, прицільних комплексів, систем стабілізації та електроніки.

У загальному вигляді методика оцінки технічного стану танку, який надійшов у якості МВД до Збройних Сил України (далі – ЗС України) базується на підходах технічної діагностики, прийнятих у НАТО та пострадянській системі експлуатації ОВТ, і включає наступні етапи:

1. Первинна ідентифікація кожного зразка, фіксація фактичного стану під час приймання (оформлення акта).
2. Візуальний огляд корпусу, башти, ходової частини, гідравлічних систем та електропроводки.
3. Перевірка комплектності та наявності основних систем (двигун, трансмісія, система управління вогнем, засоби зв’язку), а також оцінка можливості інтеграції до ЗС України.
4. Визначення стану вузлів і агрегатів: двигуна і силової установки, трансмісії і ходової, частини, деталей озброєння, системи управління вогнем, електроніки та засобів зв’язку.
5. Проведення інструментальної діагностики.
6. Контрольні випробування: пробіг (орієнтовно 10–50 км); контрольні стрільби (оцінка точності); перевірка роботи в різних режимах (день/ніч); імітація бойових умов.
7. Оцінка залишкового ресурсу (напрацювання до відмови; міжремонтний ресурс; прогноз технічного стану, зокрема із застосуванням закону Вейбулла).

Формування показників: коефіцієнт технічної готовності та категорія технічного стану (справний / обмежено справний / несправний).

8. Класифікація технічного стану: I категорія – справний (готовий до бойового застосування); II категорія – обмежено справний (потребує ТО); III категорія – потребує ремонту; IV категорія – непридатний (використання як донор запчастин).

Таким чином слід прийняти рішення по кожному зразку, а саме: введення в експлуатацію; направлення на ремонт (поточний, середній або капітальний); використання як донора; модернізація (адаптація під стандарти ЗС України).

Нанівський Р.А., канд. техн. наук, доцент
НАСВ
Душенко В.В. д-р техн. наук, професор
Воронцов С.М., канд. техн. наук, доцент
Вербов Є.В.
НТУ «ХПІ»

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ПІДВІСКИ БОЙОВОЇ БРОНЬОВАНОЇ МАШИНИ

Дослідження по застосуванню систем рекуперації енергії підвіски (СРЕП) на транспортних засобах з метою підвищення їх енергоефективності та зниження витрат палива стають дедалі актуальнішими. Застосування СРЕП на бойових броньованих машинах (ББМ), дозволить не тільки знизити витрати палива та покращити автономність (збільшити запас ходу), а і підвищить їх середню швидкість руху на місцевості за рахунок можливості суттєвого збільшення енергоємності демпфірувальних пристроїв (ДП) підвіски без їх можливого перегріву. При цьому буде забезпечено зниження теплової напруженості даних ДП, що на сьогоднішній день складає окрему проблему та змушує використовувати різноманітні системи температурної стабілізації та примусового охолодження. Особливо високий потенціал застосування СРЕП на ББМ має у разі використання гібридної СУ та електротрансмісії.

При розробці СРЕП вихідними даними, які визначають вибір її оптимального типу, конструкції, системи керування, типу накопичувача енергії тощо, є силові та кінематичні параметри роботи підвіски, а також рівень необхідної потужності, що поглинається її ДП. Дані параметри складають основу при формуванні вимог до СРЕП ББМ.

Для визначення необхідної потужності СРЕП шляхом чисельного експерименту, з застосуванням експериментально перевіреної математичної моделі руху ББМ по нерівностях, на прикладі бронетранспортера БТР-4 із запропонованою гідропневматичною підвіскою (ГПП) було розраховано максимальні значення необхідних потужностей та миттєвих потужностей, що поглинаються ДП різних за номером підвісок. Досліджувався рух у найбільш несприятливих дорожніх умовах (гармонійний дорожній профіль нерівностей з кроком дві бази машини), на дорезонансних, резонансних та зарезонансних швидкостях руху.

З метою забезпечення виконання сучасних оперативно-тактичних вимог (ОТВ) до ББМ було визначено необхідні характеристики ДП ГПП. У порівнянні з штатними гідроамортизаторами серійної торсіонної підвіски, опір даних ДП на прямому ході було збільшено у 2,5 рази і на зворотному ході – у 3 рази, що забезпечило середню швидкість на місцевості 50…65 км/год при значенні безрозмірного коефіцієнта якості підвіски, рівного 0,95.

Визначено, що потужності, які поглинали ДП 1-ї та 2-ї підвісок, виявилися у рази більші за потужності ДП 3-ї та 4- ї підвісок, що пояснюється підсумовуванням на них вертикальних та поздовжньо-кутових коливань підресореного корпусу, на відміну від 3-ї та 4-ї підвісок, де дані коливання віднімаються. Це говорить про можливість застосування СРЕП лише на 1-х та 2-х підвісках, або тільки на 1- й, що забезпечить зниження вартості СРЕП при одночасній високій енергоефективності.

Встановлено, що для виконання сучасних ОТВ до ББМ максимальна потужність СРЕП однієї підвіски повинна складати 15 кВт, а максимальна миттєва потужність – 80 кВт. Дані показники є важливими вимогами при проєктуванні СРЕП, які визначають вибір її типу та конструкції, а також характеристики складових.

Нікітченко В.І., канд. техн. наук, стар. наук. співроб.
Задорожний І.С., д-р техн. наук, професор
Байцурак С.І.
Бадьор Т.О.
ДНДІ ВС ОВТ

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБІВ ОВТ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

У сучасних умовах розвитку Сектору безпеки і оборони ефективність прийняття рішень щодо вибору, закупівлі та модернізації ОВТ визначається здатністю враховувати широкий спектр взаємопов’язаних характеристик. Існуючі підходи, що базуються на окремих показниках (надійність, вартість, мобільність тощо), не забезпечують комплексної оцінки ефективності систем протягом усього життєвого циклу, що зумовлює необхідність розроблення інтегральних критеріїв.

Метою роботи є розроблення методики формування інтегрального показника ефективності виробів ОВТ на основі багатокритеріальної моделі життєвого циклу, яка забезпечує узгоджене врахування технічних, економічних та бойових параметрів.

Запропоновано формалізований підхід, у межах якого кожен зразок ОВТ описується вектором критеріїв: надійність, мобільність, вартість, живучість, ремонтопридатність, логістична сумісність та бойова ефективність. Для забезпечення коректності порівняння здійснено нормалізацію показників до безрозмірного інтервалу [0;1] з урахуванням напряму оптимізації.

Інтегральний показник формується на основі зваженої агрегації критеріїв із використанням вагових коефіцієнтів, визначених методом аналізу ієрархій. На відміну від класичних адитивних моделей, запропоновано комбіновану (адитивно-мультиплікативну) модель, яка враховує нелінійний синергетичний вплив бойової ефективності на загальну ефективність системи. Це дозволяє підвищити чутливість інтегрального показника до змін ключових бойових характеристик.

Розроблено ієрархічну структуру показника бойової ефективності, яка включає підкритерії: вогнева потужність, точність, дальність дії, швидкість реагування та ситуаційна обізнаність. Така декомпозиція забезпечує підвищення точності оцінювання та адаптацію моделі до різних класів ОВТ.

Наукова новизна полягає у наступному: вперше сформовано інтегральний показник ефективності ОВТ, що об’єднує сім взаємопов’язаних критеріїв у єдиній формалізованій структурі; удосконалено метод агрегування шляхом введення комбінованої моделі з урахуванням синергетичного впливу бойової ефективності; дістала подальший розвиток ієрархічна модель оцінювання бойових можливостей; удосконалено підхід до нормалізації різнорідних показників і визначення вагових коефіцієнтів.

Практичне значення полягає у можливості застосування запропонованої методики для підтримки прийняття рішень при виборі та модернізації ОВТ, формуванні тактико-технічних вимог та проведенні випробувань. Використання інтегрального показника забезпечує підвищення обґрунтованості рішень і дозволяє здійснювати коректне ранжування альтернатив.

Таким чином, запропонований підхід забезпечує перехід до комплексного оцінювання ефективності ОВТ на основі моделі життєвого циклу та може бути використаний як методична основа для подальшого розвитку нормативно-методичної бази у сфері оборонного планування.

Одосій Л.І., канд. хім. наук, доцент
Малинич С.З., д-р фіз.-мат. наук, професор
НАСВ

НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Гідравлічні системи сучасної військової техніки працюють в умовах високих тисків, змінних навантажень та інтенсивної експлуатації. Це призводить до поступової деградації елементів системи, появи мікродефектів, витоків робочої рідини та зниження ефективності їх функціонування. Традиційні методи технічного обслуговування, що базуються на фіксованих регламентах, не дозволяють повною мірою враховувати фактичний технічний стан, що підвищує ризик як передчасного обслуговування, так і раптових відмов.

Обґрунтовується необхідність переходу від регламентного до стан-орієнтованого обслуговування на основі фактичного технічного стану. Розглядаються сучасні підходи до технічного діагностування гідравлічних систем (ГС) озброєння та військової техніки (ОВТ) із застосуванням неруйнівних методів контролю, які дозволяють провести діагностування ГС без їх розбирання та зупинки роботи техніки.

Для гідравлічних систем ОВТ найбільш доцільно є використання методів, що мають практичне значення, а саме: ультразвукового, акустико-емісійного, вібраційного контролю та термографії, які дозволяють перевірити стан трубопроводів, їх поверхневих дефектів під тиском, визначити місця локальних перегрівів які виникають через підвищене тертя у насосних агрегатах, золотникових парах розподільників і ущільнювальних вузлах на ділянках різкої зміни гідродинамічних параметрів потоку (дроселювання, повороти, звуження), визначити місця витоків, а також оцінити стан насосних агрегатів, гідромоторів та приводів відповідно.

Мета полягає у підвищенні ефективності діагностування гідравлічних систем ОВТ шляхом обґрунтування доцільності інтегрованого застосування неруйнівних методів контролю.

Запропоновано концепцію комплексного використання неруйнівних методів контролю, яка передбачає: одночасне отримання діагностичних даних різними фізичними методами, взаємне доповнення інформації для підвищення достовірності оцінювання, виявлення прихованих та ранніх дефектів гідравлічних елементів та формування цілісної картини технічного стану системи без її демонтажу. Інтеграція методів дозволяє підвищити чутливість діагностування до початкових стадій зношування та пошкоджень, що особливо важливо для систем, які працюють під високим тиском і в умовах динамічних навантажень.

Результати роботи можуть бути використані для вдосконалення систем технічної діагностики ГС і дозволяє реалізувати перехід до стан-орієнтованого технічного обслуговування, підвищити рівень надійності, зменшити кількість аварійних відмов та оптимізувати експлуатаційні витрати.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на автоматизацію обробки діагностичної інформації та створення інтелектуальних систем моніторингу, а також на дослідження стану гідравлічної рідини як інтегрального індикатора технічного стану ГС. Зміни якісних характеристик робочої рідини (в’язкість, забрудненість, наявність продуктів зношування та деградації) має визначальне значення для умов функціонування основних елементів ГС, оскільки її фізико-хімічні властивості безпосередньо впливають на рівень навантаження насосів, умови роботи ущільнень і штоків гідроциліндрів, інтенсивність корозійно-ерозійних процесів, утворення каверн і локальних пошкоджень поверхонь, що в сукупності прискорює розвиток відмов і зниження ресурсу системи.

Одосій Л.І., канд. хім. наук, доцент
Паращук Д.Л., канд. тех. наук, доцент
НАСВ

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Повномасштабна агресія росії проти України зумовила суттєве зростання інтенсивності експлуатації зразків автомобільної, інженерної та бойової техніки, що входять до складу озброєння і військової техніки (ОВТ). Широкомасштабність бойових дій зумовлює необхідність масового залучення значних обсягів різнорідної техніки, інтенсивність експлуатації якої призводить до технічних несправностей в результаті прискореного зношування їх конструкційних механізмів, вузлів та агрегатів, а також систем, які забезпечують виконання функціональних завдань за призначенням. Значна частина зразків оснащена інтегрованими автоматизованими системами безпеки та комфорту, а також засобами технічного діагностування, які забезпечують своєчасне виявлення несправностей та

підтримання техніки у справному стані. На індикаторні та моніторингові пристрої водія виводиться інформація від систем контролю силової установки, трансмісії, ходової частини, електрообладнання, систем гальмування та керування рухом, а також відображаються дані бортової діагностики щодо технічного стану вузлів і агрегатів щодо їх відмови.

Однак мало уваги приділяється контролю технічного стану гідравлічних систем (ГС) і їх експлуатаційних рідин, від властивостей якої залежить ефективність функціонування та прискореність зносу елементів всієї конструкції, і є визначальним фактором надійності та довговічності роботи ГС загалом, оскільки навіть незначні відхилення фізико-хімічних характеристик призводять до суттєвого погіршення параметрів

Згідно з аналізом літературних даних ГР контролюється обмежено, без урахування їхніх динамічних характеристик та внутрішніх процесів, що не забезпечує адекватної оцінки технічного стану системи в цілому. Такий контроль має переважно параметричний характер та обмежується фіксацією окремих величин, таких як тиск, температура, витрата та рівень робочої рідини, без аналізу їх фізико-хімічних властивостей, які у процесі тривалої експлуатації змінюються унаслідок накопичення механічних домішок зносу, вологи, та окиснюваних продуктів процесу деградації, що безпосередньо впливає на надійність функціонування гідросистеми.

Показовим у цьому плані є дані, наведені у закордонних наукових виданнях щодо причин та характеру відмов гідравлічної системи зразків САУ PzH 2000 та M 109, які знаходились тривалий час в експлуатації в польових умовах, що в результаті зношення гумових ущільнень та потрапляння пилу та інших механічних домішок в систему, призвело до падіння тиску, порушення роботи приводів керування та допоміжних механізмів (гідропривода гальм, апарелі, гідросистеми башти), що істотно знижує бойову готовність машини і підвищує ризики для особового складу.

Тому вкрай необхідне удосконалення системи технічного діагностування ГС шляхом впровадження регулярного контролю стану ГР за допомогою сучасних інтегрованих засобів моніторингу, які забезпечують комплексне оцінювання технічного стану ОВТ. Такий підхід дозволить підвищити ресурс озброєння, мінімізувати кількість відмов у процесі експлуатації та оптимізувати експлуатаційні витрати.

Оленєв В.М., канд. військ. наук, професор
Дроздов М.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Колесніченко А.В.
ВА (м. Одеса)

ПЕРСПЕКТИВИ ТКАНИННОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ В АСПЕКТІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ

Сьогодні швидко розвиваються технології вироблення легких, міцних та гнучких електронних тканин, здатних безперервно генерувати електричний струм, а також виконувати інші високотехнологічні завдання, що доцільно використати в одягу перспективного бойового екіпірування військовослужбовця. Задача забезпечення таких бійців постійно діючим джерелом електричної енергії очевидна: електроніка, що носиться, вимагає постійного відновлювання заряду. Одночасно актуальною залишається проблема суттєвого зниження маси комплекту бойового екіпірування військовослужбовця, із збереженням, а також покращенням функціональних можливостей, яка на сьогодні наближується до 50 кг. Надання функції генерації електричного струму існуючим елементам бойового екіпірування дозволить відмовитися від запасів гальванічних елементів та їх

батарей, що носяться. Генерація електричного струму електронною тканиною може відбуватися одночасно під дією різних фізичних впливів. Термоелектрика використовується для перетворення теплових потоків від тіла людини в напрямку середовища з нижчою температурою на енергію електричного струму. Фотоелектрика призначена для безпосереднього перетворення енергії зовнішнього світлового потоку на енергію електричного струму. П'єзоелектрика і трибоелектрика застосовуються для перетворення на електричний струм множини механічних деформацій, коливань, напружень та електризації тертям, які виникають в процесі будь-якого руху військовослужбовця. Електронна тканина (e-textile, розумний текстиль) – це матеріали, в яких гнучкі та міцні волокна інтегровані з електронікою, яка здатна взаємодіяти з навколишнім середовищем або тілом користувача. Включає провідникові нитки, мікро/нанорозмірні термо-, фото-, п'єзо-, та трибоелементи, мікрочіпи, датчики, сенсорні кнопки та дисплеї, інтегровані безпосередньо в структуру тканини. Зовні та за механічними властивостями майже не відрізняється від звичайної тканини, і може навіть мати кращі властивості через використання передових матеріалів, наприклад, графенових нанотрубок, гнучких полімерів (поліацетилен), мідно-нікелевих ниток, а також традиційних визнаних основ, як-от бавовна, неопрен тощо. За даними сучасних досліджень, загальна потужність, яку проявляє людське тіло в станах від спокою (близько 100 Вт) до пересування по горизонтальній поверхні зі швидкістю 5 км/год (близько 300 Вт), може бути перетворена електронною тканиною на енергію електричного струму в кількості близько 1,6–5 Вт, відповідно. Не так вже багато, але постійно і близько до потужності сучасного телефонного адаптера, що, правда, є ледь достатнім для відновлення заряду акумуляторів детекторів БпЛА, засобів групового зв'язку, навігаційних приладів тощо. За цими початковими показниками від тканинної електроніки можна очікувати на значний її прогрес в недалекому майбутньому, як, наприклад, прогресувала мікропроцесорна техніка. В перехідний період автори пропонують гібридизацію – використання ефективних плівкових фотоелементів з локалізацію на найбільш освітлюваних поверхнях електронної тканини. Тож є всі підстави очікувати, що по мірі вдосконалення технології можуть помітно зрости коефіцієнти корисної дії тканинних перетворювачів з повним енергозабезпеченням окремих бійців чи підрозділів у виконанні спеціальних тактичних завдань.

Онопрейчук Д.В., канд. техн. наук, доцент
НАНГУ

КЕРУВАННЯ НАДІЙНІСТЮ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ВПЛИВУ НА МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ

Забезпечення безвідмовної роботи важкої бронетехніки в умовах сучасних бойових дій вимагає переходу від пасивних методів змащування до створення адаптивних трибосистем. Експлуатація бойових машин супроводжується інтенсивними ударними навантаженнями та високими температурними режимами, що неминуче призводить до розриву гідродинамічного мастильного шару і переходу вузлів до режиму граничного тертя. Інноваційним шляхом підвищення несучої здатності мастильної плавки в трибоспряженнях є використання керованого електростатичного поля для цілеспрямованої зміни властивостей граничної мастильної плівки безпосередньо на поверхнях контакту.

Фізико-хімічне підґрунтя запропонованого методу базується на керуванні процесами адсорбції та просторової орієнтації полярних молекул мастильного матеріалу (базових олив та пакетів присадок). За відсутності зовнішнього поля формування захисного граничного шару має переважно термодинамічний та хаотичний характер. Накладання ж зовнішнього електростатичного потенціалу на деталі вузла тертя докорінно змінює структуру подвійного електричного шару на межі розділу фаз «метал – мастило».

Під дією електростатичного поля полярні молекули мастила та поверхнево-активних речовин інтенсивно мігрують до поверхонь тертя, утворюючи щільний, високоорієнтований полімолекулярний шар. Молекули вибудовуються у вигляді своєрідного пружного "ворсу", який міцно утримується на металевій основі силами електростатичної взаємодії. Така впорядкована архітектура плівки кардинально підвищує її міцність на зсув та створює потужний опір продавлюванню за екстремальних контактних тисків, характерних для трансмісій важкої техніки.

Крім орієнтаційного ефекту, електростатичне поле діє як каталізатор корисних трибохімічних реакцій. Локальна зміна енергії активації поверхонь стимулює прискорене формування вторинних захисних структур (трибоплівок) із протизношувальних присадок, що містяться у стандартних оливах. Важливою перевагою такого підходу є те, що об’ємна в'язкість мастила в системі залишається незмінною, що повністю виключає додаткові гідравлічні втрати та енерговитрати на прокачування.

Висновки та пропозиції. Застосування електростатичного поля для керування просторовою структурою граничної мастильної плівки є ефективним інструментом активного захисту вузлів тертя. Запропонований підхід дозволяє трибосистемі миттєво адаптуватися до пікових навантажень. З метою підвищення експлуатаційної надійності озброєння та військової техніки Сухопутних військ доцільним є впровадження технології впливу електростатичного поля на мастильний матеріал вузлів та систем військової техніки.

Орлов С.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Тарасенко Я.В., д-р техн. наук, доцент
ДНДІ ВС ОВТ
Грічанюк О.М., канд. техн. наук
ХНУПС
Кривенко М.В.
ДНДІ ВС ОВТ

СУРОГАТНА МОДЕЛЬ УДАРНОГО ВПЛИВУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РЕАКЦІЇ АПАРАТУРИ ПРИ ПАДІННІ

Доповідь присвячена обґрунтуванню сурогатної моделі ударної дії для цифрового двійника, призначеного для прогнозування внутрішньої реакції та пошкоджень апаратури при падінні.

Під час експлуатації, транспортування та застосування за призначенням зразки радіоелектронної апаратури можуть зазнавати ударних навантажень, спричинених падінням або ударами. При цьому зовнішня цілісність корпусу не завжди свідчить про справний стан апаратури. Навіть без видимих пошкоджень ударна дія може спричиняти внутрішні дефекти друкованих плат, паяних з’єднань, роз’ємів та елементів кріплення.

Особливістю таких пошкоджень є їх локальний характер. Механічна енергія удару передається від корпусу до внутрішніх елементів нерівномірно. На рівень внутрішнього навантаження впливають жорсткість корпусу, умови закріплення електронних модулів, маса

окремих елементів, демпфувальні властивості матеріалів, резонансні частоти конструкції та тривалість ударного імпульсу. Тому для оцінювання стійкості апаратури важливо прогнозувати не лише факт відмови, а й внутрішню динамічну реакцію.

Для дослідження ударної дії застосовуються натурні випробування, ударні стенди та чисельне моделювання. Такі підходи дають детальну інформацію про напружено-деформований стан конструкції, однак потребують значного часу, обсягу вихідних даних і обчислювальних ресурсів. Це ускладнює їх використання для оперативного аналізу декількох варіантів конструкції на ранніх етапах проєктування.

Метою доповіді є обґрунтування використання сурогатної моделі ударної дії як спрощеного розрахункового ядра цифрового двійника для прогнозування внутрішньої реакції та потенційних пошкоджень апаратури при падінні.

Сурогатна модель розглядається як спрощене, але фізично обґрунтоване представлення ударної взаємодії. Її вхідними параметрами можуть бути характеристики удару, маса виробу, жорсткість корпусу, демпфування, умови закріплення внутрішніх модулів, геометричні особливості конструкції та орієнтація виробу під час падіння. Вихідними параметрами є передане прискорення, характер внутрішньої динамічної реакції, зміщення резонансних характеристик та ознаки підвищеного ризику локального пошкодження.

У межах запропонованого підходу корпус або несуща конструкція апаратури подається як еквівалентна динамічна система, яка характеризується жорсткістю, демпфуванням, власною частотою та коефіцієнтом передачі ударного навантаження. Це дозволяє оцінити, яка частина ударної енергії передається на внутрішні електронні модулі. Важливо, що збільшення жорсткості корпусу не завжди покращує захист апаратури, оскільки більш міцний корпус може збільшувати пікове прискорення, передане на друковані плати та паяні з’єднання.

Наукова новизна дослідження полягає у застосуванні сурогатної моделі ударної дії як швидкого обчислювального елемента цифрового двійника, що пов’язує параметри падіння, конструктивні характеристики апаратури та її внутрішню динамічну реакцію. Практичне значення полягає у скороченні обсягу ресурсоємних чисельних і натурних випробувань, а також у підвищенні обґрунтованості рішень щодо захисту електронних модулів від ударних впливів.

Павленко А.Г., канд. техн. наук, ст. дослідник
Лільчицький В.І.
Собора А.І., канд. техн. наук, ст. дослідник
Холодний Р.В.
ДНДІ ВС ОВТ

КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМЕНШЕННЯ ПОМІТНОСТІ КАМУФЛЬОВАНОГО ОДЯГУ ТА ЕКІПІРУВАННЯ

Маскування військовослужбовця при виконанні бойових завдань у темну пору доби має низку особливостей, обумовлених в першу чергу фізичними принципами функціонування оптичних засобів спостереження, а також їх можливостями щодо виявлення, розпізнавання та ідентифікації цілей. Прилади нічного бачення та тепловізори стали незамінними засобами для забезпечення видимості у темряві, що, у свою чергу, стимулює розвиток технологій зменшення помітності камуфльованого одягу та екіпірування у видимому та інфрачервоному (ІЧ) діапазонах спектра електромагнітного випромінювання. Зростання протягом останніх років кількості публікацій щодо актуальності зниження помітності камуфляжу також в ультрафіолетовому та радіолокаційному діапазонах супроводжується активним вживанням терміна “мультиспектральний камуфляж”.

Прагнення науковців та розробників реалізувати властивості зменшеної помітності у різних діапазонах випромінювання в одному виробі призвели до створення концепції “адаптивного камуфляжу”. Зокрема, найбільш відомими проєктами зі створення “адаптивного камуфляжу” є проєкт Adaptive Camouflage for the Soldier (ACAMSII) та пов'язаний з ним проєкт Adaptive Camouflage foR sOldierS and vehicleS (ACROSS), які фінансуються Європейським оборонним агенством за участі Швеції, Німеччини, Франції, Португалії, Греції, Іспанії, Італії, Литви та Нідерландів. Оголошений термін завершення – 2027 рік, хоча в рамках першого проєкту в 2022 році заявлено про створення прототипу.

Вирішення проблеми мінімізації помітності того самого об’єкта одночасно у декількох зазначених частинах спектра випромінювання пов’язане з комплексним впровадженням у середньостроковій перспективі (3-5 років) таких новітніх технологій: сінтез нано- та метаматеріалів, стійких до впливу механічних та кліматичних факторів; створення “розумних” тканин (смарт-текстилів) з термо-, електро- та фотохромними властивостями; стелс-технологій формування поверхневої структури виробів.

Відносно сьогодення та короткострокової перспективи (1-3 роки) слід зазначити, що в Україні та за кордоном досить ефективно реалізуються способи зменшення помітності окремих видів камуфльованого одягу та екіпірування в різних діапазонах спектра випромінювань, зокрема:

створення антитепловізійних маскувальних комплектів (пончо, костюми, накидки тощо) та удосконалення їх властивостей з урахуванням сезонності та погодних умов (ближня, коротко- та довгохвильова частини ІЧ діапазону);

застосування міцних та зносостійких матеріалів з NIR- та IRR-просоченням типів Cordura 1000D/500D та Dyneema зі зменшеною помітністю від приладів нічного бачення у ближній та короткохвильовій частині ІЧ-діапазону.

Як висновок, слід зауважити, що пошук оптимального чи раціонального поєднання в одному виробі властивостей зменшеної помітності в різних частинах спектра випромінювання є досить складним завданням, пов’язаним з Парето-оптимізацією, оскільки існуючі технології зменшення помітності об’єкта в ІЧ діапазоні підвищують його помітність для радарів.

Панко Д.О.
Каленик М.М., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НАСВ

ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ГУСЕНИЧНОЇ БРОНЕТЕХНІКИ ВІД БпЛА

Масове використання противником ударних БпЛА (FPV-дронів та скидів) потребує системного підходу до захисту гусеничної техніки. Використання засобів пасивного захисту дає змогу знизити ймовірність ураження техніки та зберегти життя екіпажу.

Основою пасивного захисту є інтеграція навісних елементів (сітчастих та решітчастих конструкцій) у єдиний комплекс зі штатним динамічним захистом та основною бронею машини. Для досягнення максимальної ефективності така система екранування реалізується через три функціональні контури:

- **верхній екран** («мангал», козирок): захищає найбільш вразливі зони (дах башти та моторно-трансмісійне відділення) від скидних боєприпасів та баражуючих дронів-камікадзе;

- **боковий екран:** прикриває борти корпусу та башти від бокових атак FPV-дронів забезпечуючи ініціації кумулятивного боєприпасу на відстані від корпусу, що призводить до розсіювання кумулятивного струменя;
- **відкидні екрани** (сітчасті штори): захищає зони погона башти, кормової частини та місць стикування бронеплит. Конструкція дозволяє екіпажу безперешкодно залишати машину через люки та забезпечує доступ до агрегатів під час обслуговування.

Ефективність захисту гусеничних машин залежить від системного підходу до встановлення навісних елементів. Монтаж має здійснюватися з урахуванням фізики кумулятивного удару, де пріоритетом стає зміна вектора струменя через оптимальний нахил захисних панелей. Встановлення блоків панелей під кутом 15–25° дозволяє дестабілізувати формування струменя або відвести його вектор убік, перешкоджаючи ефективній детонації, при цьому захисні елементи не повинні обмежувати кути наведення гармати, роботу кулемета чи огляд, а після монтажу є обов'язковою перевірка вільного обертання башти на 360°. Решітки та сітки слід встановлювати на відстані ≥250 мм від броні або блоків ДЗ для розсіювання енергії струменя, водночас такий захист не має погіршувати габаритну прохідність у лісосмугах чи обмежувати видимість механіку-водію. Особлива увага приділяється евакуації: елементи над люками та десантними виходами мають бути відкидними або швидкознімними для миттєвого виходу екіпажу, що в комплексі дозволяє активно впливати на фізику кумулятивного удару та радикально підвищує шанси техніки на виживання. Впровадження ешелонованого навісного захисту, адаптованого під специфіку гусеничної техніки, критично підвищує її живучість. Дотримання технічних параметрів монтажу (дистанція, кут нахилу, розмір комірки) дозволяє нівелювати загрозу від більшості сучасних засобів безпілотного нападу.

Пасічник В.М., канд. військ. наук
Луцевят О.І.
ЦНДІ ЗСУ

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Комплекс активного захисту (КАЗ) – це сукупність автоматизованих апаратно та програмно взаємопов’язаних елементів, що встановлюються на зразок озброєння та військової техніки (ОВТ) і призначені для виявлення, ідентифікації та знищення (перехоплення, подавлення) безпілотних літальних апаратів (БпЛА), танкових пострілів, протитанкових засобів. Виявлення та ідентифікація об’єктів (цілей) здійснюється з використанням оптоелектронних та радіолокаційних датчиків. Ці ж датчики мають забезпечувати видачу цілевказань засобам ураження (перехоплення, подавлення), які приводяться у дію виконавчими механізмами, що відпрацьовують отримані команди. Ураження (перехоплення, подавлення) цілей здійснюється з використанням засобів кінетичного та некінетичного впливу. Як засоби кінетичного впливу використовуються рухомі або нерухомі вогневі модулі, пускові пристрої, а некінетичного впливу – засоби радіоелектронного (оптико-електронного) подавлення.

Основними завданнями КАЗ є знищення (перехоплення) засобів ураження на траєкторії їх руху, відведення керованої або самонавідної зброї від об’єктів прикриття (за допомогою подавлення бортових засобів радіо- та оптичними перешкодами відповідних діапазонів хвиль), їх маскування димами та аерозолями.

Ураховуючи зазначене, а також відповідно до світового досвіду та порядку побудови складних систем, запропоновано варіант складу КАЗ для захисту зразків ОВТ, який включає: підсистему виявлення, ідентифікації та видачі цілевказань (ВІЦ), що призначена для своєчасного виявлення цілей, їх ідентифікації та видачі необхідної інформації на решту систем КАЗ; підсистему управління та комутації, яка призначена для апаратного та програмного поєднання усіх складових КАЗ, забезпечення їх взаємодії та розподілу (передачі) команд управління; підсистему кінетичного ураження, яка призначена для ураження (перехоплення) цілей за допомогою фізичного впливу на них; підсистему некінетичної дії, яка включає апаратні засоби з програмним забезпеченням, що впливають на засоби ураження потужним лазерним або електромагнітним випромінюванням; підсистему маскування, яка призначена для створення завад оптичним системам засобів ураження.

Склад КАЗ та вимоги до параметрів зони безпеки, яку він має створювати навколо об'єкта захисту, конкретизуються з урахуванням характеристик та особливостей застосування як цього об'єкта, так і засобів ураження, які можуть по ньому діяти. Він має диференціюватися залежно від типу ОВТ. Для танків доцільне застосування комбінованих варіантів з автоматичними бойовими модулями (гранатометними або кулеметними), елементами активного захисту шрапнельного типу (4С20), засобами постановки перешкод та димовими системами. Для бойових машин піхоти та бронетранспортерів раціональним є поєднання кулеметних модулів із сіткометними системами секторного захисту. Для реактивних систем залпового вогню і самохідних артилерійських установок, з огляду на їх конструктивні обмеження, перевага надається засобам маскування та сіткометним системам, а для автомобілів типу "pickup" – легким сіткометним турелям та засобам некінетичної дії.

Пашковський В.В., канд. техн. наук, стар. наук. співроб.
НЦСВ НАСВ
Починок С.М., канд. військ. наук, доцент
КШІ НУОУ

СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ У РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У сучасних умовах ведення війни за Незалежність у військовому та безпековому середовищі все частіше звертають увагу на актуальність застосування та важливість визначення стратегічних пріоритетів у розвитку озброєння і військової техніки Сухопутних військ.

Бронетанкове озброєння і техніка на шляху уніфікації основних класів бойових машин та розроблення на їх базі бойових систем за оптимальними варіантами забезпечення основних тактико-технічних вимог (висока мобільність, підвищена вогнева потужність та захищеність, інтегрованість у мережецентричну систему ведення бойових дій) з урахуванням модульності конструкції.

Основні бойові танки: створення та оснащення військових частин (підрозділів) зразками нового покоління з виносним озброєнням і розміщенням екіпажу в броньованій капсулі корпусу машини; підвищення рівня бойових можливостей наявного танкового парку шляхом оснащення новими і модернізованими системами та сучасними засобами зв'язку, автоматизації, управління, навігації.

Бойові броньовані машини: створення та оснащення підрозділів бойовими броньованими машинами нового покоління з виносним озброєнням (бойовим модулем), а саме: важкими бойовими машинами піхоти, колісними бронетранспортерами та іншими уніфікованими з ними зразками; підвищення рівня бойових можливостей наявного парку бойових броньованих машин шляхом ремонту і проведення значної їх модернізації; впровадження на нових та модернізованих зразках бойових броньованих машинах сучасних засобів маскування і захисту машин та особового складу; оснащення наявного парку бойових броньованих машин сучасними засобами зв'язку, автоматизації, управління навігації.

За результатами проведення деталізованих досліджень 2026 рік може стати роком системної роботи над трьома ключовими напрямами:

1. Розвиток вітчизняного виробництва: інтенсифікація та подальше стимулювання українських виробників, створення умови для нарощування виробництва ОВТ. Мета – зменшення залежності від імпорту та підвищення стійкості оборонної економіки.

2. Міжнародна співпраця: важливим кроком буде розширення партнерських програм, спільних проєктів із країнами НАТО, обмін технологіями та доступ до передових рішень у сфері оборони.

3. Автоматизація та цифровізація: подальша автоматизація процесів виробництва, сертифікації та логістики допоможе підвищити швидкість і ефективність забезпечення Збройних Сил усім необхідним на полі бою.

Висновок. Війна стала каталізатором для розвитку збройної боротьби в цілому, озброєння і військової техніки всіх видів та родів військ Збройних Сил України. Розвиток швидкої адаптації до змін, впровадження технологічних рішень та використання креативних підходів до вирішення найскладніших завдань. Українські безекіпажні системи вже стали символом новітньої війни. Засоби радіоелектронної боротьби – щитом, що захищає наші війська від ворожих атак. А кожен модернізований зразок техніки є кроком до нашої перемоги.

Пащенко В.В., канд. техн. наук, доцент
НАНГУ

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ НЕБЕЗПЕКИ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах бойових дій живучість автомобільної техніки (АТ) є однією з передумов збереження боєздатності підрозділів, оскільки саме автомобільна техніка забезпечує перевезення особового складу, боєприпасів та матеріальних засобів. Живучість АТ доцільно розглядати як комплексну властивість техніки, що охоплює стійкість до ураження, здатність зберігати або швидко відновлювати працездатність після пошкодження, а також мінімізацію ймовірності виявлення та ураження противником. Саме тому підвищення живучості АТ має спиратися не на окремі технічні рішення, а на системне поєднання конструктивних, тактичних, організаційних і ремонтно-відновлювальних заходів.

Проведений аналіз наукових праць показав, що основною загрозою для АТ у сучасних умовах є її вогневе ураження різними засобами противника. При цьому втрата техніки часто настає не лише через її знищення, але і внаслідок пошкоджень, які унеможливлюють подальше використання. Найбільш уразливими залишаються ходова частина, силова установка, система керування, паливна система та бортова електроніка, що зумовлює необхідність першочергового захисту важливих агрегатів і забезпечення працездатності АТ після часткового ураження.

Живучість АТ доцільно оцінювати на основі ймовірнісних методів, оскільки вони дають змогу врахувати як експлуатаційні відмови, так і бойові ураження. У такому разі живучість визначають через ймовірність збереження працездатного стану машини, що забезпечує кількісне оцінювання її стану в конкретних умовах застосування. Основними показниками при цьому є ймовірність збереженості, коефіцієнт оперативної готовності, час відновлення та ймовірність виживання екіпажу, а для броньованих колісних машин також рухливість, відстань виявлення і ступінь дублювання важливих систем.

Живучість АТ підвищується передусім за рахунок зниження ймовірності її виявлення та ураження, що досягається маскуванням, маневруванням, раціональним використанням укриттів, зміною маршрутів руху та попередньою розвідкою небезпечних ділянок. Водночас важливим напрямом є зменшення ступеня пошкоджень під час ураження шляхом локального бронювання найбільш уразливих зон, застосування протимінного захисту, протипожежних систем і дублювання критично важливих елементів. Не менш суттєве значення має здатність техніки до швидкого відновлення після пошкодження, яку забезпечують модульність конструкції, уніфікація вузлів, наявність запасних частин і використання мобільних ремонтних засобів. Таким чином, живучість АТ слід розглядати як комплексну властивість, що поєднує прихованість, стійкість до ураження та ремонтну адаптивність.

Отже, основні аспекти підвищення живучості автомобільної техніки в умовах небезпеки вогневого впливу противника полягають у комплексному поєднанні заходів зі зниження помітності, підвищення рухливості, локального посилення захисту критичних зон, дублювання життєво важливих систем, впровадження протимінних і протипожежних рішень, удосконалення тактики застосування, а також розвитку системи технічного забезпечення та відновлення. Саме інтеграція конструктивних, тактичних і організаційних заходів формує основу для збереження працездатності техніки, безпеки екіпажу та безперервності виконання завдань за призначенням.

Поплавець С.І., д-р філософії, доцент
Тіхонов І.М., канд. військ. наук, доцент
ВІТВ НТУ “ХПІ”
Дончак А.М., канд. психол. наук
НАСВ
Зотов М.В.
НАСВ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НАВІДНИКА ТАНКА M1A1 “ABRAMS” НА ОСНОВІ БЕЗПЕРЕРВНОГО МАРКІВСЬКОГО ПРОЦЕСУ

Ефективність підготовки військовослужбовців із застосуванням навчальних тренажерів значною мірою залежить від можливості формалізації та аналізу процесу навчання. Одним із перспективних підходів є використання математичного моделювання, зокрема на основі безперервних марківських процесів.

Запропонована математична модель описує процес навчання навідника танка M1A1 “ABRAMS” як систему станів, між якими відбуваються переходи з певними інтенсивностями. Кожен стан відповідає певному рівню підготовки або етапу навчання, наприклад: початковий рівень, базові навички, впевнене виконання завдань, високий рівень майстерності.

Модель базується на припущенні марківської властивості, згідно з якою ймовірність переходу до наступного стану залежить лише від поточного стану системи, а не від попередньої історії. Це дозволяє суттєво спростити аналіз і забезпечити математичну строгость опису процесу.

Основними параметрами моделі є інтенсивності переходів між станами, які можуть залежати від умов навчання, складності вправ, індивідуальних характеристик військовослужбовця та якості тренажера. На основі цих параметрів формується система диференціальних рівнянь Колмогорова, яка описує динаміку ймовірностей перебування системи в кожному зі станів.

Розв'язання цієї системи дозволяє визначити розподіл ймовірностей станів у будь-який момент часу, оцінити середній час досягнення заданого рівня підготовки, а також ефективність різних сценаріїв навчання.

Практична цінність моделі полягає у можливості прогнозування результатів навчання, оптимізації навчальних програм і вибору найбільш ефективних режимів використання тренажера. Крім того, модель може бути використана для адаптивного управління процесом підготовки.

Таким чином, застосування безперервного марківського процесу для моделювання використання навчального тренажера навідника танку M1A1 "ABRAMS" забезпечує формалізований інструмент аналізу та підвищення ефективності навчального процесу.

Поплавець С.І., д-р філософії, доцент
Тіхонов І.М., канд. військ. наук, доцент
Темніков В.О., канд. техн. наук, доцент
ВІТВ НТУ "ХПІ"
Дончак А.М., канд. психол. наук
Зотов М.В.
НАСВ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НАВІДНИКА ТАНКА M1A1 "ABRAMS"

У сучасних умовах розвитку збройних сил та зростання ролі високотехнологічних засобів ведення бойових дій особливого значення набуває якісна підготовка військовослужбовців. Одним із ключових елементів підготовки навідників танків є використання навчальних тренажерів, зокрема для танка M1A1 "ABRAMS". Водночас виникає потреба у формуванні науково обґрунтованого підходу до оцінювання ефективності їх застосування.

Запропонований науково-методичний підхід базується на комплексному аналізі показників підготовки, які включають рівень сформованості професійних навичок, швидкість прийняття рішень, точність виконання бойових завдань, а також стійкість до стресових факторів. Основою підходу є використання системи критеріїв та показників, які дозволяють оцінити як процес навчання, так і його результати.

Методика передбачає поєднання кількісних і якісних методів оцінювання. До кількісних належать статистичні показники результатів виконання вправ, час реакції, точність наведення, кількість допущених помилок. Якісні показники включають експертну оцінку дій військовослужбовців, рівень їх ситуаційної обізнаності та здатність діяти в умовах невизначеності.

Особливу увагу приділено інтегральному показнику ефективності, який формується на основі зваженої сукупності окремих критеріїв. Це дозволяє отримати узагальнену оцінку ефективності використання тренажера та порівнювати різні методики підготовки.

Запропонований підхід також враховує адаптивність навчального процесу, що забезпечує можливість індивідуалізації підготовки залежно від рівня підготовленості військовослужбовців. Це дозволяє підвищити ефективність навчання та оптимізувати витрати ресурсів.

Таким чином, розроблений науково-методичний підхід забезпечує об’єктивне, комплексне та системне оцінювання ефективності використання навчального тренажера навідника танка M1A1 “ABRAMS” і може бути використаний для вдосконалення системи бойової підготовки.

Почечун О.О., канд. техн. наук
Чванов С.Ю.
Шиманський Д.Р.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ТЕХНІЧНИЙ ОБРИС КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД УДАРНИХ FPV-ДРОНІВ

Досвід сучасної війни засвідчив, що ударні FPV-дрони стали однією з головних загроз для бойових броньованих машин (ББМ). Їх масове застосування, висока маневреність, можливість атаки з верхньої півсфери, борту, корми, а також реалізація послідовних, групових і комбінованих атак істотно знижують ефективність традиційних заходів захисту. За наявними оцінками, на FPV-дрони припадає 50–80% уражень, що вказує на невідкладну потребу в оснащенні ББМ комплексами активного захисту (КАЗ).

Ударні, FPV-дрони мультироторного типу можуть застосовуватись поодиноко, послідовно або групою. Для таких цілей характерні малі значення ефективної площі розсіювання (0,01м^2), широкий діапазон швидкостей – від 0 до 150 км/год, маневрений або пікіруючий підхід, короткочасне зависання, повторний захід та атака як по нерухомому, так і по рухомому носію.

У цих умовах КАЗ слід розглядати як систему, що реалізує єдиний цикл: виявлення, супроводження, ідентифікація, пріоритизація, формування команди на ураження, кінетичне перехоплення, оцінювання результату та готовність до подальших дій. Основним режимом роботи такого комплексу має бути автоматичний (із можливістю втручання екіпажу).

Технічний обрис КАЗ доцільно формувати за модульним принципом. До його складу мають входити: підсистема виявлення та супроводження; підсистема управління; підсистема кінетичного перехоплення; засоби взаємодії з екіпажем. При цьому вимоги не повинні фіксувати конкретний тип датчика або модуля. Головним є спроможність комплексу забезпечити своєчасне виявлення і супроводження малорозмірної повітряної цілі, у тому числі на рухомій ББМ.

Показники ефективності доцільно задавати через кінцевий результат роботи системи. До них можуть бути віднесені: ймовірність перехоплення одиночної цілі на місці – не менше 0,7 та в русі – не менше 0,5; кількість послідовних перехоплень без перезаряджання – не менше 20; кількість одночасно супроводжуваних цілей – не менше 3; сектор прикриття по азимуту – 360°, по куту місця – від мінус 10° до плюс 90°; ймовірність хибного формування команди на ураження – не більше 0,02. Параметри виявлення, розпізнавання та швидкодії мають розглядатися як такі, що забезпечують перехоплення цілі на встановленому рубежі від носія.

Встановлення КАЗ не повинно призводити до недопустимого збільшення маси та габаритів машини, суттєвого обмеження застосування штатного озброєння, посадки і висадки, доступу до агрегатів, а також до погіршення рухомості, керованості, оглядовості та ергономіки. Вимога до функціонування комплексу під час руху носія є принциповою, оскільки значну частину часу ББМ діють саме в русі.

КАЗ має бути безпечним для екіпажу, особового складу та техніки поблизу, а також для самої ББМ. Це передбачає мінімізацію ризику хибного спрацювання, блокування небезпечних режимів, а також переведення комплексу у безпечний стан при відмовах та аварійних режимах.

Таким чином, технічний обрис КАЗ для ББМ від ударних FPV-дронів має формуватися як багатофункціональна система, пристосована до протидії малорозмірним, багатовекторним і швидкозмінним загрозам. Головним результатом має бути здатність КАЗ забезпечити своєчасне виявлення, коректне рішення і безпечне перехоплення цілі на встановленому рубежі в реальних умовах бойового застосування.

П’ятков М.С., д-р філософії
НАДПСУ

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ІНТЕГРОВАНОЇ МОДЕЛІ СУКУПНОЇ ВАРТОСТІ ВОЛОДІННЯ

У сучасних реаліях зростають вимоги до надійності та безвідмовності військової техніки, що диктує нагальну потребу в перегляді традиційних підходів до її експлуатації. На фоні поповнення парку новими зразками техніки, двигуни якої відповідають екологічним стандартам Euro-5 та Euro-6, виникає експлуатаційна колізія. Конструктивні особливості силових агрегатів таких транспортних засобів (наявність систем Common Rail, сажових фільтрів DPF та модулів селективної нейтралізації SCR) фактично не допускають використання традиційних повнозольних моторних олив, що були характерні для експлуатації «типових» автомобілів попередніх років. Проте наявна практика вибору, закупки та використання відповідних експлуатаційних матеріалів нерідко керується обмеженими критеріями, основним з яких є ціна продукту, що формує приховану, однак суттєву загрозу для боєздатності підрозділів. Тому сьогодні виникає необхідність створення прикладного інструментарію, який дозволяє визначати чіткі критерії для оптимізації логістичного забезпечення сучасної техніки військових частин.

Таким прикладним інструментарієм може стати математична модель сукупної вартості володіння (ТСО) транспортними засобами. Для її адекватної імплементації у систему

змішаного техніного парку військових частин необхідна інтеграція функції ймовірності раптової відмови, яка безпосередньо залежить від інтегрального коефіцієнта трибологічної деградації. Цей показник синтезує ключові маркери старіння робочої рідини: падіння кінематичної в'язкості через розрідження картерної оливи незгорілим паливом та хімічну інверсію – стрімке зростання кислотного числа на тлі виснаження лужного буфера.

Використання дешевших повнозольних олив у сучасних двигунах запускає незворотний процес цементування мікроканалів сажових фільтрів негорючою сульфатною золою. Це експоненціально збільшує ймовірність критичної поломки вже на рубежі 50 тисяч кілометрів пробігу.

Екстраполяція розрахунків дозволяє виявити чіткий техніко-економічний парадокс. Перехід на преміальну селективну стратегію забезпечення, тобто безальтернативне використання спеціалізованих малов'язких олив класу Low-SAPS та пального європейського стандарту об'єктивно збільшує поточні витрати логістичного підрозділу на етапі закупівлі. Однак у річному вимірі ця стратегія повністю абсорбує стартові інвестиції. Згідно з дослідженнями, зниження втрат на гідродинамічне тертя у циліндро-поршневій групі забезпечує близько 3,5 відсотка економії пального, а упередження дорогих капітальних ремонтів прецизійних систем радикально зменшує сукупну вартість володіння технікою.

Для раціоналізації логістичного забезпечення, збільшення показників надійності та безвідмовності, а також продовження ресурсу сучасних зразків військової техніки механізованих підрозділів, необхідно диференціювати обслуговування логістичної номенклатури. Крім того, пропонується імплементувати в польових умовах елементи предиктивного моніторингу (зокрема, метод крапельних проб). Це дозволить оперативно відстежувати деградацію мастила і скорочувати регламентні інтервали заміни, спираючись на фактичний фізико-хімічний стан рідини.

Радіо Р.В.
Шерихов І.В.
НУОУ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН (ББМ) В УМОВАХ СУЧАСНОГО КОНФЛІКТУ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

Тенденція розвитку бойових броньованих машин (ББМ) на теперішній час визначається досвідом Війни за Незалежність України, оскільки постійна аеророзвідка, панування ударних БПЛА та висока щільність мінних полів зумовлюють високу ймовірність ураження будь-якої техніки практично відразу після її виявлення. Проте, незважаючи на нові загрози, бронетехніка все ще залишається важливою на полі бою, в першу чергу як надійний та захищений засіб доставки піхоти, а також – як мобільний засіб вогневої підтримки.

В умовах масованого застосування FPV-дронів і баражуючих боєприпасів нарощування маси і товщини класичної броні втрачає актуальність. Це робить пріоритетною концепцію комплексного захисту, яка, на мій погляд, охоплює:

- мобільні зони радіоелектронного захисту – інтеграція мобільних систем радіоелектронної боротьби безпосередньо на кожну машину стає обов’язковою умовою підвищення живучості техніки;

- адаптивне екранування – використання просторових конструкцій («мангалів», сіток) для ініціації кумулятивних боєприпасів до контакту з основною бронею (захист верхньої півсфери та моторно-трансмісійного відділення);

- системи активного захисту – застосування комплексів активного захисту, здатних виявляти та знищувати боєприпаси, що атакують на підльоті, у поєднанні з системами попередження про лазерне або радіолокаційне опромінення та із засобами маскування (мультиспектральні димові завіси, зниження теплової сигнатури).

Наступним ключовим аспектом розвитку є оснащення техніки дистанційно керованими бойовими модулями (ДКБМ), що дозволяє екіпажу ефективно застосовувати озброєння, залишаючись всередині машини.

Актуальною вимогою до сучасної техніки стає її мережецентричність та здатність забезпечувати ситуаційну обізнаність – машини об'єднуються в єдину інформаційну мережу, де екіпажі кожної ББМ отримують інформацію в режимі реального часу з дронів та інших машин.

Інший важливий напрям розвитку полягає у створенні наземних дронів-камікадзе та опціонально пілотованих БТР/БМП, тобто техніки, здатної виконувати завдання як зі штатним екіпажем на борту, так і в повністю дистанційному чи автономному безекіпажному режимах. Такі платформи супроводжують традиційну техніку, виконуючи при цьому найнебезпечніші завдання, зокрема пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях.

Функціонування високотехнологічних роботизованих систем вимагає нових підходів до енергозабезпечення. Саме тому наступним важливим вектором розвитку стає перехід на гібридні (дизель-електричні) силові установки. Вони не лише здатні живити потужну бортову електроніку, але й надають тактичні переваги: можливість безшумного пересування, високий крутний момент та суттєве зменшення теплової сигнатури.

Таким чином, ББМ майбутнього загальновійськових підрозділів будуть являти собою автономну, мережеву, з надійним круговим захистом бойову платформу. Її ефективність визначатимуть швидкість та безпека транспортування особового складу, технології раннього виявлення загроз, засоби радіоелектронного перехоплення та інформаційної взаємодії з безпілотними системами на полі бою.

Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. дослідник
НАСВ
Курята Я.Е., PhD
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Семеха І.М.
КНУ ім. Тараса Шевченка

МЕТОД ГНУЧКОГО ВИЗНАЧЕННЯ МІЖПОВІРОЧНИХ ІНТЕРВАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

У дійсний час протягом всього періоду експлуатації засобів вимірювальної техніки значення їх міжповірочних інтервалів постійне. Але внаслідок старіння елементної бази та експлуатації в польових умовах знижується їх метрологічна надійність, що веде до збільшення помилок вимірювання параметрів озброєння та військової техніки під час їх обслуговування та ремонту. Тому виникає актуальне наукове завдання забезпечення метрологічної надійності на необхідному рівні протягом всього періоду їх експлуатації, особливо в польових умовах при веденні бойових дій.

Метод призначений для обґрунтування гнучкого підходу до визначення міжповірочних інтервалів засобів вимірювальної техніки. Його сутність полягає в комплексному використанні відомостей щодо умов експлуатації і надійності засобів вимірювальної техніки для визначення строку до чергової повірки за умови збереження необхідних значень метрологічної надійності і точності вимірювань.

Припущення при використанні методу: умови експлуатації засобів вимірювальної техніки за період використання та ступінь відновлення коефіцієнта готовності під час повірки постійні. В такому випадку при постійному значенні міжповірочних інтервалів на його завершенні має місце погіршення надійності і точності вимірювань. Із врахуванням можливостей метрологічного органу отримано функціональні залежності необхідного скорочення міжповірочних інтервалів.

Наприклад, для частотоміра Ч3-101 за 12 років експлуатації пропонується виконання 8 повірок за гнучким графіком замість 6 за існуючим постійним. При цьому завжди значення комплексного показника надійності буде не менше потрібного, але працевитрати на метрологічне обслуговування будуть також зменшені.

Вперше запропоновано використання гнучкого підходу до визначення міжповірочних інтервалів засобів вимірювальної техніки для підтримки необхідного рівня їх надійності і точності. Формалізований порядок реалізації методу на базі застосування сучасних інформаційних технологій, що дозволяє його використання в військових метрологічних органах.

Розглянуто можливість гнучкого визначення міжповірочного інтервалу цифрових засобів вимірювальної техніки, не тільки виходячи із вимог до їх метрологічної надійності, але і з врахуванням необхідної точності вимірювання значень параметрів озброєння та військової техніки під час їх технічного обслуговування та поточного ремонту.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на усунення реальних законів зміни показників надійності і точності засобів вимірювальної техніки залежно від часу і умов їх експлуатації, за результатами обробки реальних статистичних даних.

Результати досліджень доцільно використовувати після обробки даних дослідної експлуатації перспективних цифрових засобів вимірювальної техніки для удосконалення якості метрологічного забезпечення озброєння та військової техніки.

Робочий В.В., д-р філософії
Жарков Я.А.
Бєловодов І.Ф.
Симоненков В.М.
ВА (м. Одеса)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ПІДЗЕМНИХ БОЇВ ПІД ЧАС В'ЄТНАМСЬКОЇ ВІЙНИ

Сучасні збройні конфлікти, включно з російсько-Українською війною, підтверджують, що загальновійськовий бій дедалі частіше виходить за межі наземно-повітряного простору, де дії механізованих військ чітко регламентовані керівними документами. Одним із

ключових викликів стає використання противником і власними військами підземних комунікацій та порожнин – природних і штучних. Це вимагає перегляду підходів до розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) механізованих військ та підрозділів ССпО з урахуванням досвіду ведення боїв у підземному середовищі, зокрема, набутого під час В'єтнамської війни (тунелі Ку-Чі тощо).

Саме в'єтнамський досвід засвідчив критичну необхідність створення спеціалізованих засобів виявлення, ураження, орієнтування, зв'язку та захисту техніки й особового складу в умовах обмежених підземних просторів. Вивчення цього досвіду в контексті перспектив розвитку механізованих військ дозволить раціонально адаптувати існуючі та нові зразки ОВТ, а також створити відповідну навчально-методичну базу для підготовки підрозділів механізованих військ та ССпО до дій нижче рівня земної поверхні.

Прикладом активного використання підземного середовища у воєнних цілях є бойові дії "під землею" В'єтнаму, які були складовою частиною В'єтнамської війни (1964 – 1973 рр.).

З метою уникнення вогневого впливу переважаючих сил армії США та їх в'єтнамських союзників під час В'єтнамської війни партизани В'єтконгу і армія Північного В'єтнаму в оборонних цілях використовували підземне середовище, де були побудовані підземні тунелі, окремі споруди та навіть цілі підземні комплекси, що перетворювало їх на справжню фортецю.

Особливість побудови тунелів полягала в тому, що В'єтнамці намагалися ніколи не копати тунелі по прямих лініях. Підземні стежки зазвичай копали під кутами від 60 до 120 градусів, що створювало певні незручності для ведення вогню зі стрілецької зброї. Гучні звуки стрільби у вузьких проходах травмували барабанні перетинки, а у разі застосування гранат, глиняні стіни тунелів відбивали вибухову хвилю.

Беручи до уваги наявність в різних регіонах Україні власних особливостей підземного середовища, його різноманіття та наведений досвід, можливо зробити декілька важливих висновків:

1. Вміле поєднання особливостей підземного середовища та використання властивостей природи, дозволяли малочисельним формуванням партизан В'єтконгу протистояти чисельно та професійно переважаючим силам ворога. Мережа підземних тунелів дозволяла оборонцям переховуватися від бомбардувань і наземних атак ворога; здійснювати непомітні для ворога пересування між різними частинами поля бою та проводити несподівані для ворога жорсткі акції протидії у його тилу.

2. Для налагодження надійної оборони частині і підрозділи Сил оборони України під час ведення розвідки та оцінки обстановки мають обов'язково враховувати особливості місцевості та територій, у тому числі їх підземне облаштування; обов'язково використовувати наявні та створювати штучні об'єкти для ведення підземної оборони.

3. Враховуючи складність і непередбачуваність побудови підземних тунелів та зважаючи на активний розвиток різноманітних технічних засобів, на наш погляд, подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на забезпечення можливості їх застосування для розвідки підземного середовища в зоні ведення бойових дій та розробку відповідних рекомендацій підрозділам механізованих військ та ССпО.

Романчук В.М.
НАСВ

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ РІДИНИ У ВІЙСЬКОВІЙ ТЕХНІЦІ

У процесі експлуатації військової техніки надійність визначається справністю її основних систем. Однією з критичних систем зразка озброєння є гальмівна система. Ефективність її роботи значною мірою залежить від стану гальмівної рідини. Зокрема, під впливом вологи знижується температура кипіння рідини, що може призводити до утворення парових пробок і погіршення гальмування, а в поєднанні з температурними навантаженнями – до прискореної деградації її властивостей. Водночас існуючі методи контролю не завжди дозволяють своєчасно виявляти такі зміни, що зумовлює необхідність удосконалення підходів до діагностики.

У роботі запропоновано алгоритм оцінки якості гальмівної рідини, який базується на аналізі того, як вона реагує на сигнали різної частоти, отримані шляхом вимірювання відбитого сигналу у високочастотній вимірювальній системі за допомогою векторного аналізатора кіл. Під час експерименту електромагнітний сигнал подається на зразок гальмівної рідини, після чого реєструється його відбиття в широкому діапазоні частот.

Отримані експериментальні дані, що містять інформацію про амплітуду та фазу відбитого сигналу, перетворюються на параметри, які відображають, як рідина проводить та накопичує енергію електромагнітного поля. На цій основі отримують залежність провідності рідини від частоти, що дозволяє оцінити її поведінку в різних частотних режимах.

Далі для аналізу використовується дійсна складова комплексного адмітансу, яка найбільш чутливо реагує на зміни фізико-хімічного стану рідини та характеризується стабільною формою спектральної кривої і чітко вираженою температурною залежністю. Такий підхід дозволяє досліджувати діелектричні властивості гальмівної рідини в широкому частотному діапазоні та виявляти зміни, пов’язані з її зволоженням, старінням або деградацією складу. Завдяки цим властивостям дійсна складова адмітансу є найбільш інформативним параметром для діагностики стану рідини.

Для опису спектральної поведінки використано модель демпфованого електричного осцилятора, яка дозволяє виділити характерні маркери, зокрема положення максимуму та параметри кривої, чутливі до змін стану рідини. При цьому зазначена модель використовується як ефективний апроксимаційний інструмент і описує поведінку рідини без урахування детальних внутрішніх фізико-хімічних процесів.

Запропонований алгоритм включає послідовність етапів: вимірювання відбитого сигналу, перетворення отриманих даних на параметри, що характеризують електричні властивості рідини, отримання їх дійсної складової, апроксимацію експериментальних залежностей моделлю демпфованого осцилятора та визначення інформативних спектральних параметрів. Такий підхід дозволяє отримати узагальнену оцінку якості гальмівної рідини.

Розроблений алгоритм є складовою частиною методу оцінки якості гальмівних рідин і може бути використаний для їх оперативної діагностики у військовій техніці. Це дозволяє підвищити достовірність контролю їх стану та сприяє підвищенню надійності й безпеки експлуатації зразків озброєння.

Рудий А.В., канд. техн. наук, доцент
Загребельний С.М.
Марченко О.В.
Войтенко В.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ТАНКОБУДУВАННЯ

Російсько-Українська війна створила не лише нові виклики для військово-промислового комплексу України, а й відкрила можливості з розвитку матеріально-технічної бази. До повномасштабного вторгнення російської федерації розвиток бронетанкового озброєння та техніки здебільшого рухався напрямом, встановленим радянською школою танкобудування. Значні обсяги матеріально-технічної допомоги від країн-партнерів дозволяють на даний час здійснити якісний аналіз технічних рішень та відстежити різницю інженерних підходів у проєктуванні бронетанкового озброєння та техніки. Такий підхід, у свою чергу, дозволить більш раціонально підійти до створення нових та модернізації існуючих зразків бронетанкової техніки.

Поверхневий аналіз технічних рішень однозначно вказує на те, що радянська школа танкобудування робила ставку на низький силует машини та її маневреність, натомість західна школа спрямована, в першу чергу, на захист солдата та загальну ергономіку. Західні машини виявилися зручнішими як в обслуговуванні, так і у користуванні.

Західні зразки в цілому мають значно більший внутрішній об’єм, що забезпечує комфорт роботи екіпажу та дозволяє встановлювати складну електроніку.

Детальне вивчення західних зразків БТОТ дозволяє в подальшому відійти від застарілих радянських методів наступу, де техніка вважалася «витратним матеріалом» (що стало особливо помітно під час російсько-Української війни). Високий захист західних машин дозволяє їм впевнено діяти разом із танками, забезпечуючи високий рівень взаємодії на полі бою. Наприклад, модернізовані версії «Bradley» важать до 33 тонн через встановлення композитної броні та блоків динамічного захисту, що дозволяє витримувати вогонь 30-мм гармат та попадання РПГ. Також додаткове керамічне бронювання встановлюється на M113, PBV302 та інші зразки західних машин. Використання такого додаткового бронювання значно підвищує живучість окремих зразків, що особливо важливе в умовах сучасної дронової війни.

Радянська пропаганда здебільшого була схильна перебільшувати можливості та особливості конструкції саме радянських зразків бронетанкової техніки, водночас гостро критикуючи та зменшуючи можливості західних зразків. Проте в умовах рівнозначного використання техніки різних шкіл танкобудування на одному полі бою конструктивні особливості та переваги західних зразків стають помітнішими. Таким чином попередній аналіз оригінальних технічних рішень здатний закласти основу нової української школи танкобудування, яка б поєднала у собі найкращі рішення пострадянської, американської, європейської та окремо шведської шкіл.

Рудковський О.М.
Лівінська Ю.Г., PhD
НАСВ

ОСНОВНІ ЗРАЗКИ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ НА ОЗБРОЄННІ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ УКРАЇНИ

Оборонно-промисловий комплекс України, а з 2014 року – Державний концерн «Укроборонпром», а також низка підприємств, що мають безпосереднє відношення до виробництва зброї (більше 100 державних і казенних підприємств, десятки акціонерних компаній та ін.), із завданням відновлення виробництва аналогів радянського (російського) озброєння і перехід на стандарти НАТО, за двадцять років зробили викид на вітчизняний ринок певної кількості пропозицій щодо стрілецької зброї, а саме: кулемети 7,62х39 мм «КМ-7.62», 5,56×45 мм «ФОРТ-401»; снайперські гвинтівки 7,62×51мм «ФОРТ-301»; «UAR-15 «UKROP»; «ZBROJAR» Z-10»; 12,7 мм «Aligator»; автоматичний карабін 7,62×39 мм (5,56×45 мм) М-4 – «WAC-47» (на платформі AR-15, ліцензія компанії США Aeroscraft); штурмові гвинтівки 5,56×45 мм «ФОРТ-227», 7,62×39 мм «ФОРТ-228», 7,62×51 мм «ФОРТ-229», «ФОРТ-221», «ФОРТ-224» (м. Вінниця, ліцензія концерну Israeli Weaponary Industries); автомати 5,45×39 мм «Вулкан-М» («Малюк») і «Вепр»; автоматичний гранатомет 40-мм «УАГ-40» за стандартами НАТО; пістолети «ФОРТ-12», «ФОРТ-14ТП», «ФОРТ-16». Частина зброї була прийнята на озброєння ЗС України, НГУ, ДПСУ та інших військових формувань.

Втрата в 2014 році десятків підприємств ВПК на території АР Крим, Донецької і Луганської областей та повне руйнування системи виробництва ОВТ в результаті повномасштабного нападу москалів у лютому 2024 року і окупації частини території України, призвело до жалюгідного стану озброєння розгорнутих за чисельністю військових формувань України, особливо підрозділів ТрО (було залучено 7,62 мм кулемети Дегтярьова, Максима; автомати ППШ, ППС, ППД; гвинтівка Мосіна з арсеналів та баз зберігання). Україна потребувала озброєння, яке отримала від країн – партнерів. Але не всі надані зразки пройшли перевірку на інтенсивність вогневих контактів.

Наприклад 7,62-мм кулемет FN MAG (*Mitrailleuse d'Appui Général* – зброя загальної підтримки), створений на основі автоматичної гвинтівки «Браунінг» М1918 шляхом модифікації її патронника під стрічкову подачу набоїв. Відрізняється надійністю та невибагливістю. Кулемет застосовується більш ніж у 80 країнах і виробляється за ліцензією в Аргентині, Великій Британії, Єгипті, Індії, Сінгапурі та США. Призначений для підтримки підрозділів у бою, знищення живої сили противника та ураження його вогневих засобів. Знаходиться на озброєнні підрозділів МОУ, НГУ, ТрО. Не поступається показниками аналогам (ПК, ПКМ, М240, MG42/59). Відповідає заявленим характеристикам.

7,62-мм кулемет Vz 59 – універсальна зброя моделі 59 (*Univerzální kulomet vzor 59*) – єдиний кулемет армії Чеської Республіки та збройних сил Словаччини, розроблений в 50-х роках минулого сторіччя. Призначений для підтримки підрозділів у бою, знищення живої сили противника та його вогневих засобів, боротьби з повітряними цілями типу БпЛА на невеликих висотах. За результатами вивчення та аналізу основних технічних, бойових та експлуатаційних характеристик 7,62-мм кулемета Uk Vz 59 можна зробити висновок, що даний виріб допускає затримки та відмови під час стрільби, а також довільні постріли, що наражає о/с на небезпеку. Зважаючи на перевірку в реальних бойових умовах спостерігається невідповідність деяким заявленим характеристикам. Кулемет вичерпав ресурс модернізації.

Рудковський О.М.
Федоренко В.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

Сучасні протитанкові засоби стали такими потужними, що нарощувати товщину стало неможливим – танк стає важким. Активний захист дозволяє зберегти високу живучість при помірній вазі машини.

Активний захист (броня) танка – це комплекс мір і систем, призначених для виявлення і знищення або послаблення уражаючих засобів (ПТРК, РПГ, ПТ снаряди) до моменту їх зіткнення з основною бронею танка.

У широкому сенсі під «активною бронею» розуміють дві різні системи: динамічний захист – це металеві контейнери з зарядом вибухової речовини, що розміщені поверх основної броні; комплекс активного захисту (КАЗ) – це більш складна і сучасна система, яка працює без прямого контакту снаряда з корпусом.

Процес триває частки секунди і відбувається автоматично РЛС виявляє об'єкт, що наближеться. Комп'ютер миттєво обчислює його швидкість і система переходить у бойову готовність. Визначається точка зустрічі захисного снаряду з ракетою. На відстані 10–30 м до ракети спрацьовує пускова установка. Спрямований вибух або потік уламків руйнує корпус ракети або викликає детонацію її бойової частини у повітрі.

Україна має власну унікальну школу розробки засобів захисту бронетехніки. Найвідомішим прикладом саме комплексу активного захисту є система «Заслін». На даний час в Україні основний акцент робиться на тому, щоб зробити системи захисту максимально мобільними та придатними для встановлення в польових умовах.

КАЗ «Заслін» – це розробка київського ДП СКТБ «Радіовимірювач» та БЦКТ «Мікротек». Вона вважається однією з найефективніших у світі завдяки своїй модульній конструкції. «Заслін» використовує висувні бойові модулі. Час реакції 0,001-0,005с. Модернізована версія під назвою «Zaslon-L» була інтегрована на турецькі танки M60 «Sabra».

Динамічний захист «Ніж» і «Дуплет» не є КАЗ у чистому вигляді (це активна броня контактного типу) Україна здійснила прорив у цій технології. «Ніж» замість простого вибуху використовує принцип кумулятивних струменів. «Дуплет» спроєктований так, щоб протидіяти тандемним боєприпасам.

Комплекс «Варта» є системою оптико-електронної протидії (м'який захист). Він виявляє лазерне випромінювання противника і автоматично випускає аерозольну димову завісу.

Головною перешкодою для масового встановлення систем на всі українські Т-64 або Т-72 є їхня висока вартість та складність інтеграції. Крім того, активний захист потребує обережності: під час його спрацювання піхота, що діє разом з танком, може отримати поранення від вибуху захисного модуля.

Система «Шершень», по суті, є полегшеною та сучаснішою версією КАЗ «Заслін». Вона була розроблена київським підприємством «Мікротек» спеціально для того, щоб захист можна було ставити не тільки на важкі танки, а й на легку бронетехніку (БМП, БТР).

Цікавим напрямом є адаптація українських систем під західні платформи – танки «Leopard» 2A4 та M1 «Abrams».

У 2024–2026 роках найактуальнішим завданням стало впровадження систем, адаптованих проти малих дронів – встановлення станції перешкод «Купол» та адаптації КАЗ «Шершень».

На даний час основною проблемою є складність виробництва і висока собівартість.

Середюк Б.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ІННОВАЦІЙНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Сучасні бойові дії показали, що класична гомогенна броня (RHA) більше не забезпечує достатнього рівня захисту проти ПТРК, БПЛА та кінетичних боєприпасів. Таким чином, набирає обертів розвиток багатошарової композитної броні, яка поєднує різні матеріали для руйнування, деформації та поглинання енергії уражаючих елементів. Багатошарова броня поєднує систему з металів, кераміки та полімерів, що працює за принципом поетапного зниження енергії снаряда.

Типова структура матеріалу класичної броні: ударний шар містить кераміку (SiC, B_4C, Al_2O_3); проміжний шар – композити або полімери; основа – високоміцна бронесталь. Основні властивості: твердість кераміки – до 2000 HV; твердість бронесталі: 400–600 HV; оптимальна твердість сталі ≈ 500 HV (баланс міцності та в'язкості). У таких традиційних системах броні максимальна ефективність досягається не за рахунок максимальної твердості, а через градієнт властивостей між шарами. Ефективність багатошарової броні проявляється у наступному: керамічний шар руйнує сердечник снаряда (фрагментація); металевий шар поглинає залишкову енергію; полімери гасять ударну хвилю. Чисельно це відображається так: зниження проникнення кумулятивних боєприпасів до 50–70%; підвищення ефективності проти APFSDS на 20–40%; зменшення маси броні на 15–30% при однаковому захисті. При цьому є недолік – після першого попадання кераміка втрачає до 30–60% ефективності через тріщини.

Оскільки класична гомогенна броня вже не забезпечує достатнього захисту, розвиток засобів безпеки бронетехніки зосереджений на впровадженні таких інноваційних композитів, що дозволяють ефективно руйнувати снаряди та поглинати їхню енергію при значному зменшенні маси конструкції: 1. NERA (невибухова реактивна броня) – багатошарові пластини зі вставками; ефективність протикумулятивних боєприпасів – до 60%. 2. Градієнтні матеріали (heterostructure armor) – різна твердість шарів; збільшення поглинання енергії на ≈25–35%. 3. Метал-матриця + кераміка – поєднання міцності та твердості; підвищення живучості при багаторазових ураженнях. 4. Нанокомпозити (перспектива) – підвищення міцності до +20–30% зменшення маси до -25%. Фінансово-економічний аналіз: композитна броня дорожча на +40–120% ніж традиційна броня, але зменшує масу техніки що приводить до економії палива до 15–20%; міцність композитної броні також приводить до зменшення бойових втрат на 25–40% і підвищує живучість машини в 1,5–2 рази. Враховуючи вищезазначене, важливо підкреслити наступні перспективи розвитку до 2030 року: 1. Перехід до адаптивної броні (smart armor). 2. Інтеграція з системами активного захисту. 3. Використання графенових композитів, метаматеріалів – поширення модульної броні (швидка заміна в польових умовах). Прогноз згідно з стратегією розвитку провідних виробників озброєння: до 70% нової бронетехніки матиме багатошарову композитну броню; до 50% – інтегровані "розумні" матеріали. Багатошарова броня нового покоління забезпечує значно вищий рівень захисту за рахунок поєднання кераміки, композитів і бронесталі, що дозволяє ефективно поглинати енергію кумулятивних та кінетичних боєприпасів. Її

застосування зменшує масу техніки і підвищує живучість на полі бою, особливо при інтеграції з системами активного захисту. Сучасні танки, що використовують такі технології, включають “Abrams” M1A2 (США), “Leopard” 2A7 (Німеччина), K2 “Black Panther” (Південна Корея) та “Challenger” 3 (Великобританія), “Leclerc” (Франція), “Type” 10 (Японія). Перспектива розвитку полягає у впровадженні адаптивних композитів і “розумної броні”, що дозволить ще більше підвищити ефективність захисту і скоротити бойові втрати.

Слободянюк Р.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ МЕХАНІЗОВАНИХ (ТАНКОВИХ) ПІДРОЗДІЛІВ ВІД БпЛА ПРОТИВНИКА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТАКТИЧНИХ ДІЙ

Сучасне поле бою характеризується широким застосуванням учасниками конфліктів, безпілотних літаючих апаратів різного призначення: розвідувальних, розвідувально-ударних, ударних, FPV-дронів. Їх висока ефективність, масивність, глибина застосування та глибина вогневого впливу до 20 км від лінії бойового зіткнення впливають на тактику дій механізованих і танкових підрозділів під час виконання тактичних завдань. Особливо їх вплив відчутний під час застосування підрозділами штатної техніки.

На даний час захист бойових машин та транспортних засобів від ударів БпЛА вирішується комплексним підходом та включає заходи з маскування, ведення повітряної, радіотехнічної розвідки, використання різноманітних засобів РЕБ, дообладнання техніки додатковими захисними екранами, вогневим ураженням БпЛА усіма можливими засобами ураження та використання техніки в умовах, коли використання БпЛА неможливе або їх вплив обмежений (туман, сильний вітер, опади).

Даний підхід є ефективним при короткочасному застосуванні техніки та, як правило, під час застосування поодиноких машин. При застосуванні підрозділу в складі взводу, роти він є менш ефективним, так як противник на скупченні бойових машин та транспортних засобах зосереджує достатньо велику кількість БпЛА та інших засобів вогневого ураження. Масований вплив БпЛА в поєднанні з іншими вогневими засобами, як правило, призводить до швидкого зниження захисних можливостей бойових машин, транспортних засобів, а саме: знищення захисних екранів, засобів РЕБ бойових машин, втрати їх мобільності та в результаті повного їх знищення з екіпажем (десантом). Дані умови ведення бойовий дій суттєво обмежують застосування механізованих та танкових підрозділів під час дій на штатній техніці. Залучення до прикриття дій бойових машин механізованих та танкових підрозділів штатних засобів ППО (протиповітряної оборони), ЗСУ "Гепард", ЗСУ "Шилка" неможливо, так як вони мають обмежені можливості для боротьби з ударними, FPV-дронами, обмеження по мобільності для сумісних дій з сучасними зразками техніки та відсутність достатнього бронювання.

Одним зі шляхів боротьби з БпЛА противника є створення спеціалізованих засобів протиповітряної оборони для боротьби в першу чергу з ударними та FPV-дронами. Дані засоби боротьби можуть бути як спеціалізовані бойові машини на оригінальному шасі, так і спеціальні модулі на різних видах шасі залежно від техніки підрозділу. Стосовно можливостей щодо боротьби з ударними та FPV-дронами противника вони повинні

забезпечувати прикриття дій механізованого, танкового взводу в їх тактичних нормативах (500 м), а також забезпечувати індивідуальний захист. Дані протиповітряні засоби повинні мати можливість вести повітряну розвідку з використанням декількох дублюючих каналів та мати швидку реакцію передавання даних на засоби ураження. Засоби ураження БпЛА противника повинні включати в себе комбіновані та відносно дешеві системи, що взаємно доповнюються, – кулемети, протидронові сітки, дробовики та ін. Ураження БпЛА противника повинно проводитися в комплексі з впливом РЕБ. Протиповітряні засоби, що діють на лінії бойового зіткнення, повинні бути на броньованій базі.

Створення спеціальних засобів ураження БпЛА противника, що будуть здійснювати прикриття дій механізованих і танкових підрозділів суто від ударних БпЛА та FPV-дронів, підвищить захищеність підрозділів та надасть можливість застосовувати бойову техніку підрозділів поблизу лінії бойового зіткнення з використанням їх бойових можливостей в повному обсязі.

Слюсаренко М.О., канд. техн. наук, ст. дослідник
Попков С.Б.
ЦНДІ ЗС України

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ

Аналіз розвитку засобів збройної боротьби свідчить про стрімке зростання ролі безпілотних літальних апаратів та інших високоточних засобів ураження на сучасному етапі розвитку збройної боротьби, що стало однією з визначальних особливостей. Масове застосування противником FPV-дронів, баражуючих боєприпасів та безпілотних літальних апаратів зі скидами у широкомасштабній російсько-Українській війні призвело до суттєвого зростання рівня загроз для зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) практично всіх типів.

До переліку цих зразків входять танки, бойові машини піхоти (БМП), бронетранспортери (БТР), евакуаційні та інженерні засоби, реактивні системи залпового вогню (РСЗВ), самохідні артилерійські установки(САУ), автофургони броньовані та легко броньовані (АФЛБ), автомобілі певного класу (типу “pickup”, “позашляховик”, “мікроавтобус”) та спеціальні транспортні засоби (багі, квадроцикли тощо). При цьому, за досвідом бойових дій, захисту потребують, насамперед, зразки ОВТ, які залучаються до виконання бойових завдань поблизу лінії бойового зіткнення (ЛБЗ).

Проведений аналіз показує, що одними із ключових факторів, які впливають на визначення складу комплексу активного захисту (КАЗ), є:

експлуатаційні (бойові) характеристики зразка ОВТ – вантажність та прохідність базового шасі, що має дозволяти встановлення КАЗ необхідної маси; клас бронювання або захисту (впливає на параметри зони безпеки навколо об’єкта, а отже, встановлює граничні значення дальності виявлення, ідентифікації та ураження або перехоплення); компонувальні особливості зразка ОВТ, що визначають наявність місць для розташування елементів КАЗ з урахуванням їх габаритів; сумісність елементів КАЗ з обладнанням зразка ОВТ (має не погіршувати бойові характеристики зразка ОВТ при встановленні та застосуванні КАЗ);

особливості бойового застосування зразка ОВТ – інтенсивність та час перебування зразка ОВТ в зоні впливу, що визначається характером та тривалістю виконання бойового завдання, дальністю застосування від ЛБЗ; пріоритетність зразка ОВТ як цілі для противника (визначатиме необхідний ступінь захищеності зразка ОВТ з урахуванням ймовірної кількості засобів ураження для його знищення (пошкодження)).

Окрім цього, під час визначення складу КАЗ слід враховувати, що його вартість не має перевищувати вартість зразка ОВТ, на який він встановлюється. З фінансово-економічної точки зору самі зразки мають бути достатньо масово представлені у номенклатурі наявного ОВТ та (або) мати перспективу серійного виробництва і закупівлі (поставки) у необхідному обсязі.

Соломатін Д.О., канд. військ. наук, старш. наук. співроб.
Седляр А.А., канд. військ. наук, старш. наук. співроб.
ЦНДІ ЗСУ

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО КОМПЛЕКСІВ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Аналіз особливостей застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на полі бою дозволив визначити низку факторів, які слід враховувати під час формування вимог до комплексів активного захисту (КАЗ), призначених для прикриття зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) від ударів FPV-дронів, баражуючих боєприпасів та БпЛА зі скидами. До основних факторів належать:

політ малорозмірних БпЛА на гранично малих висотах на фоні складнопересіченого рельєфу місцевості, що негативно впливає на своєчасність їх виявлення та ураження і зумовлює підвищені вимоги до засобів виявлення зі складу КАЗ щодо селекції та ідентифікації цілей з надмалою ефективною площею розсіювання на фоні місцевих перешкод;

зависання (для мультироторних БпЛА) над об’єктом удару, що зумовлює необхідність застосування у складі КАЗ радіолокаційних засобів з різними методами обробки сигналів (для забезпечення виявлення як рухомих цілей, так і тих, що зависають);

швидке змінювання траєкторії польоту (як за напрямком, так і висотою), що підвищує вимоги до програмного забезпечення КАЗ (алгоритмів обробки інформації про цілі, формування їх трас, видачі цілевказань тощо);

завдання ударів FPV-дронів по настильній траєкторії із різних напрямків та пікірування баражуючих боєприпасів на об’єкт удару практично по вертикальній траєкторії, що зумовлює необхідність створення зони захисту з усіх ракурсів як у горизонтальній проєкції, так і у верхній напівсфері;

автономність застосування БпЛА (без втручання оператора, з використанням штучного інтелекту та машинного зору, з можливістю завдання удару по раніше запам’ятованих координатах цілі за умов її візуальної втрати), що значно обмежує ефективність використання у складі КАЗ засобів радіоелектронного подавлення і маскування димами (аерозолями) та зумовлює необхідність обов’язкового включення до його складу засобів кінетичного впливу (вогневих модулів, сіткометів тощо);

використання у складі цільового навантаження БпЛА авіаційних ракет класу “повітря-поверхня”, гармат та пострілів ручних гранатометів, що зумовлює необхідність знищення цих БпЛА до рубежів пуску ними цієї зброї (відкриття вогню) та значно підвищує вимоги до дальності ураження (перехоплення) КАЗ;

застосування БпЛА по зразках ОВТ із режиму очікування на землі у безпосередній близькості від них, що забезпечує раптовість удару, значно скорочує час перебування цілі в межах зони ураження (перехоплення) КАЗ та суттєво підвищує вимоги до його часу реакції та відсутності “сліпих” ділянок у ближніх зонах виявлення та ураження;

завдання БпЛА групових ударів (у складі 2-3 апаратів з короткими дистанціями між ними), що значно підвищує вимоги до роздільної здатності засобів виявлення КАЗ, його канальності по цілі, величини боєкомплекту та наявності у його складі декількох різнотипних засобів кінетичного впливу для підвищення ефективності протидії груповим цілям.

Урахування зазначених вище факторів на етапі формування вимог до КАЗ має забезпечити більш якісний підхід до визначення його складу та бойових можливостей.

Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Білаш О.В., канд. екон. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ НА БРОНЕТАНКОВІЙ ТЕХНІЦІ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Питання живучості бронетанкової техніки на сучасному полі бою набуло нової гостроти після масштабного застосування протитанкових засобів у збройних конфліктах останнього десятиліття. Йдеться не лише про традиційні переносні ракетні комплекси – загрозу сформував цілий спектр засобів: тандемні кумулятивні боєприпаси, баражуючі боєприпаси, ударні безпілотники з термобаричними та кумулятивними бойовими частинами. Статистика втрат бронетехніки в Україні з 2022 року наочно підтвердила: нарощування товщини пасивної броні не встигає за темпами розвитку засобів ураження і потребує принципово іншого технічного рішення.

Системи активного захисту (САЗ) є відповіддю на цей виклик. Вони призначені для виявлення, супроводу та знищення ворожих боєприпасів на підльоті до об’єкта. Принцип їхньої дії полягає у: виявленні загрози; визначенні траєкторії; запуску протидіючого елементу; знищенні або відхиленні боєприпасу. Варто зазначити, що на відміну від пасивної броні, яка намагається витримати удар, САЗ усувають загрозу ще до контакту з машиною. Системи м’якого типу діють на канал управління боєприпасом – глушать радіокоманди, засліплюють інфрачервоні головки самонаведення або відводять ракету лазерним відхилювачем. Обмеження таких систем неефективно проти некерованих реактивних гранат і снарядів, що летять за балістичною траєкторією. Жорсткий тип, навпаки, перехоплює будь-яку фізичну загрозу, але при спрацюванні утворює небезпечну зону для піхоти поруч із машиною, а час перезарядження залишає вікно вразливості при повторній атаці.

Практика підтвердила реальну ефективність таких рішень. Ізраїльська “Trophy” на танках “Merkava” неодноразово перехоплювала ракети “Kornet” і “RPG” під час операцій у

секторі Газа. Американська “Iron Fist” розроблялась із розрахунком на легшу техніку – БТР і БМП, де масогабаритні обмеження жорсткіші. Відмінність між цими зразками добре ілюструє головну конструктивну дилему: чим вищий захищений сектор і чим більша кількість одночасно перехоплюваних загроз – тим важче і дорожче система. Для важкого танка це – прийнятний компроміс, для колісної машини – часто ні.

Перспектива для Сухопутних військ України лежить у кількох напрямах одночасно. По-перше, обладнання наявного парку бронетехніки доступними системами м’якого типу як першочерговий захід – навіть часткове зниження ефективності керованих ракет суттєво підвищує шанси екіпажу. По-друге, розроблення або адаптація систем жорсткого типу вітчизняного виробництва з урахуванням реальних умов театру бойових дій. По-третє, інтеграція САЗ із засобами ситуаційної обізнаності та системами виявлення пуску, що перетворює захист із пасивного реагування на активну протидію. Економічна аргументація очевидна: вартість навіть дорогої системи захисту в рази менша за вартість відновлення пошкодженої машини, а людські втрати взагалі не піддаються монетарній оцінці.

Отже, САЗ є одним із ключових напрямів підвищення живучості бронетанкової техніки. Їх впровадження дозволяє суттєво знизити ефективність протитанкових засобів противника та підвищити бойову стійкість підрозділів. Перспективи розвитку САЗ пов’язані з удосконаленням сенсорних систем та застосуванням новітніх алгоритмів обробки даних.

Стариченко В.М., канд. с-г. наук, старш. наук. співроб.
в/ч А4723
Баган В.Р.
НАСВ

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ ПОВІТРЯНИХ ЗАГРОЗ

З досвіду російсько-Української війни можемо бачити, що основні загрози для бойових броньованих машин (ББМ) становлять безпілотні літальні апарати (БпЛА). Частка втрат бронетехніки від безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на окремих ділянках фронту перевищила 60% від загальних втрат. Отже, в сучасній війні одним з необхідних елементів захисту бронетехніки є додатковий пасивний захист.

Вимоги до пасивного захисту бронетехніки залежать від способу використання ББМ.

САУ чи танк на закритій вогневій позиції (ЗВП) в укритті має такі характеристики: замаскована, низька ймовірність виявлення; нерухома; особовий склад знаходиться в укритті окремо; є можливість використати умови рельєфу чи штучні споруди, вже існуючі або спеціально побудовані, для захисту техніки з декількох проєкцій; тривалий час знаходиться в зоні ураження.

Бронетранспортер (БТР), бойова машина піхоти (БМП) чи інший легкоброньований автомобіль при доставці особового складу чи для логістичних місій має інші характеристики: висока ймовірність виявлення; рухома; особовий склад знаходиться в ББМ; нетривалий час в зоні ураження.

Виходячи з наведених характеристик, до пасивного захисту висувають такі вимоги:

На стаціонарній вогневій позиції (САУ, танки) – максимальна захищеність та компактність додаткового захисту; здатність витримувати багаторазові ураження фугасними та кумулятивними боєприпасами; можливість максимізувати захист однієї проєкції.

Бронетехніка, яка використовується для доставки особового складу та логістичних завдань (БМП, БТР, легкоброньовані автомобілі), – захист з усіх проєкцій з урахуванням критичних вразливостей: верхньої проєкції корпусу та башти, місця механіка-водія чи водія, ходової частини, моторно-трансмісійного відділення та паливної системи; мінімізація ваги додаткового пасивного захисту для збереження рухливості; можливість швидкого доступу до внутрішнього відсіку.

Проведений аналіз дозволяє сформувати такі висновки:

при встановленні додаткового пасивного захисту від повітряних загроз на ББМ на стаціонарних вогневих позиціях зосереджуватись на захисті критичних зон, доцільно встановлювати важкі багатошарові компактні конструкції, здатні витримувати серію влучань, незначно збільшуючи при цьому силует бронемашини.

Для додаткового пасивного захисту бронетехніки, що виконує логістичні завдання, встановлювати легкі конструкції змінної геометрії, які спричиняють підрив боєприпасу на максимальній відстані від броні, в той же час дозволяючи рух в обмеженому просторі забудови чи лісових масивів.

Таран І.А., канд. техн. наук, доцент
Борисенко М.В., канд. техн. наук, ст. дослідник
Тішкін В.В.
ХНУПС

РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ З ВРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ

Раціональне розміщення об’єктів на земній поверхні є доволі поширеною прикладною задачею. Значного поширення набули підходи до автоматизації таких задач оптимізації, за яких характеристики об’єктів чи ефект від їх дії мають незмінні параметри при розміщенні в будь-якій точці на поверхні. Наприклад, розроблені методи раціонального розміщення засобів спостереження з круговими зонами дії. Засоби розміщуються, виходячи з умови обмеження заданого значення максимальної дальності дії та за умови мінімізації кількості засобів при повному покритті їх зонами дії заданого району. В цьому випадку зона дії кожного засобу на поверхні землі вважається круговою, тобто дальність дії не залежить від рельєфу місцевості, наявності перешкод, і постійна у всіх напрямках.

У багатьох прикладних задачах зона дії засобу не є круговою. Для значної кількості задач спрощення про кругові зони дії не є допустимими, наприклад, в задачах оптимізації розміщення на земній поверхні засобів спостереження, як радіолокаційних, так і оптичних. В подібних умовах зона покриття засобу залежить від рельєфу земної поверхні, що є ускладнювальним фактором для оптимізаційних алгоритмів, особливо при вирішенні завдання розміщення угруповання засобів спостереження.

Розроблена методика визначення раціонального розташування угруповання засобів спостереження з урахуванням рельєфу місцевості. Критерієм оптимальності розташування виступає відношення результуючої зони покриття угруповання до площі заданого району місцевості. Зона дії кожної станції розраховується з урахуванням особливостей рельєфу місцевості. Результуючою зоною покриття є територія, що покрита дією хоча б одного

засобу. Вхідними даними для методики є інформація про рельєф місцевості, обмежуючий полігон цільового району покриття і обмежуючий полігон допустимих місцерозташувань засобів. Складність математичного опису цільової функції та вибору початкової точки пошуку, неможливість розрахунку значень похідних цільової функції, значні витрати часу на проведення розрахунків, обумовлені великою розмірністю матриці вхідних даних, багатоекстремальність цільової функції обумовлюють використання еволюційних методів пошуку раціональних рішень. Отримані результати показали можливість застосування запропонованого підходу для визначення раціонального розташування як засобів спостереження за повітряним простором, так і інших засобів з некруговою зоною дії.

Таран В.І.
Лячин С.В.
Хардель Р.З. д-р філософії
Холін В.М.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В умовах війни питання ефективної та безпечної логістики набуває критичного значення, адже більшість втрат під час переміщення особового складу і матеріальних засобів пов’язана з ураженням транспортних засобів. Противник активно застосовує розвідувальні та ударні БпЛА, високоточну артилерію, засоби РЕБ. У результаті навіть звичайне переміщення техніки перетворюється на складну і небезпечну операцію. Саме тому зростає потреба у впровадженні автономних і автоматизованих транспортних рішень.

На практиці йдеться не лише про повністю безпілотні машини, а про ширший спектр технологій: системи допомоги водієві, автоматизований рух колон, дистанційно керовані платформи та наземні роботизовані комплекси. Всі вони мають одну спільну мету – зменшити участь людини у найбільш небезпечних процесах. Серед можливих підходів до використання автономного транспорту можна виділити три основні. Перший – повністю автономні машини без екіпажу. Однак у реальних умовах фронту їх застосування обмежене через нестабільний зв’язок, складний рельєф і активну протидію противника. Другий підхід – частково безпілотні колони, де одна машина керується водієм, а інші рухаються автоматично. Це вже ближче до практичного використання, але залишається залежність від провідної машини та ризик втрати управління. Найбільш придатною наразі є модель мінімально екіпажованого транспорту. У кожній машині залишається військовослужбовець, але значна частина функцій автоматизується. Це дозволяє знизити навантаження, підвищити точність дій і водночас забезпечити контроль у критичних ситуаціях, що особливо важливо в умовах бойових дій.

Окремо варто відзначити швидкий розвиток наземних роботизованих комплексів, які вже активно застосовуються. Їх роль постійно зростає: від доставки боєприпасів і евакуації поранених до виконання ударних завдань. Такі системи можуть діяти на кілька кілометрів у тилу противника, порушувати його логістику, знищувати укриття та техніку. Це дозволяє значно зменшити ризик для особового складу на найбільш небезпечних ділянках фронту.

Серед основних проблем для широкого впровадження автономних технологій – зруйнована інфраструктура, мінна небезпека, бездоріжжя, складні погодні умови, а також активне застосування засобів РЕБ. У таких умовах будь-яка автономна система потребує постійного контролю людини. Не менш важливими є і технічні ризики: втрата зв'язку, складність ремонту в польових умовах. Значно зростає навантаження на операторів, які повинні одночасно керувати технікою, оцінювати обстановку і швидко приймати рішення.

Впровадження автономних транспортних засобів доцільно здійснювати поетапно. На першому етапі – активне використання мінімально екіпажованих машин і НРК у допоміжних та найбільш ризикованих завданнях. Далі – розширення їх можливостей, інтеграція у систему управління підрозділами та накопичення практичного досвіду.

Таким чином, автономні транспортні засоби та наземні роботизовані комплекси є не просто перспективним напрямом, а необхідністю, продиктованою сучасними умовами війни. Вони дозволяють зменшити втрати, підвищити ефективність виконання завдань і краще адаптуватися до змінного бойового середовища. У найближчій перспективі такі технології не замінять повністю людину, але вже сьогодні стають важливим елементом ведення бойових дій.

Томчук О.А., PhD
НАСВ

ДІЯЛЬНІСТЬ КАПЕЛАНІВ-ВОЛОНТЕРІВ У СТРУКТУРІ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

У сучасних умовах ведення бойових дій, що характеризуються високою динамікою обстановки, інформаційною насиченістю та значним психоемоційним навантаженням на бойовий склад, ефективність військового управління визначається не лише якістю обробки розвідувальної та оперативної інформації, але й станом людського ресурсу як ключового елементу системи. У цьому контексті особливого значення набуває інтеграція механізмів оцінювання та стабілізації морально-психологічного стану особового складу у загальний контур інформаційно-аналітичного забезпечення.

Діяльність капеланів-волонтерів доцільно розглядати як функціональний елемент цієї системи, що забезпечує додатковий канал збору, інтерпретації та передавання інформації про реальний стан підрозділів. Завдяки високому рівню довіри з боку особового складу капелани виконують роль неформального сенсора, здатного фіксувати критичні зміни морально-психологічного стану, рівень втоми, деморалізації або, навпаки, підвищення мотивації та згуртованості.

Отримана таким чином інформація має специфічний характер, оскільки відображає неформалізовані аспекти функціонування підрозділу, які не завжди можуть бути зафіксовані стандартними засобами контролю. Її інтеграція в інформаційно-аналітичні системи дозволяє доповнити загальну картину обстановки даними про внутрішній стан особового складу, що безпосередньо впливає на здатність виконання бойових завдань.

Крім того, капелани-волонтери виконують функцію стабілізації стану підрозділів шляхом оперативного впливу на морально-психологічні показники, що дозволяє знижувати ризики втрати керованості, порушення дисципліни та зниження боєздатності. У результаті забезпечується підтримання необхідного рівня керованості підрозділів, запобігання

порушенням військової дисципліни, а також збереження їх функціональної боєздатності в умовах тривалого впливу стресових факторів бойової обстановки. Фактично діяльність капеланів спрямована на недопущення переходу негативних психологічних процесів у фазу, що безпосередньо впливає на виконання бойових завдань. Завдяки цьому забезпечується стабільність функціонування особового складу як елемента системи управління. Таким чином, діяльність капеланів-волонтерів має подвійний характер. З одного боку, вона виконує інформаційно-аналітичну функцію, що полягає у зборі, узагальненні та передавання специфічної інформації про внутрішній стан підрозділів. З іншого боку, вона має функціонально-прикладний характер, оскільки безпосередньо впливає на стан системи, забезпечуючи її стійкість, адаптивність та здатність до виконання поставлених завдань в умовах дії дестабілізуючих чинників.

З позиції військового управління це дозволяє розглядати діяльність капеланів як елемент зворотного зв'язку у контурі управління, що забезпечує уточнення управлінських рішень з врахуванням реального стану особового складу та підвищує їх адекватність обстановці.

Висновки. Інтеграція діяльності капеланів-волонтерів у структуру інформаційно-аналітичної підтримки військового управління забезпечує підвищення повноти та достовірності оцінювання обстановки за рахунок врахування людського фактора. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності прийняття рішень та забезпеченню стійкості підрозділів у сучасних умовах ведення бойових дій.

Томчук О.А., PhD
Гневашева А.В.
НАСВ

АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ БРОНЕТАНКОВОЇ КОАЛІЦІЇ СОЮЗНИКІВ У РАМКАХ "РАМШТАЙН"

Війна за Незалежність України, яка розпочалася 2014 р. і особливо загострилася після 24 лютого 2022 р., у результаті повномасштабного вторгнення рашистів була на перших порах війною бронетанкової техніки. Величезні колони російських танків зупинили українські оборонці, які для цього застосовували різноманітні протитанкові засоби, в тому числі надані від США ПТКР "Javelin", шведсько-британський "NLAW", гранатомети, вогонь протитанкових гармат та українських танків. Пізніше до цих засобів додалося масове застосування українцями ударних безпілотних літальних апаратів – "дронів-камікадзе" (БпЛА), які вдало знищували бронетанкову техніку ворога не лише на фронті, а й і у тилу, на маршрутах підходу до передової смуги. Протягом війни Україна отримала та застосувала в боях велику кількість іноземної бронетанкової техніки із США, Німеччини, Франції, Великої Британії, Швеції, Італії, Канади та інших. Ці зразки були вперше застосовані на практиці у такій масштабній війні в Європі.

26 березня 2024 р. у Польщі відбулося перше засідання "Коаліції бронетехніки", яка була покликана підтримати спроможності Збройних Сил України. Коаліцію організували Польща та Німеччина, а брати в ній участь погодилися Велика Британія, Швеція та Італія. Ініціаторами цієї коаліції виступили Міністр оборони Німеччини Борис Пісторіус та Міністр оборони Польщі Владислав Косіняк-Камиш. Під час засідання представники країн-учасниць

виробили спільну позицію щодо підсилення Сил оборони України певними зразками бронетехніки та організації системи їх ремонту. У межах “Коаліції” створили чотири об’єднання, до кожного з яких входить український представник. На ці об’єднання покладені певні завдання: постачання озброєнь і боєприпасів для західної бронетехніки; їх технічне обслуговування і ремонт; підготовка екіпажів і технічного персоналу; відпрацювання ефективної тактики застосування бронетехніки на полі бою. Була розроблена відповідна “Дорожня карта”, яка відповідає стратегії розвитку Збройних Сил України.

Міністерство оборони України кодифікувало та схвалило для використання українськими Силами оборони близько 40 зразків бронетехніки як іноземного, так і вітчизняного виробництва. Парк бойової гусеничної та колісної броньованої техніки української армії поповнився зразками з-понад 10 країн світу. До таких країн належать США, Німеччина, Чехія, Польща, Швеція, Велика Британія, Франція, Словенія, Північна Македонія, Австралія, Італія, Норвегія, Нідерланди, Литва, Болгарія, Косово, Хорватія. Ними стали такі машини, як танки “Abrams”, “Leopard”, “Challenger”, бойові машини AMX-10RC, бойові машини піхоти “Marder”, M2 “Bradley”, CV90, гусеничні бронетранспортери M113 в різних модифікаціях, колісні бронетранспортери та броньовані машини типу MRAP M1126 “Stryker”, “Rosomak”, “Puma” та інші. Західні зразки бронетехніки відрізняються підвищеним захистом екіпажу, надійністю двигунів, хорошими ходовими якостями та високою точністю зброї. Це забезпечує перевагу в протистоянні з противником. За урядової кодифікації вони були допущені до експлуатації у Збройних Силах України з присвоєнням номенклатурного номера НАТО на озброєнні Збройних Сил України. Це також дозволяє закуповувати цю техніку та озброєння за кошти державного бюджету для Сил оборони України, та можливість постійного перебування її на озброєнні Збройних Сил.

Удовицький В.В.
Черниш О.В.
Джемула О.В.
ЖВІ

ЕТАПИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Поточний етап розвитку Збройних Сил України характеризується суттєвими змінами у підходах до ведення бойових дій, що безпосередньо впливає на вдосконалення озброєння та військової техніки механізованих і танкових військ. З огляду на досвід сучасних збройних конфліктів, зокрема високої інтенсивності, спостерігається перенесення уваги з кількісних показників на якісні, що включають технологічність, інтегрованість та ефективність систем, які застосовуються в бойових умовах.

Основною тенденцією є перехід від класичних платформ до комплексних бойових систем, які поєднують техніку, розвідку та цифрове управління в єдину мережу.

Одним із ключових напрямів розвитку є підвищення рівня захищеності бронетехніки. Це досягається шляхом впровадження сучасних броньових матеріалів, а також активних систем захисту, здатних виявляти та знищувати протитанкові засоби ураження ще на підльоті. Значна увага приділяється зниженню помітності техніки у тепловому та радіолокаційному діапазонах, автоматизації процесів управління боєм, використанню штучного інтелекту для аналізу обстановки та прийняття рішень.

Не менш важливим є вдосконалення вогневої потужності а також бойових можливостей підрозділів. Перспективні зразки озброєння передбачають використання високоточної зброї, сучасних систем наведення вогню, а також автоматизацію процесів наведення та ураження цілей. Це дозволяє значно підвищити ефективність застосування техніки навіть у складних умовах бойової обстановки при виконанні отриманих завдань.

Окремого значення набуває цифровізація та автоматизація управління військами. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних систем забезпечує об'єднання всіх елементів бойового порядку в єдину мережу, що дозволяє оперативно отримувати дані про противника, свої підрозділи та сусідів, швидко приймати рішення та координувати дії підрозділів.

Важливим фактором розвитку є інтеграція безпілотних систем у структуру механізованих і танкових підрозділів. Безпілотні літальні апарати та наземні роботизовані комплекси виконують завдання розвідки, коригування вогню, а також безпосереднього ураження цілей. Це дозволяє зменшити ризики для особового складу та підвищити ефективність виконання бойових завдань.

Крім того, перспективним напрямом є підвищення мобільності та автономності бойових машин. Розробляються нові типи двигунів, удосконалюються ходові частини, впроваджуються елементи гібридних силових установок. Це забезпечує більшу маневреність, зниження витрат пального та підвищення загальної живучості техніки на полі бою.

Таким чином, перспективи розвитку озброєння та військової техніки механізованих і танкових військ полягають у комплексному поєднанні інноваційних технологій, автоматизації та інтеграції різних систем у єдиний інформаційний простір. Це дозволить створити високоефективні, мобільні та стійкі до сучасних загроз бойові підрозділи, здатні діяти в умовах сучасної війни, де вирішальне значення мають швидкість прийняття рішень, точність ураження та об'єднання різних видів озброєння в єдину систему.

Фараджов М.М.
КШІ НУОУ

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ ШВИДКОГО МАНЕВРУВАННЯ КОМАНДИРА ВІДДІЛЕННЯ В БОЮ

Зі стрімким розвитком науки та технологій розвивається сучасне поле бою, в якому людина, як бойова одиниця, має залишити за собою місце. З подальшим розвитком стає все більше безпілотних рішень для виконання поставлених завдань, але поки нога військового не ступить на клаптик землі, територія не буде звільненою від окупантів. Таким чином, я бачу в майбутньому використання обмеженої кількості людей у виконанні завдань.

Кількість військових при виконанні спеціальних (прямих) дій можна обмежити та залучити підтримку з боку різних видів та типів НРК та БпЛА, де ключовою та центральною одиницею стане боєць, який не буде управляти комплексами та апаратами з пункту управління, а безпосередньо на самому полі бою, за допомогою штучного інтелекту та провідних технологій, що дадуть можливість швидко маневрувати та керувати полем бою.

Для цього мають бути виконані наступні мінімальні вимоги зі спорядження майбутнього командира відділення:

- легка броня, екзоскелет та реактивний ранець;
- VR окуляри, легка стрілецька зброя, засоби зв'язку з ретранслятором, засоби РЕБ та РЕР;

- пристрій швидкого маневрування, який складається з: основного корпусу з котушками для дротів, системи подачі стисненого газу (який при розвитку та еволюції технологій замінять на більш економ-затратну енергію), поршневих гарпунів-гаків та ергономічних рукояток керування. Основним принципом функціонування є використання енергії стисненого газу для випуску сталевих тросів з гарпунними наконечниками, які фіксуються на об'єктах навколишнього середовища, після чого потужна газова турбіна здійснює швидке змотування троса, притягуючи бійця до визначеної точки;

- програми ШІ, за допомогою яких пристрій буде за принципом моделі машинного навчання оминати небезпечні та адаптуватися до травмонебезпечних ділянок фронту. Елементи навчання за принципом вивчення моделі світу, наприклад: DreamerV3 або його більш вдосконаленні аналоги. Для моделювання фізики тросів, тертя гарпунів та аеродинаміки тіла бійця використовувати рушій MuJoCo (Multi-Joint dynamics with Contact) або його аналоги.

Це дасть можливість бійцю на полі бою (урбанізована, гірська або лісиста місцевість) маневрувати та виконувати завдання на рівні БпЛА, управляти полем бою від першої особи підпорядкованими технічними засобами (НРК, БпЛА) та негайно реагувати на будь-які зміни.

Окрім цього, військові при розвитку технологій отримають можливість для маневреного наступу з повітря з одночасним керуванням БпЛА та НРК, які, в свою чергу, можуть також виконувати різні функції (наприклад: ретранслятори, РЕБ, логістика, евакуація, вогнева підтримка, засідка, наліт, розвідка тощо).

Після дослідження комплексу та використання в польових умовах його першими опанувачами можуть бути оператори Сил спеціальних операцій або інші оператори спеціальних підрозділів. Всі місії, що будуть планувати для виконання, мають підтримуватися через центральний оперативний штаб, який буде надавати всю необхідну інформацію в режимі онлайн.

Здатність піхотинця переміщуватися зі швидкістю понад 60–80 км/год у тривимірному просторі робить його важкою ціллю. Цей комплекс дасть можливість обмежити кількість військових на полі бою та збільшити ефективність використання наявних людських ресурсів.

Феденко О.В., канд. політ. наук, доцент
Панасюк В.В., канд. політ. наук, доцент
Черевко Ю.М., канд. техн. наук, ст. дослідник
Сахон О.О., канд. юрид. наук
НАСВ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРАХУНКУ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОТИВНИКА

Ефективність планування загальновійськового бою безпосередньо залежить від точності оцінки противника. Традиційні методики розрахунку бойових можливостей противника, що базуються на кількісних показниках радянської школи, у сучасних умовах демонструють обмежену ефективність. Динамічність бойових дій та впровадження новітніх технологій в сучасному бою потребують перегляду підходів до визначення бойового потенціалу противника.

До основних проблем, з якими стикаються командири та штаби під час планування бою в умовах сучасної війни, можна віднести наступні:

1. Наявні методики розрахунку бойових можливостей стосуються здебільшого бойових можливостей власних підрозділів, а не підрозділів противника.

2. Існуючі математичні моделі розрахунку бойових можливостей ігнорують фактори, окремі з яких мають вирішальне значення. Це, зокрема, стосується наявності у противника широкої лінійки ударних БпЛА, інтегрованих систем управління вогнем та засобів високоточного ураження, що значно підвищує його коефіцієнт бойової ефективності, навіть за меншої кількості особового складу. Крім того, класичні методики розрахунку вогневого ураження не повною мірою враховують масоване використання противником FPV-дронів, які здатні нівелювати перевагу в живій силі та бронетехніці.

3. Розрахунок «кількості стволів» не враховує рівень підготовки екіпажів (в тому числі і БпЛА) та бойовий досвід підрозділів, що призводить до похибок у прогнозуванні стійкості оборони чи темпів наступу ворога.

4. Більшість довідкових коефіцієнтів бойових потенціалів (коефіцієнтів бойової ефективності) озброєння та бойової техніки потребують перегляду з огляду на нові зразки та результати бойового застосування в умовах повномасштабної війни.

Відтак, сучасна війна остаточно нівелювала ефективність «математики великих чисел» радянського зразка. Перехід від кількісного до якісно-технологічного оцінювання противника – це не просто теоретична потреба, а критична умова виживання підрозділів та успіху операцій.

Шляхами вирішення зазначених проблем, вважаємо, можуть стати:

розроблення та впровадження бази даних та механізмів (моделей), які дозволять проводити розрахунки та відображати якісне співвідношення сил і засобів у режимі реального часу в системах ситуаційної обізнаності, зокрема в «Кропива» та «DELTA»; визначення коефіцієнтів бойової ефективності еталонних та сучасних зразків озброєння, бойової техніки противника; врахування в розрахунках коефіцієнтів «технологічності» та «інформаційної переваги»; зміна фокусу із «засобів спостереження» на «єдине інформаційне поле»; створення системи роботи БпЛА, НРК та інших засобів розвідки, яка забезпечить суцільне покриття зони детальної розвідки; впровадження штучного інтелекту для ідентифікації техніки, живої сили противника з автоматичною передачею у систему ситуаційної обізнаності координат та коротких метаданих (скріншот та локація).

Федоров О.Ю.
Чаган Ю.А., канд. техн. наук, ст. дослідник
НАСВ

ТЕРМІН «СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ» ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ Й ІНШИХ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

Термін «ситуаційна обізнаність» та різноманітні словосполучення із ним останнім часом набули поширеного застосування у доктринальних документах та навчально-методичних матеріалах, які розробляються та використовуються у Збройних Силах України й інших складових Сил оборони України. При цьому, враховуючи легкість його сприйняття та загальнозрозуміле тлумачення, лише в окремих військових публікаціях йому надається визначення в контексті змісту конкретного документа. Так, наприклад у військовому стандарті 01.030.001-2020 «Підготовка та застосовування військ (сил). Базові терміни та визначення, які використовуються в НАТО» ситуативна обізнаність (*situational awareness – англ.*) трактується як «володіння інформацією про обстановку в районі бойових дій, необхідною

для ухвалення обґрунтованих рішень». У той же час у перекладі стандарту НАТО АТР-91 «Ідентифікація наземних сил на полі бою і в районі операцій» ситуативна обізнаність – це обізнаність зі всіма компонентами бойового простору, необхідна для прийняття обґрунтованих рішень. Аналізуючи ці та інші визначення терміна «ситуативна обізнаність» стає зрозуміло, що на сьогоднішній день існує порівняно велика кількість його визначень, які по-різному відображають суть даного поняття. Проте, сталого та однозначного розуміння даної категорії, яке враховувало б зміни у змісті сучасного бою, що пов'язані з використанням інформаційних систем, комплексів засобів зв'язку та автоматизації управління, засобів об'єктивного контролю та одночасно відповідало б діючим стандартам НАТО, на жаль, немає. Отже, враховуючи вищезазначене, можна дійти висновку про недоцільність використання існуючих на сьогоднішній день різноманітних визначень цього терміна у військових публікаціях. У зв'язку з цим пропонується сформулювати та чітко окреслити поняття «ситуаційна обізнаність», надати йому лаконічного і логічного визначення, яке зазначатиме суттєві ознаки, зміст і його межі. У подальшому термін «ситуаційна обізнаність» використовувати у термінології, яка застосовується в Збройних Силах України та інших складових Сил оборони України. В основу формулювання терміна «ситуаційна обізнаність» пропонується покласти ознаки понять, які входять до його складу, а саме «ситуаційна» та «обізнаність». Під час формулювання визначення потрібно враховувати, що вміст і обсяг поняття взаємопов'язані між собою в рамках того ж самого поняття, що виражається в законі зворотного відношення між обсягом і змістом поняття. Так, збільшення змісту інформації про об'єкт веде до зменшення обсягу поняття. І навпаки, чим менше інформація про об'єкт, тим ширшим стає клас об'єктів, що задовольняють даному змісту. Тобто визначення має бути чітким та лаконічним. Розуміючи специфіку застосування терміна «ситуаційна обізнаність» для його розробки пропонується застосовувати існуючі методики термінотворення при цьому необхідно обов'язково враховувати основні та похідні ознаки понять «ситуація» та «обізнаність» в контексті діючої військової термінології.

Нове сформульоване визначення терміна «ситуаційна обізнаність» повинно бути точним, лаконічним і логічним та зазначати суттєві ознаки і значення понять, тобто їх зміст і межі. Розроблений термін має бути зафіксованим в спеціальних словниках, довідниках і відповідно вживатися у фаховій мові лише в тій формі та в тому значенні, які наведені в цих документах.

Хом'як К.М.
НАСВ

ДЕЯКІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОМБІНОВАНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

Війна на території нашої Держави доволі швидко змінила тактику на дії підрозділів на полі бою. Застосування бронетанкової техніки не стали тому виключенням. Класична тактика застосування бронеоб'єктів, певно, переживає часи суттєвого зменшення їх ефективності. В першу чергу, через інтенсивне використання БПЛА. Проте виключати такий потужний броньований рухомий засіб вогневого ураження та підтримки однозначно не слід. На кожну дію знайдеться протидія.

На даному етапі річ піде про створення складової інтелектуального комплексу активного захисту, а саме про систему виявлення лазерного опромінення СВЛО-СТ. Дана складова комплексу має на меті виявлення лазерного опромінення спеціальної військової техніки (танків, комплексів РЕБ, комплексів протиповітряної оборони, катерів) засобами противника (далекоміром, цілевказівником, підсвічувачем тощо), визначення напрямку на джерело лазерного опромінення та активацію системи постановки аерозольної завіси. Дана система має змогу здійснювати: виявлення лазерного опромінення лазерними засобами наведення противника; визначення типу опромінювача (далекомір, цілевказівник чи підсвічувач); оповіщення про опромінення об'єкта лазерними пристроями наведення противника; визначення напрямку на джерело лазерного опромінення; активацію аерозольної завіси. Поряд із вищезазначеним слід відмітити здатність системи працювати в трьох режимах – автоматичному, напівавтоматичному, аварійному. Конструктивні рішення дають змогу встановлювати комплект на практично весь спектр не лише рухомих але й стаціонарних зразків озброєння та військової техніки. Паралельно із створенням сигналу для активації системи аерозольного маскування здійснюється попереджувальна подача звукового сигналу небезпеки для особового складу.

Основними характеристиками системи СВЛО-СТ є здатність працювати в спектральному діапазоні роботи лазерних пристроїв (далекомірів, цілевказівників, підсвічувачів тощо), які є на озброєнні російської федерації та її країн-партнерів, а саме від 0,6 мкм до 1,7 мкм. При цьому кут огляду в горизонтальній площині – 360^{o}, у вертикальній площині – 180^{o}. Система передбачає здатність встановлення на броньовану техніку та забезпечує її стійкість у броневому відношенні.

Таким чином встановлення даної системи, як складової інтелектуального комплексу активного захисту, та її інтеграція в складову блока управління машини надасть змогу особовому складу, як мінімум, практично миттєво отримувати інформацію про здійснення заходів розвідки, прицілювання, тобто небезпечних дій з боку противника. Як максимум – приводити в дію систему активного захисту техніки в автоматичному режимі. При інтеграції даної системи у переважну більшість зразків ОВТ здійснюється підвищення стійкості бронеоб'єктів на полі бою. А при розробці всього комплексу активного захисту, що включатиме захист від БпЛА типу "баражуючий боєприпас", "FPV-дрон", ПТУРів та інших типів боєприпасів не лише в ручному, але й в автоматичному режимі, надасть змогу значно підвищити живучість ОВТ та значно активніше застосувати ОВТ при виконанні бойових завдань. Даний напрям вдосконалення захисту ОВТ є доволі перспективним оскільки і ми, і противник, на даному етапі не здатний здійснювати ефективний захист ОВТ, що робить техніку практично одноразовою, особливо при неграмотному плануванні її застосування.

Цвєткова О.М.
НАСВ

ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ТАКТИЧНОЇ РОЗВІДКИ НА ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ У СУЧАСНОМУ БОЮ

Досвід бойових дій в Україні у 2014 – 2022 рр. та особливо у повномасштабній війні з 2022 року засвідчив принципову зміну умов ведення загальновійськового бою. Вирішальним чинником цих змін стала масова доступність і висока ефективність засобів тактичної розвідки, які трансформували операційне середовище в такий спосіб, що усталені підходи до організації бойових порядків механізованих і танкових підрозділів виявилися неприйнятними в новій обстановці.

Еволюція засобів тактичної розвідки відбувалась у трьох взаємопов'язаних напрямах. По-перше, широке розповсюдження комерційних і військових БпЛА (Mavic, FPV-дрони) забезпечило можливість безперервного спостереження за тактичною глибиною противника до 15–20 км без застосування ресурсів оперативної ланки. По-друге, сенсорні засоби розвідки, зокрема БпЛа з тепловізійними системами, радіолокаційні та окремі наземні сенсори, набули широкого застосування на тактичному рівні, що доволі ускладнює приховане переміщення бронетехніки. По-третє, цифровізація управління – системи типу «Кропива», GIS «Арта», Delta скорочують цикл «виявлення-цілевказівка-ураження» до 3–7 хвилин, тоді як на початкових етапах російсько-Української війни цей цикл вимірювався десятками хвилин і годинами.

Зазначені зміни в засобах розвідки безпосередньо й суттєво вплинули на тактику застосування механізованих і танкових підрозділів. Традиційні щільні бойові порядки – колони, похідні та передбойові порядки зі скупченням техніки, стали критично вразливими. Внаслідок цього підрозділи перейшли до принципово іншої організації руху й бою: дистанції між машинами у колоні збільшено до 150–200 метрів, інтервали між машинами в бойовому порядку – до 200–400 метрів залежно від рельєфу.

Ключовою зміною тактики стало переосмислення принципу розосередження як основи живучості. Бойові порядки механізованих підрозділів характеризуються тенденцією до розосередження та дій малими тактичними групами, 2–3 бойові машини, які функціонують автономно в межах єдиного задуму. Танки перейшли до тактики коротких вогневих зупинок з подальшою негайною зміною позицій, що зумовлено здатністю противника у стислі терміни визначати координати вогневих позицій засобами звукометричної розвідки та спостереженням БпЛА. Суттєво зросли вимоги до маскування й застосування засобів радіоелектронної боротьби, оскільки теплові і радарні сигнатури бронетехніки стали першочерговими цілями для розвідки противника.

Інтеграція розвідки та вогневого ураження реалізується через принцип «розвідувально-вогневого контуру», в якому виявлення цілі БпЛА, її класифікація та цілевказання артилерії або ударному безпілотнику відбуваються в єдиному цифровому середовищі з мінімізацією проміжних ланок управління. Це призвело до поширення практики так званого полювання на поодиноки цілі на тактичній глибині, яка раніше вважалась відносно безпечною для зосередження резервів і техніки. Підрозділи другого ешелону та резерви змушені постійно діяти з укриттів і здійснювати переміщення поза зоною спостереження БпЛА або під прикриттям РЕБ.

Отже, на підставі даного аналізу можна зробити висновки, що еволюція тактичних засобів розвідки сформувала «прозоре» поле бою, де вирішальним є швидкість виявлення та ураження. У цих умовах щільні порядки втратили ефективність, а визначальними стали розосередження, маневр, маскування та інтеграція розвідки і вогневого ураження.

Циганков П.М.
Антонов Г.А.
НАСВ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БОЙОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОСВІДОМ ВІДСІЧІ ЗБРОЙНІЙ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

Аналіз сучасних технологій, які використовуються у війні з російською федерацією, є критично важливим для розуміння тенденцій їх розвитку та визначення шляхів підвищення ефективності бойового застосування підрозділів Сухопутних військ, зокрема їх озброєння та техніки. Ось деякі технології, що за досвідом війні проти російської федерації використовуються у військах для забезпечення живучості бойової техніки підрозділів.

Активний захист (АЗ). Системи активного захисту призначені для фізичного знищення або перехоплення протитанкових ракет та гранат, що наближаються до бронемашини. Застосування в Сухопутних військах засобів АЗ певною мірою обмежене у зв’язку з тим, що на значній частині бронетехніки вони відсутні. Проте, ведуться роботи з інтеграції існуючих та розробки нових вітчизняних систем. Подальший розвиток та впровадження ефективних систем АЗ значно підвищить живучість бойових машин на полі бою, особливо в умовах насичення бойових порядків противника протитанковими засобами.

Пасивний захист. Модернізація броні бойової техніки включає встановлення додаткових броньових модулів, динамічного захисту (ДЗ) та протикумулятивних решітчастих екранів. Розробка та застосування нових композитних матеріалів та сплавів з покращеними характеристиками міцності та легкості. Використання камуфляжних систем, теплових накидок та засобів зниження помітності в різних діапазонах спектра. Українські зразки бронетехніки та ті, що надходять від зарубіжних партнерів, проходять програми модернізації, що включають посилення бронезахисту. Активно використовуються протикумулятивні решітки. Постійне вдосконалення пасивного захисту є необхідним для протидії новим типам боєприпасів.

Засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ). Придушення ворожих каналів зв'язку, ускладнення управління військами. Протидія безпілотним літальним апаратам (БпЛА), придушення каналів управління, знищення дронів. Захист від ракет з радіолокаційними головками самонаведення. Спостерігається постійна еволюція технологій в сфері використання засобів РЕБ, особливо в контексті протидії дронам. Розробка та впровадження більш ефективних та мобільних засобів РЕБ, здатних протистояти широкому спектру загроз, є критично важливим для забезпечення живучості БМП.

Кібербезпека. Захист бортових комп'ютерних систем бронемашин від кібератак, спрямованих на виведення з ладу систем управління, зв'язку та озброєння. Захист каналів передавання даних, запобігання витоку інформації та несанкціонованому доступу до систем управління вогнем і життєзабезпечення бойових машин. В умовах активної кібервійни захист інформаційних систем техніки підрозділів є надзвичайно важливим. Постійне вдосконалення систем кібербезпеки є необхідним для забезпечення надійної роботи всіх технологічних компонентів бронетехніки.

Війна в Україні стала полігоном для випробування і впровадження багатьох технологічних рішень, які безпосередньо впливають на живучість та боєздатність бронетехніки підрозділів Сухопутних військ. Водночас досвід ведення війни свідчить про необхідність постійно адаптувати технології та шляхи їх застосування у відповідь на зміни в тактиці дій противника і способах ведення сучасного бою.

Чаган Ю.А., канд. техн. наук, ст. дослідник
Мокоївець В.І.
Зотов М.В.
НАСВ

ПАСИВНІ СПОСОБИ ЗАХИСТУ ОВТ ПІДРОЗДІЛІВ ВІД УДАРІВ БпЛА

Досвід бойового застосування озброєння і військової техніки (далі ОВТ) підрозділів тактичної ланки свідчить про актуальність питання забезпечення їх захисту від ударів БпЛА противника. Практика демонструє багато способів захисту, як активних так і пасивних. Дієвими пасивними способами захисту на думку багатьох є інженерне обладнання позицій ОВТ підрозділів, їх відповідне розташування і ретельне маскування.

Слід зауважити, що бронетехніка в опорних пунктах підрозділів не розташовується, а виводиться за декілька кілометрів від позицій піхоти, звідки веде огонь з виходом на вогневі рубежі на мінімальний термін або з закритих позицій, знімаючи маскування на короткий час. Для маскування місць розташування техніки може використовуватися завчасне встановлення каркасних палаток закамуфльованих під місцевість. Довгий час вони можуть стояти порожніми, а з прибуттям техніки ставитися поверх неї, чим різко скорочується час на маскування, а головне – сильно ускладнюється визначення наявності техніки на позиції.

Автомобіль з міномето̀м діє на відстані до 1,5 км від переднього краю і веде вогонь на дальність до 3,5-4 км. При виявленні противника такий автомобіль виходить на вогневу позицію і уражає визначену ціль. Враховуючи невелику відстань до вогневої позиції, він встигає за короткий термін часу зайняти її, здійснити декілька пострілів і швидко залишити.

Проте, висування з укриття на вогневу позицію для стрільби рахується менш безпечним, ніж розосереджене розташування на обладнаних в інженерному відношенні і замаскованих вогневих позиціях. Крім того, висування на вогневу позицію потребує більше часу, за який ціль може значно переміститися або взагалі зникнути.

При розміщенні на стаціонарних вогневих позиціях гармати укриваються в бліндажі, накати яких засипаються землею для недопущення підпалу запалювальними боєприпасами. Над ними натягується маскувальна сітка. Для захисту від БпЛА над бліндажами на тросах під кутом натягується сітка-рабиця, щоб по ній скочувалися скинуті боєприпаси. Стволи гармат в проміжках між веденням вогню також ховаються під накат бліндажів. Бліндажі для розрахунку гармати робляться на відстані 50–100 метрів від гармати, траншеї до гарматного бліндажу не відкопуються. Стріляють не 6, а 2 номера розрахунку: навідник і заряджаючий. Для них біля гармати обладнується невелике укриття для очікування команди на відкриття вогню. Командир гармати знаходиться у 30–40 метрах від гармати (або у бліндажі) і подає команди по засобах зв’язку. Це робиться для зменшення можливих втрат. Поруч з гарматами у заглибленні розташовуються ящики із снарядами, що зазвичай мають швидко відстрілюватися. Переміщення особового складу біля вогневої позиції мінімізується, більшу частину часу розрахунок проводить в бліндажах.

Вогнева позиція мінометного розрахунку в населеному пункті підкопується під будівлю. Заглиблена позиція для стрільби з міномета примикає до зовнішньої стіни будівлі, яка в паузах між веденням вогню маскується місцевими предметами (листами шиферу, профнастилу тощо), а розрахунок знаходиться в підвальному приміщенні.

З огляду на те, що в сьогоднішніх умовах ведення бойових дій відсоток ураження від БпЛА противника постійно зростає і стає більший, ніж від інших засобів, необхідні дієві способи захисту від них. Вирішуючи цю проблему, важливо не нехтувати і такими пасивними способами, як інженерне обладнання позицій, їх відповідне розташування і маскування.

Челобітченко О.О., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Глущенко П.А., д-р філософії
Полуянов В.І.
ДНДІА

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Головну роль у вирішенні сучасних міждержавних збройних конфліктів відіграють не політико-дипломатичні методи, а військові. Таким чином, саме воєнна безпека відіграє основну роль у всьому спектрі видів національної безпеки України.

Матеріальною основою забезпечення воєнної безпеки держави є озброєння і військова техніка (ОВТ), від застосування якого залежить результат військового протистояння. Чи може бути високою ефективність застосування зразків ОВТ у ході ведення бойових дій, коли мають місце непоодинокі випадки забезпечення особового складу бронежилетами та одягом, які не відповідають ні державним стандартам, ні технічним умовам.

Зрозуміло, що в кожному з таких випадків посадовими особами Міністерства оборони України ухвалювалися певні рішення, що призвели до негативних, а іноді й катастрофічних, наслідків.

Визначення шляхів унеможливлення скоєння злочинів внаслідок прийняття управлінських рішень під час створення й гарантування якості зразків озброєння і військової техніки окреслює суть проблеми, а регулярна публікація в мас-медіа відповідних матеріалів підкреслює її актуальність.

Більшість країн світу в якості ефективного способу недопущення випуску недоброякісної продукції почали використовувати сертифікацію і з середини останнього десятиріччя минулого століття суттєво почали збільшувати частку сертифікованої продукції в загальному її обсязі.

Що стосується авіаційної техніки, у тому числі і безпілотних літальних апаратів, як найбільшого за своїм показником чисельності застосування у теперішній час виду ОВТ, Уряд України задекларував, що в авіаційній галузі держава буде притримуватися сертифікації як гаранту забезпечення якості. Міністерством оборони України були розроблені і затверджені Правила сертифікації повітряних суден, пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, які належать до військової техніки (Частина 21В).

Щодо забезпечення якості інших видів військової продукції таких як індивідуальні засоби захисту особового складу, то з метою недопущення постачання неякісної продукції залучається науково-випробувальна лабораторія, яка акредитована в Національному агентстві з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC.

Проблеми забезпечення якості під час виготовлення зразків озброєння і військової техніки потребують розгляду за двома складовими: якість самих зразків озброєння і військової техніки та проблеми, пов’язані з функціонуванням системи управління якістю на підприємствах-виробниках, які можливо вирішувати шляхом впровадження систем управління безпекою.

Чепков І.Б., д-р техн. наук, професор
Кучинський А.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

КОНСТРУКТИВНІ ОБМЕЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН У ВЕРХНІЙ ПІВСФЕРІ

У сучасних умовах збройної боротьби проблема захисту бойових броньованих машин від засобів ураження з верхньої півсфери набула особливої актуальності. Це пов'язано з інтенсивним розвитком високоточних боєприпасів, баражуючих засобів ураження, безпілотних авіаційних комплексів, траєкторія та принцип дії яких спрямовані на ураження найменш захищених ділянок броньового корпусу. За таких умов верхня півсфера бойової броньованої машини є однією з найбільш критичних зон, рівень захищеності якої значною мірою визначає загальний рівень живучості машини у сучасному бою.

Проведений аналіз показує, що вразливість планової поверхні ББМ має системний характер та формується під впливом сукупності взаємопов'язаних конструктивних, масо-габаритних, теплотехнічних, міцністних та компоновочно-функціональних обмежень, які в межах традиційної концепції броньового захисту об'єктивно стримують можливість суттєвого підсилення його рівня. Тому проблема захищеності верхньої півсфери повинна розглядатися не як часткове завдання додаткового бронювання, а як комплексна науково-технічна проблема системного характеру.

Порівняльний аналіз сучасних зразків бойових броньованих машин свідчить, що реальні товщини бронеелементів даху є недостатніми для надійної протидії сучасним засобам ураження, атакуючим з верхньої півсфери. Навіть у найсучасніших зразках основних бойових танків і бойових машин піхоти верхня проєкція суттєво поступається за рівнем захищеності лобовим елементам. Це підтверджує, що вразливість верхньої півсфери є закономірним наслідком загальної логіки їх створення як рухомих, керованих, функціонально насичених і технологічно реалізованих бойових систем. За цих умов підвищення захищеності бойових броньованих машин у верхній півсфері повинно здійснюватися на основі комплексного підходу. Перспективними є поєднання раціонального локального підсилення окремих зон із засобами зниження помітності, застосуванням пасивних і активних засобів протидії, дезорієнтацією каналів виявлення та наведення засобів ураження, інтеграцію багатоканальних контрзаходів у єдину систему захисту. Такий підхід дозволяє перейти від ізольованого посилення рівня броньового захисту до системного зниження імовірності виявлення, супроводу, захоплення та ураження бойової броньованої машини сучасними засобами ураження, атакуючими з верхньої півсфери.

Таким чином, конструктивна вразливість верхньої півсфери бойових броньованих машин є фундаментальною властивістю, яка не усувається традиційними методами локального підсилення, що визначає актуальність досліджень з розроблення інтегрованих систем індивідуального та групового захисту, здатних забезпечити комплексне зниження ефективності сучасних засобів ураження, атакуючих з верхньої півсфери, в реальних умовах бойового застосування.

Чорний М.В., канд. техн. наук, доцент
Матузко Б.П., канд. техн. наук, доцент
Дмитренко В.В.
Терен С.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТИПУ AGM НА БОЙОВІЙ МАШИНІ ПІХОТИ БМП-2 (БМП-1)

У сучасних реаліях логістичного забезпечення бойових дій існує можливість встановлення на бойову машину піхоти БМП-2 (БМП-1) замість класичних свинцево-кислотних акумуляторних батарей з рідким електролітом (типу WET) акумуляторних батарей сучасних технологій зокрема таких як AGM (Absorbent Glass Mat) з абсорбованим електролітом.

Відомі переваги акумуляторних батарей типу AGM, такі, як герметичність та відсутність витікання електроліту, стійкість до вібрацій та ударів (що є критичним для застосування у бойових машинах), менший регламент обслуговування (зокрема не потребують вимірювання густини електроліту і доливання води), збереження заряду при тривалому простої (низький саморозряд), висока віддача струму (що забезпечує надійний пуск двигуна навіть при низьких температурах), мінімальне газовиділення (що важливо для закритих відсіків та відділень з бойовим розрахунком), стійкість до глибоких розрядів (менше деградують під час тривалого живлення споживачів на стоянках). Але такі акумуляторні батареї не позбавлені і недоліків, таких, як чутливість до перезарядження (потрібні зарядні пристрої з режимами Швидке заряджання (Bulk)/Дозаряджання (Absorption)/Підтримка (Float)), зниження ефективності роботи при високих температурах (> 40°C), вимогливість до величини зарядного струму (перевищення якого може призвести до перегріву та втрати ємності), вища вартість порівняно зі стандартними свинцево-кислотними акумуляторними батареями та більша маса.

Отже, наведені вище позитивні і негативні характеристики вимагають заходів щодо адаптації електросистеми БМП-2 (БМП-1) та регламенту технічного обслуговування до використання акумуляторних батарей такого типу.

Основними заходами щодо адаптації бойової машини піхоти до використання акумуляторів типу AGM можуть бути:

- забезпечення сумісності кріплення та елементів під’єднання акумуляторних батарей до бортової мережі (очікувана більша величина струму вимагає якісного з’єднання з мінімальним опором контактів);

- вентиляція акумуляторного відсіку влітку і обігрів взимку;

- заміна або переналаштування регулятора напруги РН-10 з застосуванням DC/DC контролера (забезпечує 26.5–28.5 В, обмежити заряджання батареї струмом більше 25% ємності акумуляторної батареї в режимі Bulk та струмом більше 2% в режимі Float);

- встановлення індикаторів (сигналізатора) контролю температури корпусу батареї (оптимальний температурний режим для стабільної і ефективної роботи – +15–+25 °С, допустимий температурний режим – +5–+35 °С, критичний перегрів – > +40 °С (ризик різкого газовиділення, пошкодження пластин, різке скорочення ресурсу), низький температурний режим – < 0 °С (неефективне заряджання)). Датчик сигналізатора доцільно кріпити безпосередньо до корпусу, а сигнал використовувати в системі контролю заряджання батарей;

- встановлення цифрових індикаторів напруги для більш точного контролю величини напруги під час використання батарей (для основного режиму напруга в межах 14.4–14.7, для режиму підтримки – 13.5–13.8 на акумуляторну батарею).

Швиденко А.В., канд. техн. наук, доцент
Задорожний І.С., д-р техн. наук, професор
Чередніков О.М., канд. техн. наук, доцент
Шинкаренко О.М., канд. екон. наук, доцент
ДНДІ ВС ОВТ

РОЗБІЖНОСТІ У КЛАСИФІКУВАННІ ТА АНАЛІЗУВАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ВИРОБІВ ОВТ НА НАДІЙНІСТЬ ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО, США ТА НАЦІОНАЛЬНИМИ

У сучасних умовах розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) забезпечення їх надійності є одним із ключових факторів бойової ефективності та безпеки експлуатації. Водночас інтеграція України у стандартизаційний простір НАТО зумовлює необхідність гармонізації національних підходів до оцінювання надійності за міжнародними стандартами. Це особливо актуально у сфері класифікування та аналізування результатів випробувань ОВТ на надійність.

Метою роботи є узагальнення та аналіз розбіжностей між підходами, що застосовуються у національних стандартах (ДСТУ, ВСТ), стандартах НАТО (AQAP, STANAG) та нормативних документах США (MIL-STD, MIL-HDBK) у частині класифікування відмов, обробки результатів випробувань та оцінювання показників надійності.

Аналіз показує, що у національних стандартах, зокрема ДСТУ 2860, ДСТУ 2861 та ДСТУ В 15.010:2023, основна увага приділяється класифікації відмов за ознаками працездатності, характером прояву та впливом на функціонування виробу. У стандартах НАТО, зокрема AQAP-2110 та CTANREG-4174 (ADMP-03), акцент зміщується у бік управління надійністю протягом життєвого циклу виробу, а також забезпечення якості даних випробувань. Класифікація відмов орієнтована на їх вплив на виконання місії, що наближає підхід до концепції бойової ефективності.

Натомість стандарти США, такі як MIL-HDBK-338, MIL-STD-882 та MIL-STD-2155, характеризуються більш формалізованим підходом до аналізу відмов. Вони передбачають використання кількісних методів, зокрема FMECA, аналізу ризиків та статистичних моделей, а також чітке розмежування критичних, значущих і незначних відмов залежно від їх наслідків.

Основними розбіжностями між підходами є: різні підходи до класифікування відмов (функціональне, структурне, критичне); відмінності у врахуванні умов експлуатації та бойового застосування; різні підходи до обробки статистичних даних випробувань; відмінності у визначенні показників надійності (MTBF, MTTF, готовність); різний рівень інтеграції аналізування ризиків у процес оцінювання надійності.

Зокрема, у національних стандартах недостатньо враховується вплив бойових факторів, тоді як у стандартах НАТО та США цей аспект є ключовим. Крім того, у міжнародних підходах ширше застосовуються методи ймовірнісного моделювання та аналізу чутливості параметрів.

У результаті дослідження встановлено, що для підвищення ефективності оцінювання надійності ОВТ доцільно: гармонізувати класифікування відмов із міжнародними підходами; впроваджувати ризик-орієнтовані методи аналізування; інтегрувати показники технічної надійності з показниками бойової ефективності; удосконалити процедури збору та обробки експлуатаційних даних; забезпечити адаптацію міжнародних стандартів до національних умов.

Таким чином, усунення виявлених розбіжностей сприятиме підвищенню достовірності результатів випробувань, покращенню якості управління надійністю та забезпеченню сумісності ОВТ із системами країн-партнерів.

Шевченко О.А.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Перспективи розвитку озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) механізованих і танкових військ визначаються переходом до мережецентричних війн, масовим впровадженням безпілотних систем та інтеграцією штучного інтелекту.

Головний тренд – трансформація танка з "броньованого кулака" на багатофункціональну бойову платформу, оточену "тілоохоронцями" у вигляді дронів та систем РЕБ.

Основні напрями розвитку.

Інтегровані системи захисту: перехід від нарощування товщини броні до активного захисту (APS), здатного збивати ракети та дрони на підльоті.

Електронний "щит" (РЕБ): встановлення індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби безпосередньо на техніку для придушення каналів управління FPV-дронів.

Роботизація: створення безекіпажних наземних платформ (UGV) для розвідки, вогневої підтримки та евакуації поранених.

Гібридні двигуни: впровадження гібридно-електричних силових установок для забезпечення безшумного пересування та економії палива.

1. Модернізація танкових військ.

Танки залишаються ключовим елементом прориву оборони, але їхня конструкція зазнає докорінних змін для виживання в умовах "війни дронів".

Цифрова ситуаційна обізнаність: екіпажі отримують панорамний огляд на 360^0 через шолом доповненої реальності, що інтегрують дані з датчиків машини та зовнішніх БпЛА.

Дистанційне керування озброєнням: перехід до безлюдних башт (як у проєктів наступного покоління), що дозволяє розмістити весь екіпаж у захищеній бронекапсулі всередені корпусу.

2. Трансформація механізованих військ.

Основний акцент зміщується з важких БМП на мобільні та універсальні платформи класу MRAP.

Висока мобільність: розвиток колісних бронемашин з посиленим протимінним захистом (V-подібне днище) для швидкого маневрування поза дорогами.

Уніфікація платформ: використання єдиної бази для створення командно-штабних машин, санітарних та розвідувальних автомобілів.

Вогнева потужність: оснащення БМП та БТР модулями з програмованими боєприпасами для ефективної боротьби з піхотою та малими дронами.

3. Цифровізація та управління.

Майбутнє МТВ неможливе без єдиного інформаційного простору:

мережецентричність: об'єднання танків, дронів та артилерії в єдину систему управління вогнем у реальному часі;

штучний інтелект (АШ): допомога екіпажу в розпізнаванні цілей та пріоритизації загроз на полі бою;

захищений зв'язок: перехід на термінали супутникового зв'язку та стійкі до РЕБ.

Висновок: перспективи розвитку полягають у створенні автоматизованих бойових платформ, які поєднують у собі традиційну вогневу потужність із сучасними засобами РЕБ, власною безпілотною авіацією та інтелектуальними системами активного захисту.

Шинкар Є.В.
Лаврут О.О., д-р техн. наук, професор
НАСВ

СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЙНОЇ ПОВЕДІНКИ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Успішне планування, проведення та підтримка ведення бойових дій вимагає чітких та зрозумілих систем забезпечення матеріально-технічними засобами, що регламентують порядок і принципи забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів тактичної ланки з урахуванням їх особливостей, специфіки застосування та набутого досвіду.

У складних бойових умовах ланцюги поставок постійно зазнають різноманітного впливу безлічі невизначеностей – від непередбачуваних потреб підрозділів до раптових перебоїв у постачанні. Ці невизначеності суттєво впливають на показники ефективності, такі як час виконання заявки, рівень забезпечення та загальна вартість, тим самим загрожуючи сталому розвитку системи забезпечення.

Об'єктом дослідження є віртуальна експлуатаційна функційна поведінка системи забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів тактичного рівня.

Експлуатаційна функційна поведінка системи забезпечення матеріально-технічними засобами визначається її здатністю надавати стабільне, ефективне та безперебійне забезпечення підрозділів необхідними ресурсами. Це включає планування, постачання, зберігання, розподіл і контроль за використанням матеріальних, технічних, фінансових і трудових ресурсів. Ключовою є синергія між підсистемами, що забезпечує неперервність технологічних процесів. Внутрішній контроль сприяє точності обліку та безпеці. Віртуальна експлуатаційна функційна поведінка для системи забезпечення – це всі можливі варіанти процесу проходження заявки на матеріально-технічні засоби від підрозділу через довольчі органи до моменту отримання майна.

Традиційні детерміністичні моделі дослідження системи забезпечення матеріально-технічними засобами працюють на основі фіксованих вхідних даних та лінійних припущень, часто не враховують реальну мінливість та динамічні взаємозалежності, властиві системам ланцюгів поставок.

Стохастичне моделювання пропонує потужну альтернативу та розглядає систему забезпечення як систему випадкових процесів. Воно дозволяє моделювати випадковість, ймовірнісну поведінку та збої, зумовлені подіями, що впливають на продуктивність системи, шляхом генерування та аналізу кількох сценаріїв.

Дослідження показників ефективності системи забезпечення матеріально-технічними засобами представлені у багатьох наукових публікаціях, проте забезпечення надійності таких систем під час довготривалої експлуатації не розглядається. Тому мета дослідження – показати потенційне значення показника ефективності системи під час цієї експлуатації. Досягнути поставленої мети дає змогу стохастична модель функціональної поведінки, яка має відтворювати всі варіанти реакції складових системи забезпечення матеріально-технічними засобами. Основним результатом є дискретно-неперервна стохастична модель експлуатаційної функційної поведінки системи забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів тактичного рівня у вигляді системи диференціальних рівнянь

Колмогорова – Чепмена. Ступінь адекватності стохастичної моделі дає змогу, крім задачі аналізу ефективності, вирішувати задачу синтезу показників функціональності складових довольчих органів забезпечення, які поєднані в систему.

На основі розв'язання задачі синтезу надані значення показників функціональності складових кожного довольчого органу зокрема, які забезпечать необхідне значення показника ефективності системи. Стохастична модель функціональної поведінки системи може бути використана в інформаційній технології її проєктування для пошуку компромісних рішень між різними варіантами складу, структури та функціональної поведінки системи.

Яковлев М.Ю., д-р техн. наук, професор
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ЕКСПОРТ ОБОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ФАКТОР ПОСИЛЕННЯ КОЛЕКТИВНОЇ БЕЗПЕКИ: ДОСВІД УКРАЇНСЬКОЇ УЧАСТІ У ПРОТИДІЇ ПОВІТРЯНИМ ЗАГРОЗАМ

У сучасних умовах трансформації воєнних конфліктів спостерігається зростання ролі технологічного компонента у забезпеченні національної та колективної безпеки. Особливого значення набуває не лише створення новітніх зразків озброєння, а й їх експорт у форматі інтегрованих рішень, що включають технічні засоби, програмне забезпечення, підготовку персоналу та бойовий досвід. Досвід участі українських військових фахівців у протидії іранським безпілотним та ракетним загрозам у коаліційних операціях демонструє формування нового типу "експорту безпеки", який виходить за межі традиційних поставок озброєння. Це зумовлює необхідність наукового осмислення ролі оборонних технологій як інструменту зміцнення міжнародної безпеки.

Українська участь у коаліційній протиповітряній обороні (ППО) реалізується у формі комплексного технологічного експорту, який охоплює кілька взаємопов'язаних компонентів. По-перше, це – постачання або інтеграція спеціалізованих засобів перехоплення безпілотних літальних апаратів, орієнтованих на боротьбу з масовими дешевими цілями. По-друге, це – передача програмно-алгоритмічних рішень, що забезпечують обробку даних, управління перехопленням та формування єдиної оперативної картини. По-третє, це – підготовка операторів, формування тактики застосування та інтеграція у коаліційні контури управління.

Важливою особливістю такого підходу є те, що експорт відбувається не у вигляді окремого продукту, а як "пакет спроможностей", що забезпечує швидке розгортання ефективного функціонального шару ППО. Зафіксовано, що українські фахівці були залучені до роботи у кількох країнах регіону, виконуючи як бойові, так і консультаційні функції, а також забезпечуючи адаптацію рішень до локальної інфраструктури. Такий формат взаємодії дозволяє значно скоротити час досягнення оперативної готовності системи.

З наукової точки зору, експорт оборонних технологій у такому форматі виконує функцію мультиплікатора безпеки. Він підвищує ефективність існуючих систем ППО за рахунок додавання нових функціональних можливостей, знижує навантаження на дорогі засоби перехоплення та сприяє формуванню стійких коаліційних архітектур безпеки. При цьому критично важливим є фактор бойового досвіду, який неможливо повністю відтворити у лабораторних або навчальних умовах.

Разом із тим такий підхід супроводжується низкою обмежень і ризиків. Серед них є дефіцит підготовленого персоналу, необхідність політичних і правових рішень щодо експорту, а також потенційні ризики для національної безпеки у разі відволікання ресурсів від власної оборони. Крім того, значна частина ефективності таких рішень має латентний характер і не піддається прямій оцінці у відкритих джерелах.

Таким чином, експорт оборонних технологій у сучасних умовах трансформується з постачання озброєння у передачу комплексних спроможностей, що включають техніку, програмне забезпечення та бойовий досвід. Український досвід підтверджує, що такий формат експорту є ефективним інструментом підвищення колективної безпеки та швидкого посилення оборонних можливостей партнерів. Ключовим фактором успішності є інтеграція технологій у існуючі системи оборони та підготовка персоналу, а не лише технічні характеристики засобів. Доцільно розвивати державну політику у сфері експорту оборонних технологій з урахуванням необхідності балансування між зовнішніми зобов'язаннями та внутрішніми потребами оборони. Перспективним напрямом є формування стандартизованих "експортних пакетів безпеки", які дозволяють швидко розгортати ефективні оборонні рішення у партнерських країнах.

Horoshko Oleksandr
Zavalniuk Volodymyr, PhD in Physics and Mathematics
Odesa Military Academy, Ukraine

PROSPECTS FOR THE USE OF ELECTRIC VEHICLES IN THE WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT SYSTEMS OF MECHANIZED FORCES

The evolution of modern armed conflicts demonstrates the growing importance of mobility, energy efficiency, and technological superiority of troops. In this context, the implementation of cutting-edge transportation solutions capable of enhancing the combat effectiveness of units takes on particular significance. One of the promising areas is the use of electric vehicles in the armament and military equipment systems of mechanized forces.

Modern mechanized forces require an effective transport support system that includes the transportation of personnel, ammunition, fuel, and technical equipment, as well as the evacuation of the wounded. Traditionally, these tasks are performed by vehicles with internal combustion engines, which have a number of significant drawbacks: high fuel consumption, significant noise and heat emissions, as well as complex maintenance.

Electric vehicles, as an alternative, are characterized by greater energy efficiency and a simpler powertrain design. Their use reduces dependence on traditional fuels, which is a critical factor in situations of disrupted logistics or resource shortages.

One of the key advantages of electric vehicles is their low acoustic signature. This allows units to move covertly, which is critically important during reconnaissance, sabotage, or special operations. Modern combat conditions involve the widespread use of thermal imaging surveillance, so reducing a vehicle's thermal signature increases its survivability. Additionally, electric vehicles offer superior handling characteristics, smooth operation, and the ability to precisely control torque, which is crucial when navigating difficult terrain.

At the current stage of development, it is advisable to use electric vehicles primarily in support and logistics units. These areas include: logistical support (delivery of ammunition and equipment), evacuation of the wounded from the battlefield, transport services for rear units, use in reconnaissance operations, patrolling, and facility security. The use of small-sized electric platforms and unmanned vehicles, which can perform tasks without direct human involvement, is particularly promising.

The further development of electric vehicles in the military sphere is linked to improvements in battery technologies, specifically increasing their energy capacity and reducing charging time. Solid-state batteries, which offer higher safety and efficiency, are promising. An important area of development is the creation of hybrid systems that combine electric motors with traditional energy sources. This allows for greater autonomy and flexibility in the use of equipment. The use of mobile charging stations, which can be deployed directly in combat zones, as well as the use of renewable energy sources, holds great promise.

Thus, electric vehicles can become an important element of the modern military equipment system, contributing to increased efficiency and mobility of mechanized units.

Katorgin O.
Mormylo Y., PhD
Strimovskiy S., Cand. Sc. (Tech.)
Folunin S.
SE “KMDB”

PROSPECTIVE DOMESTIC INFANTRY FIGHTING VEHICLE “PEGASUS”

Currently, military units of the Defense Forces of Ukraine operate modernized BMP-1/2 infantry fighting vehicles (IFVs) inherited from the Soviet era, as well as foreign-made IFVs provided as military assistance by partner countries, including the Bradley M2A2 ODS (USA, 1995), Marder 1A3 (Germany, 1988–1998), KF31 Lynx (Germany, 2016), CV9040 (Sweden, 1993), and FV510 Warrior (United Kingdom, 1985).

Soviet BMP-1/2 IFVs have become both morally and technically obsolete. Their comprehensive modernization through the replacement of outdated modules and components has exhausted the design potential of these vehicles and is no longer feasible without significant modification of the hull and running gear, effectively requiring the development of a new vehicle. Furthermore, domestic stocks of spare parts for repair and maintenance are being depleted due to the absence of production facilities in Ukraine. Consequently, the continued operation of BMP-1/2-type vehicles by the Defense Forces of Ukraine will become increasingly difficult in the near future.

The operation of foreign IFVs is also associated with a number of challenges related to the wide variety of vehicle models and modifications depending on the country and year of manufacture. The lack of standardization in vehicle design, ammunition types, and maintenance support complicates the life-cycle management and logistical support of these vehicles.

These challenges highlight the scientific and technical necessity of establishing serial production of a modern Ukrainian IFV at domestic enterprises. To address this issue, SE “KMDB” has developed a new domestic IFV designated “Pegasus.” Its combat weight does not exceed 30 tons. The power-to-weight ratio ranges from 23.6 to 25.2 hp/t, enabling a maximum speed of up to

70 km/h and the capability to climb slopes of up to 30°. A powerful engine combined with an automatic transmission ensures high cross-country mobility and simplifies vehicle operation. The hull design provides modern levels of ballistic and mine protection and allows the installation of additional ceramic armor panels. In addition to the main armor protection, the driver and commander, located in the front section of the vehicle, are further protected by transmission components.

The “Pegasus” IFV is expected to be equipped with the new BM-11 Topaz remotely controlled weapon station (RCWS), incorporating a set of NATO-standard weapons, including a cannon, two machine guns, and a grenade launcher. The BM-11 Topaz RCWS is remotely operated by both the gunner and commander, who are located inside the vehicle hull. The system also features isolated ammunition stowage to enhance crew survivability.

The “Pegasus” IFV ensures crew and troop comfort through an onboard HVAC system providing ventilation, heating, and cooling in both the crew and troop compartments. The vehicle is also equipped with radiation and chemical reconnaissance systems, filter-ventilation units, and fire-suppression equipment to provide collective protection for the crew and embarked personnel.

The technical characteristics of the prospective “Pegasus” IFV demonstrate compliance with modern requirements for vehicles of this class, while its production cost is estimated to be 2–3 times lower than that of comparable foreign counterparts.

Katorgin O.
Nefiodov A., Cand. Sc. (Tech.)
Strimovskiy S., Cand. Sc. (Tech.)
Dashkov D.
Gerasimenko V.
SE “KMDB”

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF A FAN WITH MERIDIONAL FLOW ACCELERATION

Today, specialists of SE “KMDB” are actively engaged not only in the development and modernization of domestic tracked and wheeled combat vehicles, but also in studying the characteristics of advanced foreign equipment. One such example is the cooling system of the Bradley IFV, which utilizes a fan with meridional acceleration of the airflow. This type of fan possesses several advantages compared to conventional axial fans.

It is known that, with accuracy sufficient for practical engineering applications, the meridional flow velocity can be determined as the average flow velocity across a cross-section normal to the fan axis. The tangential component of the airflow velocity varies across the flow passage cross-section. Moreover, in fans with meridional flow acceleration, the cross-sectional area changes along the flow path. Therefore, based on the continuity of airflow between the inlet and outlet sections, the absolute airflow velocity also varies throughout the flow passage. The airflow rate is proportional to the annular cross-sectional area.

The complete head–flow characteristic of the fan is not known a priori. Its direct calculation requires the application of Zhukovsky’s theorem, as well as the lift and drag coefficients, which are also unknown. In practice, the drag coefficient is generally determined experimentally.

Furthermore, available technical literature usually provides aerodynamic airfoil characteristics only for angles of attack up to 20°. However, in practical applications, only the stable descending branch of the fan characteristic is required. This branch can be approximately determined by applying similarity theory to the characteristics of a known similar fan, such as the fan used in the BTR-4 cooling system.

Strictly speaking, the BTR-4 fan is not fully geometrically similar to the Bradley IFV fan. Nevertheless, by introducing several theoretical assumptions, it is possible to compensate for structural differences between the fans and extend the classical similarity theory. The blade pitch angles of the Bradley IFV and BTR-4 fans are relatively close. Although the BTR-4 fan is a two-stage design, for the purposes of applying similarity theory it can be conditionally represented as a single-stage fan with enlarged blades. In the present study, the dependence of the pressure (head) ratio on the blade number ratio is therefore applied.

The Bradley IFV fan has a smaller hub-to-tip ratio than the BTR-4 fan. A reduction in the hub-to-tip ratio increases the effective flow area of the fan and consequently increases the total airflow rate. Under otherwise identical conditions, the airflow-rate ratio is additionally taken into account. To improve calculation accuracy, the influence of blade pitch angle on the absolute airflow velocity is also considered.

Thus, the extended similarity theory includes, in addition to the two classical parameters (fan outer diameter and rotational speed), three additional parameters: the number of blades, the hub-to-tip ratio, and the blade pitch angle.

As a result of the study, the characteristics of the Bradley IFV cooling-system fan were determined. Although the analytical models did not consider the aerodynamic characteristics of the blade airfoil profiles, the similarity theory was successfully extended by introducing three additional parameters: blade number, hub-to-tip ratio, and blade pitch angle.

The obtained characteristics demonstrate the high efficiency of the Bradley IFV fan. This design approach may be applied in future vehicle projects, including those involving further scaling of geometric dimensions.

Oboronov M.
Korsunov S.
KNAFU

PROSPECTS OF COUNTERING STRIKE UAVs IN SETTLEMENTS NEAR THE LINE OF CONTACT

The widespread use of strike UAVs (ranging from FPV drones to loitering munitions such as the "Lancet") has fundamentally changed the nature of combat operations. Settlements near the line of contact (LOC) serve as key defense and logistics hubs; however, high-density urban development and the presence of civilian infrastructure pose specific challenges for traditional air defense systems.

The effectiveness of countering UAVs in urban environments is limited by the following factors:

- Signal reflection from buildings creates interference for electronic warfare (EW) and radar systems;
- High-rise structures create "blind zones" for visual and thermal detection of low-altitude targets;

- Collateral damage risks: the use of heavy weaponry to down UAVs within city limits can lead to the destruction of civilian infrastructure.

To establish effective countermeasures against strike UAVs and ensure the protection of both troops and the civilian population, it is advisable to focus on a layered approach, which should include:

- Integration of detection assets: Creating a network of acoustic sensors, passive radio frequency (RF) direction finders, and electro-optical systems integrated into a unified situational awareness system to mitigate the "blind zone" issue.
- Development of local EW networks: Transitioning from high-power broadband complexes to a network of low-power intelligent electronic suppression tools that act precisely on UAV control frequencies without disrupting friendly communication systems.
- Upgrading mobile fire group (MFG) capabilities: Equipping groups with night optics and various types of anti-drone guns for rapid interception.
- Employment of interceptor drones: Extensive use of the UAV segment designed for kinetic or net-based interception of enemy strike drones.

A key success factor is the rapid transmission of target designation. For this purpose, it is advisable to utilize modern geographic information systems (GIS). This will:

1. Shorten the "sensor-to-shooter" (detection-to-destruction) cycle;
2. Ensure horizontal coordination between air defense, EW, and infantry units;
3. Visualize EW coverage zones and firing sectors in real time.

In conclusion, for the effective countering of strike UAVs in settlements, it is necessary to develop hybrid adaptive systems where passive detection methods are combined with point EW and mobile fire assets. The primary emphasis must be placed on automating decision-making processes and integrating all assets into a unified information space.

Nahornyi M.
Shumanskyi Ya.
Hrubel M., Dr. Sc. (Eng.), Professor
NAA, LVIV, UKRAINE

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT FOR THE CLASSIFICATION OF LOGISTIC MILITARY VEHICLES BASED ON THE EXPERIENCE OF THEIR USE IN NATO MEMBER STATES

Logistic support of the Armed Forces is regarded by the military-political leadership of foreign countries as one of the most important components of comprehensive support for troops in both peacetime and wartime. It is organized and carried out across all types of routine and combat activities of military formations in order to maintain their operational readiness and to create favorable conditions for the accomplishment of assigned missions.

In accordance with the policy and activities of the United States Department of Defense, a qualitatively new level of Armed Forces preparedness for potential military conflicts, as well as the maintenance of military superiority, is ensured, among other factors, through the introduction of innovative technologies, the acceleration of programs for the modernization of armaments, military and special equipment, and the strengthening of the industrial base. The implementation of these plans is carried out through the development of military automotive equipment, which constitutes the foundation of the technical assets of logistics support.

The quantitative and qualitative composition of the equipment employed by material and technical support services is determined by assigned tasks in accordance with the concepts of their employment, and is developed to ensure the implementation of programs and plans for the advancement of the armament system within the framework of military-technical policy. It corresponds to the level of economic development, as well as to the industrial-technological and scientific-technical potential of the state, and also influences the volume of exports of defense-related products and the implementation of national socio-economic development programs.

In recent years, in connection with the improvement of Armed Forces command and control systems and the steady trend toward fleet renewal in accordance with the increasing requirements imposed on all types of armaments and military equipment, considerable efforts have been directed toward the synchronization of the transport support system and its preparation for both armed conflicts and peacekeeping operations.

Analysis of the experience gained from armed conflicts demonstrates that the extensive employment of transport automotive equipment is one of the principal means of enhancing the mobility of the logistics support system of the Armed Forces of NATO member states, through which a wide range of tasks is accomplished under various conditions.

The requirements for the basic tactical and technical characteristics of next-generation logistic military vehicles are reflected in foreign medium- and long-term fleet development programs. These requirements vary significantly depending on the intended use of each vehicle category. Accordingly, such programs rely on clear classification systems, defined timelines, and procurement volumes to shape fleet structures that evolve alongside changes in combat operations and military tasks.

The purpose of this study is to develop a concept for the prospective classification of logistic military vehicles for the Armed Forces of Ukraine, based on the experience of the Russian-Ukrainian war and aligned with current trends and transformations, including ongoing developments within NATO.

Sherykhov O.
NUOU

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR NIGHT FIGHT

War never stops at sunset. However, historically night has been a time of relative calm or limited sabotage. Today situation has changed radically: whoever owns the night owns initiative. Modern technologies are transforming darkness from an obstacle into not only a tactical, but in some cases to strategic advantage. Let’s consider the prospects for development of night vision technologies and their impact on future combat.

Currently are dominated night vision devices which created using two main technologies: electron-optical converters (EOCs), which amplify weak night lighting, and thermal imaging devices (TIDs), which respond to temperature differences. Modern EOCs provide a clear picture, but they are defenseless in complete darkness without IR-illumination. TIDs can see through smoke, fog and bushes where conventional night vision devices (NVDs) are powerless. At the same time, the cost of thermal imaging matrices is decreasing every year.

The main development trend is to bridge the gap between “clarity of details” (NVDs) and “target detection” (TIDs). The most promising technological trend is multispectral and fusion technology, which combines images from a digital NVDs and TIDs in one goggle: detailed landscape via NVDs and simultaneously illuminated thermal silhouettes of the enemy via TIDs. This ensures that personnel maintain orientation in space and instantly identify targets.

The most dynamic direction of development of NVDs at that moment is digitalization and augment reality (AR). Traditional NVDs use EOCs, which only “illuminate” picture. Digital ARs systems by using highly sensitive CMOS matrices, transformed surveillance equipment into a full-fledged computer interface. Modern digital sensors have already caught up with analog devices in terms of the level of detail in low light condition. Digital signal instantly processed, recorded and transmitted. Such devices are not at risk of failure due to sudden flash lighting in comparison to NVDs via EOCs.

In such type of devices, AR overlays graphic tactical information from weapon sight (map, friendly-alien markings, detected targets, etc.) through transparent displays or over real image of the terrain and transmits in to display of AR glasses. Combination of weapon sight and helmet goggles creates a single tactical “weapon-eye” system. Such system minimizes risk of friendly fire, allows firing from cover and increases the safety of personnel.

Also, AR devices will turn over every soldier and vehicle into a “node” network-centric network. They will be able to digitally mark a target on their own displays when they detect it. This geospatial data will be synchronized in real time across the unit’s network and integrated into the fire control system.

Integration of AR devices with UAVs will allow them to display a video steam from reccy drone for safe revue behind obstacles. Algorithms of AI can provide contour highlighting of potentially dangerous areas, as well as target detection of enemy, which are difficult to notice in a dynamic battle. And the commander’s ability to see in real time video stream from any subject will also increase the effectiveness of battle management.

It should be noted that night vision is no longer just prerogative of the infantry. FPV with thermal cameras are already – reality which have radically affected on logistic and movement of troop at night. Introduction of AI will provide to UAVs ability to automatically identify vehicles and manpower in thermal spectrum and inflict damage on enemy without human intervention.

Thus, the prospects for the development of means for fighting at night provide full digitalization of battlefield. Night ceases to be a surprise factor. Forces and means of combined arms formations will be part of intelligent system, that sees through obstacles, knows the exact location of the enemy and receives tips from AI. Whose sensors are faster and whose data processing systems are more intelligent will have victory at night. Darkness no longer hide, it just creates new conditions for high-tech confrontation.

СЕКЦІЯ 2

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Атаманюк В.В., канд. техн. наук, доцент
Дзюба А.О.
НАСВ

ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМІЧНОЇ УНІФІКАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОЇ ТА БАЛІСТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ

Розробка методу структурно-алгоритмічної уніфікації радіолокаційних засобів, що може застосовуватись для топогеодезичної і балістичної підготовки стрільби артилерії, супроводжується низкою суттєвих науково-технічних проблем. Вони обумовлені необхідністю інтеграції різнорідних систем, невизначеністю енергетичних радіолокаційних характеристик балістичних об’єктів та підстильних поверхонь у визначенх діапазонах радіохвиль, а також жорсткими вимогами до точності та швидкодії обробки інформації.

Окрему складність становить уніфікація алгоритмів обробки інформації при інтеграції різнорідних систем вимірювання доплерівської частоти, оскільки її значення при вимірювання швидкості балістичних об’єктів та швидкості руху системи відносно земної поверхні може відрізняється у тисячі разів. Створення універсального алгоритмічного апарату, придатного для різних умов функціонування та типів цілей, потребує використання адаптивних підходів і модульної побудови алгоритмів.

Не менш важливим фактором є обмеженість обчислювальних ресурсів. Системи артилерійської розвідки та управління вогнем повинні працювати в режимі реального часу, що накладає жорсткі обмеження на складність алгоритмів. Це зумовлює необхідність пошуку компромісу між точністю обчислень і швидкодією, а також оптимізації програмно-алгоритмічного забезпечення.

Однією з ключових проблем при розробці та застосуванні радіолокаційних засобів у задачах топогеодезичної і балістичної підготовки стрільби артилерії є невизначеність енергетичних радіолокаційних характеристик балістичних об’єктів і підстильних поверхонь у різних діапазонах радіохвиль. Дана невизначеність суттєво впливає на точність виявлення, супроводження та визначення параметрів руху об’єктів.

Невизначеність енергетичних характеристик призводить до труднощів при побудові адекватних математичних моделей відбитого сигналу. Це, у свою чергу, ускладнює синтез оптимальних алгоритмів виявлення і супроводження цілей, оскільки класичні підходи часто базуються на припущенні про відомі або стаціонарні параметри сигналу і завад.

Для подолання зазначених проблем пропонується застосовання наступних підходів:

- проведення експериментальних досліджень для визначення енергетичних радіолокаційних характеристик балістичних об’єктів і підстильних поверхонь;
- використання статистичних моделей ЕПР балістичних об’єктів і підстильних поверхонь на основі отриманих експериментальних даних;
- розробка адаптивних алгоритмів обробки сигналів, що підлаштовуються під поточні умови;
- використання апріорної інформації про типи цілей і умови їх застосування.

Таким чином, вищезазначені підходи при вирішенні задачі структурно-алгоритмічної уніфікації радіолокаційних засобів є ключовою передумовою створення ефективних універсальних систем топогеодезичної і балістичної підготовки стрільби артилерії.

Баландін М.В., д-р філософії
Вознюк В.В.
Вахнін О.В.
НАСВ

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДО СУЧАСНИХ УМОВ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою динамікою, тотальною цифровізацією поля бою та масованим застосуванням безпілотних систем, що робить традиційні методи управління вогнем угрупованнями артилерії недостатньо ефективними. Низька живучість стаціонарних пунктів управління та значний час проходження інформації від моменту виявлення цілі до пострілу вимагають докорінної адаптації систем управління вогнем. Основним викликом сьогодення є перехід від експлуатації розрізнених вогневих засобів до впровадження мережецентричних принципів ведення війни, де ключову роль відіграє цифровізація, автоматизація розрахунків та миттєве передавання даних.

Ефективність артилерійських підрозділів у сучасних умовах напряму залежить від здатності інтегрувати дані від розвідувальних безпілотних літальних апаратів, засобів радіоелектронної та радіолокаційної розвідки безпосередньо у цикл виконання вогневих завдань. Важливо враховувати, що в сучасних умовах, коли ураження цілей відбувається окремими гарматами у складі розвідувально-вогневих комплексів, завдання масування вогню великою кількістю гармат по одній цілі часто стикається з проблемою витрати часу на індивідуальну пристрілку кожної гармати. Необхідність окремого корегування кожного розвідувально-вогневого комплексу значно затягує виконання завдання, що в умовах сучасної контрбатарейної боротьби є критично небезпечним. Саме тому постає гостра потреба поєднання окремих розвідувально-вогневих комплексів у єдину систему управління вогнем артилерійського підрозділу (зведеної артилерійської групи). Такий підхід дозволяє штабам створити спільний інформаційний простір, де завдяки автоматизованому врахуванню метеорологічних та балістичних умов стрільби, технічного стану кожної гармати та характеристик боєприпасів потреба в тривалій пристрілці мінімізується або зникає. Це створює умови для ефективного масування вогню без необхідності фізичного розташування гармат на одній ділянці місцевості та без втрат часу на індивідуальне коректування вогню кожною гарматою. Єдина система забезпечує гнучкий маневр вогнем, дозволяючи оперативно концентрувати удари кількох розсереджених розвідувально-вогневих комплексів по пріоритетних об’єктах або швидко переносити вогневе ураження по фронту та в глибину оборони противника.

Також виникає необхідність модернізації програмних комплексів управління вогнем з метою отримання можливості автоматизованого визначення установок для стрільби для масування вогню з різних вогневих позицій декількома розвідувально-вогневими комплексами, в тому числі різними типами артилерійських систем, для виконання одного вогневого завдання з нетривалим часом на відкриття вогню, достатньою точністю і ефективністю.

Таким чином, адаптація систем управління вогнем має базуватися на відмові від жорстких централізованих структур на користь гнучких інтегрованих мереж. Поєднання окремих комплексів розвідки та ураження в єдиний організм управління є передумовою для подолання проблеми відсутності можливості швидкого масування вогню артилерії з достатньою ефективністю вогневого ураження. Саме така трансформація дозволить реалізувати потенціал артилерії як потужного та маневреного інструменту, забезпечуючи максимальну ефективність вогневої підтримки при мінімальних витратах часу та боєприпасів.

Білокопитов Б.В.
Баландін М.В., д-р філософії
Горбач М.П.
НАСВ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЇ В ЕПОХУ ДОМІНУВАННЯ НА ПОЛІ БОЮ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Трансформація сучасного поля бою в ході російсько-Української війни підтвердила, що артилерія залишається важливим елементом вогневої підтримки загальновійськових підрозділів, проте її функціонування тепер вимагає адаптації до умов безперервного спостереження з повітря. Головним викликом є необхідність поєднання традиційної вимоги щодо масування вогню артилерії з критичною потребою в живучості підрозділів. Масування вогню за умов панування безпілотних літальних апаратів має досягатися шляхом синхронізації вогневих ударів розосереджених підрозділів, що дозволяє концентрувати вогневий вплив на ключових ділянках без створення вразливих для ворожих дронів-камікадзе цілей.

Одним із пріоритетних заходів є підвищення точності вогневого ураження при одночасному зменшенні часу готовності до першого пострілу. В умовах, коли розвідувальні дрони противника фіксують вихід техніки на позиції в режимі реального часу, артилерія повинна бути здатною відкрити вогонь майже миттєво після зупинки. Це вимагає підвищення точності проведення заходів підготовки стрільби і управління вогнем, зокрема через підвищення якості проведення заходів метеорологічної, технічної та балістичної підготовки. Максимально повне та швидке врахування відхилень умов стрільби від табличних дозволяє вражати ціль без тривалого пристрілювання, яке демаскує позицію та дає ворогу час на ураження вогневої позиції.

Окрему роль у підвищенні бойової ефективності відіграє застосування касетних боєприпасів. Їхнє використання дозволяє компенсувати похибки виявлення цілей та забезпечує накриття значних площ при мінімальних витратах снарядів. Це особливо актуально для ураження розосередженої піхоти, легкоброньованої техніки та артилерійських розрахунків противника, що перебувають на відкритій місцевості.

Важливим елементом виживання в умовах масованого використання в контрбатарейній боротьбі ударних дронів є якісне інженерне обладнання вогневої позиції. Окрім традиційних заходів інженерної підготовки, таких як облаштування укриттів для гармат, обов'язковим стає створення бліндажів для особового складу, окремих захищених погребків для боєприпасів та встановлення антидронових захисних конструкцій. Використання стаціонарних та розбірних металевих сіток, що здатні перехоплювати FPV-дрони та скиди з безпілотних літальних апаратів, є критично необхідним. Також для захисту власних сил від ворожих безпілотних систем обов’язковим стає оснащення кожної одиниці озброєння індивідуальними засобами радіоелектронної боротьби «купольного» типу.

Таким чином, ефективність артилерії в сучасному збройному конфлікті ґрунтується на поєднанні точності, швидкості та раціональному виборі боєприпасів. Поєднання масування вогню з ретельним визначенням установок для стрільби для кожного пострілу та надійним інженерним обладнанням вогневої позиції дозволяє нівелювати перевагу ворога в технічних засобах розвідки. Артилерія повинна діяти як швидкий та точний інструмент, де скорочення часу між виявленням цілі та першим влучним пострілом є ключовою запорукою виконання бойового завдання та збереження особового складу та техніки.

Бондаренко С.В., канд. техн. наук
Бубенщиков Р.В., д-р філософії
Снітков К.І., д-р філософії
Стецiв С.В., канд. техн. наук
Юнда В.А., канд. техн. наук
НАСВ

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ УРАЖАЮЧОЇ ДІЇ РАКЕТ З ФУГАСНОЮ БОЙОВОЮ ЧАСТИНОЮ

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність застосування ракетного та артилерійського озброєння залишається одним із визначальних факторів стримування противника. З урахуванням зростання ролі високоточного озброєння та необхідності раціонального використання наявних ресурсів особливої актуальності набуває застосування ракет з фугасною бойовою частиною, які призначені для ураження одиночних та групових цілей, у тому числі об'єктів інфраструктури.

Разом з тим, практика застосування свідчить, що ефективність використання ракет даного типу значною мірою залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів, серед яких основними є:

маса бойової частини;

швидкість та кут підходу до цілі;

конструктивні особливості бойової частини;

умови підриву.

Наявні табличні балістичні дані (зокрема перспективних оперативно-тактичних ракет) містять інформацію про дальність стрільби, параметри траєкторії та точність влучання, однак не містять кількісних показників уражаючої дії. Відсутність такої інформації ускладнює обґрунтування доцільності застосування ракет даного типу за різними типами цілей, оцінку ефективності їх ураження, а також визначення необхідної витрати ракет для досягнення заданого рівня ураження.

Разом з тим для визначення типових об'єктів противника, які доцільно уражати ракетами з фугасною бойовою частиною, необхідним є проведення досліджень фугасної та осколкової дії перспективних оперативно-тактичних ракет з урахуванням їх конструктивних та балістичних характеристик.

У зв'язку з цим розробка спрощеної, але фізично обґрунтованої методики оцінки параметрів уражаючої дії перспективних оперативно-тактичних ракет є актуальним науковим завданням, що має як теоретичне, так і прикладне значення.

Метою дослідження є розробка методики оцінки параметрів уражаючої дії ракет з фугасною бойовою частиною на основі доступних балістичних даних та спрощених фізичних моделей їх руху, з урахуванням впливу основних факторів на формування уражаючого ефекту.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких наукових завдань: аналіз існуючих підходів до оцінки уражаючої дії бойових частин; обґрунтування вибору основних параметрів, що визначають ефективність ураження; розробка аналітичних залежностей, які описують фугасну та осколкову дію; перевірка адекватності отриманих моделей на основі доступних довідкових та експериментальних даних.

Результати дослідження дозволять підвищити обґрунтованість прийняття рішень при плануванні вогневого ураження, зменшити перевитрати ракет для досягнення необхідного ефекту.

Бочарніков Д.О.
КРВіА КСВ ЗС України

НАПРЯМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Для формування напрямів розвитку будь якого виду або роду військ необхідно сформувати проблему, вирішення якої передбачається за рахунок виконання тих чи інших заходів. В ракетних військах і артилерії існує низька внутрішніх та зовнішніх чинників, які впливають на ефективність РВіА, основними з яких є:

вичерпання технічного ресурсу;

низький рівень автоматизації;

залежність від партнерів;

ускладнена логістика;

обмежена дальність ураження;

обмежені можливості артилерійської розвідки.

Наявний бойовий склад РВіА може частково вести розвідку та наносити вогневе ураження противнику в тактичній, оперативній і стратегічній глибині та не дозволяє забезпечити повною мірою:

виконання завдань стримування збройних конфліктів шляхом демонстрації можливості застосування сили, зокрема можливостей із застосуванням далекобійних засобів ураження, у тому числі високоточних, з завдання країні-супротивнику не прийнятних для неї збитків, що дозволить зменшити рішучість застосування військової сили проти України;

виконання завдань вогневого стримування збройних агресивних намірів країни-супротивника шляхом завдання випереджувальних або вогневих ударів у відповідь;

ефективне (раптове, високоточне та своєчасне) виконання завдань щодо ураження угруповань військ противника, у першу чергу, ударних угруповань, груп об’єктів та найбільш важливих об’єктів в їх складі, а також об’єктів державного і воєнного управління, воєнно-промислового комплексу та комунікацій противника в ході воєнного конфлікту.

Враховуючи високу динаміку змін у характері бойових дій та, відповідно, у тактиці застосування РВіА існує чітке розуміння – які зразки (системи, комплекси) озброєння повинні бути у сучасних РВіА ЗС України та їх організаційно-штатних структурах.

Щодо ракетних комплексів – пропонується мати у бойовому складі РВіА підрозділи на озброєнні яких мати оперативно-тактичні ракетні комплекси та комплекси крилатих ракет наземного базування

Щодо артилерійських систем – набуває актуальності питання оптимальної структури артилерійського озброєння ЗС України.

З одного боку, інтеграція до стандартів НАТО та досвід сучасних війн актуалізують доцільність переходу до уніфікованого калібру 155 мм, як основи артилерійської могутності на оперативно-тактичному та тактичному рівні. З іншого боку, специфіка поточної війни, її затяжний характер, висока інтенсивність вогневого впливу та потреба у забезпеченні дій підрозділів тактичного рівня обумовлюють збереження багатокаліберної структури, що включає системи 105 мм, 122 мм, 152 мм, 155 мм, міномети калібрів 120 мм і 82 мм, а також РСЗВ малого калібру.

Бриковський А.Г.
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНИХ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ МІНОМЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДПСУ

Трансформація безпекового середовища та досвід відсічі збройній агресії зумовлюють необхідність перегляду концепції застосування вогневих засобів підрозділами Державної прикордонної служби України. Традиційні методи охорони Державного кордону стаціонарними нарядами поступаються місцем динамічним діям мобільних груп, здатних до автономного виявлення та ураження противника. Найбільш перспективним напрямом нарощування вогневої потужності прикордонних підрозділів є створення мобільних розвідувально-вогневих комплексів (РВК) на базі мінометних розрахунків. Основна ідея полягає у формуванні єдиної бойової екосистеми на базі легкого броньованого шасі, яка об'єднує засоби ураження, повітряну розвідку та системи радіоелектронного захисту під єдиним управлінням командира розрахунку.

Технічна архітектура такого комплексу передбачає інтеграцію міномета (82-мм або 120-мм) на мобільну платформу, що забезпечує реалізацію тактики «shoot-and-scoot» (вистрілив – втік). Ключовою перевагою РВК є його повна інформаційна автономність: включення до штату розрахунку оператора БпЛА дозволяє замкнути цикл «сенсор–ураження» безпосередньо на рівні командира міномета. Використання безпілотних авіаційних комплексів тактичного радіуса дії в поєднанні з ПАК «Кропива» забезпечує отримання координат цілей у реальному часі, автоматизований розрахунок балістичних поправок та миттєве корегування вогню. Це дозволяє досягти точності ураження, співмірної з високотехнологічною зброєю, при використанні звичайних некерованих мін.

Особливе місце в структурі мобільного РВК займає інтегрований засіб радіоелектронної боротьби (РЕБ) ближньої дії. В умовах масованого застосування противником FPV-дронів та баражуючих боєприпасів наявність власної «купольної» системи захисту на транспортному засобі є критичною умовою виживання розрахунку під час виходу на вогневу позицію та відходу з неї. Таким чином, група стає не лише вогневою одиницею, а й захищеним вузлом, здатним діяти в «сірих зонах» та на ділянках із високою щільністю засобів радіоелектронної протидії противника.

Економічна та операційна доцільність впровадження таких комплексів у ДПСУ полягає в децентралізації вогневої сили. Створення мережі автономних мобільних РВК дозволяє контролювати великі ділянки Державного кордону мінімальними силами, створюючи ефект присутності артилерії на широкому фронті. Командир розрахунку в такій структурі перетворюється на самостійного суб'єкта прийняття рішень, що відповідає кращим практикам стандартів НАТО щодо розвитку ініціативи молодших командирів (Mission Command). Підсумовуючи, можна стверджувати, що перехід до мобільних розвідувально-вогневих комплексів дозволить ДПСУ не лише ефективно протидіяти диверсійно-розвідувальним групам, а й виступати повноцінним елементом вогневого ураження в загальній системі оборони держави, забезпечуючи максимальну живучість особового складу та високу результативність бойової роботи.

Бубенщиков Р.В., доктор філософії
Мартиненко С.А.
Андреєв І.М.
Сірий Ю.І.
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВИХ БРИГАД З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ УМОВ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

У сучасних умовах ведення бойових дій артилерія залишається основним засобом вогневого ураження противника на тактичному рівні. Артилерійські підрозділи загальновійськових бригад виконують широкий спектр завдань, включаючи ураження живої сили, вогневих засобів, артилерійських батарей, резервів та об’єктів тилу противника у межах тактичної зони глибиною до 15 км від лінії бойового зіткнення.

Аналіз тактико-технічних характеристик 155-мм артилерійських систем із довжиною ствола 39 та 52 калібри показує, що в умовах бригадного рівня застосування вирішальними є не максимальна дальність стрільби, а відповідність системи реальним завданням, економічна ефективність, живучість.

Встановлено, що 155-мм артилерійські системи з довжиною ствола 39 калібрів повністю забезпечують виконання вогневих завдань у межах тактичної зони. На дальностях до 20 км вони демонструють рівноцінну точність стрільби порівняно з системами з довжиною ствола 52 калібри. Ефективність ураження цілей визначається характеристиками боєприпасів і не залежить від довжини ствола.

Артилерійські системи з довжиною ствола 52 калібри характеризуються більшою дальністю стрільби та вищим рівнем автоматизації, що робить їх ефективними для виконання завдань контрбатарейної боротьби та ураження цілей на значній глибині. Разом з тим їх використання на бригадному рівні супроводжується підвищеними вимогами до логістики, вартості та обмеженнями мобільності.

Сучасні тенденції бойового застосування, зокрема широке використання безпілотних систем та формування зон постійного вогневого контролю (kill-зон), суттєво впливають на вимоги до артилерії. В умовах постійної загрози ураження пріоритетного значення набувають маскування, інженерне обладнання позицій та зниження помітності, що підвищує роль легших і менш габаритних систем.

Порівняльна оцінка показує, що 155-мм артилерійські системи з довжиною ствола 39 калібрів мають перевагу за сукупністю показників для застосування у складі загальновійськових бригад. Вони забезпечують необхідний рівень вогневої ефективності при значно нижчих витратах ресурсів і кращій адаптації до сучасних умов бою. У свою чергу, системи з довжиною ствола 52 калібри доцільно використовувати на рівні артилерійських бригад для виконання завдань дальнього вогневого ураження.

Таким чином, оптимальна структура артилерійського озброєння Сухопутних військ передбачає поєднання систем з довжиною ствола 39 калібрів на бригадному рівні та з довжиною ствола 52 калібри на оперативному рівні, що дозволяє реалізувати принцип раціонального співвідношення ефективності, вартості та бойових можливостей.

Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Бондар Р.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою швидкістю маневрування військами та вогнем. При проведенні антитерористичних операцій окремі взводи і окремі артилерійські системи (АС) досить часто використовуються в автономному режимі для виконання завдань вогневого ураження, в тому числі і для стрільби із закритих вогневих позицій. В цьому випадку на ефективність ураження цілей суттєво впливають похибки визначення даних для стрільби на поразку кожної окремої АС. При стрільбі на мінімальні і середі дальності суттєву вагу в загальній системі похибок мають похибки топогеодезичної підготовки. Тому передові у військовому відношенні країни при створенні і модернізації АС з метою підвищення точності стрільби оснащують кожну з них засобами навігації і топогеодезичної прив'язки.

У сучасній практиці проведення бойових операцій в умовах широкого застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) наряду з використанням супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) не менш важливу роль виконують засоби автономних навігаціних систем (АНС). Досягти місця призначення в мінімальні терміни, спланувати шлях і дії артилерійських підрозділів Сухопутних військ неможливо без оснащення цих підрозділів і окремих артилерійських систем (АС) засобами АНС і топогеодезичної прив'язки.

Для оцінки місцезнаходження АС важливою задачею є вимірювання пройденого шляху і визначення напрямку руху. У більшості причепних і самохідних АС для визначення місцезнаходження навігаційний комп'ютер підключається до спідометра транспортного засобу. Але ці методи мають низьку точність за рахунок проковзування ведучих коліс. Тому найбільш перспективним методом визначення пройденого шляху і зміни кутового положення повздовжньої осі АС є використання безконтактних доплерівських вимірювачів і їх комплексування з одометричними пристроями та СРНС. Метою роботи є аналіз роботи безконтактних доплерівських радіолокаційних вимірювачів параметрів руху (РВПР) і на підставі теоретичних і експериментальних досліджень надати пропозиції щодо доцільності їх використання для навігації і топогеодезичної прив'язки АС.

Як приклад реалізації розглянуто РВПР, що розробляється філією ТОВ "НВП "Ефір-С" у м. Львові. РВПР призначено для роботи в умовах ударних навантажень, вібрацій і широкого діапазону температур і може бути використана для встановлення на колісних і гусеничних транспортних засобах, а також для вирішення інших прикладних задач, що вимагають високоточного вимірювання параметрів в умовах руху як по автошляхах із твердим покриттям, так і по бездоріжжю. Стаціонарне встановлення РВПР на АС забезпечується за допомогою амортизаційної платформи і спеціальних кронштейнів. Для оперативного кріплення при проведенні експериментальних досліджень розроблено спеціальну магнітну платформу.

Кріплення чотирьох магнітних фрагментів на платформі виконано з можливістю їх вільного повороту навколо поздовжніх осей. Це дозволяє оперативно адаптувати платформу до поверхонь різної кривизни і встановлювати РВПР на будь-яких АС з елементами конструкції зі сталевих або інших магнітних матеріалів.

Експериментальні випробування РВПР проводились як автономно, так і сумісно з приймачами СРНС. За результатами автономних випробувань на еталонній ділянці шляху отримано сертифікат Державної метрологічної атестації, який засвідчую, що РВПР має точність оцінки пройденого шляху з відносною середньоквадратичною похибкою не більше 0,1%.

У рамках подальших досліджень планується відпрацювання алгоритмів і програм сумісної роботи РВПР з приймачами СРНС та з мікромеханічними інерційними датчиками.

Варава В.В.
НДЦ РВіА
Вакал А.О., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
СумДУ

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА

На даний час значна кількість артилерійських бригад Збройних Сил України мають на озброєнні вітчизняні 155-мм самохідні артилерійські гармати 2С22 “Богдани”. У той же час у багатьох бригадах на озброєнні перебувають самохідні артилерійські системи закордонного виробництва, що надійшли до Збройних Сил України у рамках міжнародної технічної допомоги від країн-партнерів (155-мм самохідні гаубиці “Krab”, PzH2000, “Caesar”, “Archer” тощо).

Основними об’єктами ураження (цілями) артилерійських груп, створених зі складу артилерійських бригад, є жива сила та вогневі засоби противника в опорних пунктах та районах зосередження; підрозділи артилерії на вогневих позиціях та в районах вичікування; елементи системи управління військами та зброєю; склади боєприпасів та пально-мастильних матеріалів; засоби протиповітряної оборони та радіоелектронної розвідки; мости, естакади, переправи та інші важливі об’єкти інфраструктури і матеріально-технічного забезпечення противника.

Для ведення контрбатарейної боротьби, як правило, з артилерійських підрозділів артилерійських бригад створюються розвідувально-вогневі комплекси. До виконання завдань з ведення контрбатарейної боротьби, як правило, залучаються самохідні артилерійські системи закордонного виробництва.

Проведений аналіз бойового застосування самохідних артилерійських систем закордонного виробництва надав можливість зробити висновок, що вони здатні виконувати завдання за призначенням, наносити противнику потужне ураження. Завдяки автоматизації процесів управління гармат “Krab”, PzH2000, “Caesar”, “Archer” мінімізується людський фактор під час виконання вогневих завдань. Усі гармати мають достатню кучність стрільби. Практично всі самохідні системи мають власну систему позиціонування та автоматичного наведення, що дозволяє в найкоротші строки відкривати вогонь на ураження.

У той же час вони мають деякі недосконалості, основними з яких є непристосованість артилерійських систем до інтенсивного застосування (вихід з ладу електронної апаратури, електроприводів вертикального наведення ствола та блоків управління баштою, механізмів подачі боєприпасів, критичні помилки роботи системи управління вогнем), відмови у виконанні вогневих завдань через втрату сигналу радіонавігації, можливо, під впливом засобів РЕБ противника.

Проведення поточного та середнього ремонту даних зразків ускладнене відсутністю необхідних запасних частин та комплектуючих, а проведення капітального ремонту часто можливе лише на підприємствах держав-партнерів, що вимагає значного часу на його проведення та повернення зразків ОВТ до вогневих підрозділів. З метою підтримання зазначених зразків озброєння у боєздатному стані вкрай актуальним є організація своєчасного забезпечення артилерійських підрозділів запасними частинами і комплектуючими та організація підготовки достатньої кількості фахівців, здатних виконувати заходи технічної підготовки артилерійських систем закордонного виробництва.

Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ВПЛИВ ЗМІННОГО ВІТРУ НА РУХ СНАРЯДА В ПОВІТРІ

Основними чинниками, які впливають на рух снаряда в повітрі, є вага снаряда, лобовий опір повітря і вітер. Впливи Коріолісової сили, сили Магнуса і підіймальної сили є величини меншого порядку в порівнянні з попередніми силами. На основі експериментальних досліджень встановлено, що величина сили лобового опору повітря рухові снаряда суттєво залежить від типу швидкості снаряда, чи снаряд рухається з надзвуковою, підзвуковою чи дозвуковою швидкостями.

Полігонні дослідження встановлюють дискретну залежність між кутом прицілювання і дальністю стрільби при певних значеннях: типу снаряда, його маси, початкової швидкості, температури повітря, атмосферного тиску та інших чинників. Отримати аналітичним методом функціональну залежність величини лобового опору повітря рухові снаряда від цих та інших параметрів доволі проблематично. Їх сумарний вплив на рух снаряда можна визначати з певною точністю, розв’язуючи відповідну обернену задачу динаміки. Методика розв’язування оберненої задачі динаміки базується на використанні статистичних даних, отриманих внаслідок полігонних стрільб. Вона враховує тип швидкості, з якою рухається снаряд.

Суттєвий вплив на рух снаряда в повітрі відіграє вітер, який розкладається на супутній (зустрічний) і бічний. Пропонується досліджувати впливи тангенціальної і нормальної складових супутнього (зустрічний) вітру на рух снаряда. Тангенціальна складова впливає на величину лобового опору повітря. Нормальна складова вітру створює силу, яка діє у вертикальній площині на бічну поверхню снаряда. Вважається, що її величина пропорційна площі повздовжнього перерізу снаряда, густині повітря та величині нормальної складової вітру, піднесеної до певного степеня.

Бічний вітер спричиняє бічне відхилення траєкторії руху снаряда. Сила тиску бічного вітру на бічну поверхню снаряда пропорційна площі повздовжнього перерізу снаряда, густині повітря і різниці бічних швидкостей снаряда і вітру, піднесеної до певного степеня.

Проведено аналітичне дослідження руху снаряда в повітрі під дією ваги снаряда, лобового опору повітря, Коріолісової сили, сили тисків на снаряд бічного вітру і нормальної складової супутнього (зустрічного) вітру.

Під час руху снаряда в повітрі має місце почергова зміна типів швидкостей. Якщо початкова швидкість снаряда надзвукова, то снаряд буде рухатись спочатку з надзвуковою, потім підзвуковою та дозвуковою спадними швидкостями. Однак, при великих кутах прицілювання, на завершальному етапі руху снаряд може рухатись зі зростаючою швидкістю.

Розроблена математична модель була застосована до визначення параметрів руху снаряда, випущеного з гаубиці М777А2, заряд 3Н. Проведено порівняння кінематичних параметрів руху снаряда, отриманих на основі запропонованої математичної моделі з відповідними значеннями вказаних у Таблицях стрільб. Встановлено, що при кутах прицілювання до 45° теоретичні результати і відповідні табличні значення в більшості випадках співпадають.

Переважно стрільба ведеться за нестандартних умов. Запропонована математична модель дослідження руху снаряда в повітрі дозволяє визначати вплив нестандартних умов стрільби на кінематичні параметри руху снаряда підставлянням їх величин у відповідні рівняння.

Виговський М.В.
НДЦ РВіА

ВПЛИВ ШТУЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОТОЧНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Інтенсивне впровадження високоточних зразків озброєння є ключовим етапом переходу до мережецентричних методів ведення збройної боротьби. Як правило, висока точність влучення таких засобів забезпечується інтеграцією до складу їх бортових систем управління супутникових навігаційних засобів та різних типів головок самонаведення. Однак, незважаючи на високу технологічність, включення додаткових елементів призводить до ускладнення алгоритмів і зниження загальної надійності функціонування. Це зумовлює необхідність детального вивчення штучних чинників як основного зовнішнього фактора, який впливає на стійкість таких систем.

У контексті експлуатації високоточного ракетного озброєння штучні чинники доцільно класифікувати за характером впливу на три основні групи:

електромагнітний та інформаційний вплив;

фізичний вплив;

людський фактор.

До групи чинників електромагнітного та інформаційного впливу відносять цілеспрямовану діяльність противника (застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та кібервпливу), а також ненавмисні перешкоди, які виникають внаслідок функціонування об’єктів цивільної інфраструктури та побічного впливу засобів РЕБ власних військ. Такий вплив проявляється у вигляді подавлення або підміни зовнішніх коригувальних сигналів, несанкціонованого доступу до управління польотом, порушення алгоритмів функціонування системи управління та навіть виведення з ладу окремих електронних компонентів, що призводить до відхилення ракети від заданої траєкторії польоту.

До фізичного впливу відносять діяльність противника, спрямовану на кінетичне перехоплення (збиття) ракети на траєкторії польоту за допомогою засобів протиповітряної (протиракетної) оборони. Пошкодження, отримані ракетою внаслідок дії таких засобів, спричиняють порушення цілісності конструкції, зміну її аеродинамічних властивостей, пошкодження та виведення з ладу окремих компонентів. Як наслідок, це призводить до відхилення від заданої траєкторії польоту, аварійного приземлення та навіть детонації заряду вибухової речовини.

На відміну від попередніх груп, чинники людського фактора супроводжують виріб протягом усього життєвого циклу. До них належать порушення допустимих умов зберігання та транспортування, неякісне технічне обслуговування, а також помилки оператора у процесах передпускової підготовки та під час дистанційного керування польотом. Особливістю цієї групи чинників є їх прихований характер, що ускладнює їх своєчасне виявлення та призводить до поодиноких або систематичних відмов у проведенні пуску, відхилень від заданої траєкторії польоту та навіть аварійних приземлень.

Таким чином, ефективність високоточного ракетного озброєння визначається не лише технічною досконалістю конструкції, а здатністю бортової системи управління протидіяти низці дестабілізуючих чинників штучного походження. Викладені у доповіді чинники впливу створюють підґрунтя для проведення подальших досліджень щодо підвищення надійності функціонування бортового обладнання ракет та інших типів літальних апаратів.

Вода Ю.Л.
НДЦ РВіА

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСТРІЛЯНИХ ПОПРАВОК

Основним та найбільш точним способом визначення установок для стрільби на ураження є пристрілювання цілі. Але цей спосіб не забезпечує раптовість вогню, що особливо важливо при ураженні, наприклад, високоманеврених цілей.

Раптовість вогню з достатньою точністю забезпечує визначення установок для стрільби з використанням пристріляних поправок. Використання пристріляних поправок застосовують при визначенні установок для стрільби на ураження, якщо є раніше створений репер (пристріляна або уражена ціль).

Важливою умовою забезпечення точності установок для стрільби на ураження з використанням пристріляних поправок є точність визначення координат розривів або орієнтира (точки на місцевості), де створюється репер шляхом пристрілювання.

Розглянемо джерела помилок, які супроводжують визначення установок для стрільби на ураження з використанням пристріляних поправок. Необхідно врахувати, що деякі помилки, наприклад, помилки топогеодезичної підготовки, впливають як на точність визначення пристріляних поправок, так і на точність установок для стрільби. Тому доцільно дослідити точність за групами джерел помилок. Такими групами джерел помилок є:

помилки створення репера;

помилки визначення положення репера і цілі;

помилки топогеодезичної підготовки;

помилки технічної підготовки;

помилки трансформації пристріляних поправок на ціль.

Ступінь впливу перерахованих груп помилок на точність вогню залежить від способу створення репера, способу трансформації пристріляних поправок та інших умов.

Точність створення репера шляхом пристрілювання по дальності залежить від умов його закінчення, вказаних у Настанові зі стрільби і управління вогнем артилерії, і характеризується приведеною серединною помилкою.

При визначенні пристріляних поправок від репера, створеного шляхом пристрілювання, помилки визначення його положення можна знизити, застосовуючи більш точні способи визначенні координат орієнтира (точки на місцевості), який прийнятий за точку репера.

Аналіз отриманих результатів досліджень наочно показує, що при створенні репера шляхом пристрілювання точки на місцевості, координати якої відомі, суттєво знижується вплив можливих помилок у визначенні прямокутних координат розривів снарядів, особливо за допомогою БпЛА. Отже:

1. Сумарні серединні помилки в дальності при визначенні установок для стрільби з використанням пристріляних поправок способом коефіцієнта стрільби при створення репера шляхом пристрілювання орієнтира (точки на місцевості), координати якого відомі, мають меншу величину, ніж при використанні репера, створеного як за допомогою далекоміра, так і за допомогою БпЛА.

2. Створення репера шляхом пристрілювання за спостереженням знаків розривів дозволяє уникнути помилок у визначенні пристріляних поправок у дальності завдяки зменшенню впливу помилок визначення координат розривів.

Вощелев С.Р.
Приміренко В.М., канд. військ. наук, ст. дослідник
НУОУ

ВОГНЕВА ІЗОЛЯЦІЯ РАЙОНУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ВИРІШАЛЬНИХ УМОВ НАСТУПАЛЬНОЇ ОПЕРАЦІЇ УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК

Досвід воєнних кампаній кінця XX – першої чверті XXI століть, в тому числі й уроки, здобуті Збройними Силами України та іншими складовими Сил оборони України в ході російсько-Української війни, свідчать про стійку тенденцію, яка полягає у прагненні протиборчих сторін досягти мети операції шляхом завдання вогневих ударів на максимально можливу глибину. Поруч з цим положення доктринальних документів, як національних, так і країн–членів НАТО, і надалі розглядають наступ як основний вид бойових дій, спрямований на захоплення та утримання ініціативи. У цьому випадку вогневі удари можуть виступати не лише формою вогневого впливу, а і ключовим інструментом у створенні ефектів та вирішальних умов досягнення мети операції, при цьому загальновійськові формування виконуватимуть завдання по завершенню розгрому угруповання противника та оволодінню важливими районами (рубежами, об’єктами).

За поглядами військових фахівців армій країн–членів НАТО, успіх та підтримання високого темпу наступальної операції безпосередньо залежатиме від своєчасної ізоляції району ведення бойових дій, що, в першу чергу, може досягатися вогневими ударами на всю глибину оперативної побудови противника. Метою таких ударів є дезорганізація системи управління військами, зниження ефективності функціонування системи логістичного забезпечення противника, а також недопущення організованого, а головне, вчасного введення в бій його других ешелонів та резервів. Це дозволяє ще на етапі формування операцій знизити спроможності противника щодо маневру військами та ресурсами і, таким чином, позбавити його можливості до організованого супротиву.

В свою чергу, планування та завдання вогневих ударів в ході ізоляції району ведення бойових дій має розглядатися як скоординований з діями загальновійськових формувань процес створення операційних ефектів за рахунок пріоритизації об'єктів противника та їхнього ураження, чим досягатиметься необхідний рівень функціонального пошкодження відповідних систем противника. В таких умовах вирішальним критерієм досягнення успіху операції буде забезпечення такого ступеня реалізації власних вогневих можливостей, за якого противник не матиме змоги своєчасно зосереджувати та нарощувати зусилля на вигідних для нього напрямках, а темп використання ресурсів, в першу чергу боєприпасів та пально-мастильних матеріалів, його угрупованням перевищуватиме темп їхнього постачання. При цьому ступінь зниження як забезпеченості угруповання матеріальними засобами так і оперативності введення в бій других ешелонів та резервів, буде прямо пропорційний інтегральному показнику інтенсивності завдання вогневих ударів по критичних елементах систем противника.

Результати аналізу доктринального забезпечення армій країн–членів НАТО показують, що питанню ізоляції району ведення бойових дій та боротьбі з другими ешелонами приділяється досить багато уваги, про що свідчить наявність низки діючих публікацій, таких як: JP 3-03 Joint Interdiction, ATP 3-94.2 Deep Operations, AJP-3.3.2 Allied Joint Doctrine for Close Air Support and Air Interdiction. Водночас у національних керівних документах з планування і ведення операцій таке завдання згадується досить опосередковано, причому зміст і порядок його виконання не розкриваються зовсім.

Зазначене зумовлює необхідність подальших досліджень за напрямом розвитку вітчизняного понятійного та науково-методичного апаратів щодо оцінювання ефективності вогневих ударів як складової вогневого впливу під час виконання завдань з ізоляції району ведення бойових дій.

Гаврилюк А.О.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ОСКОЛКОВОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ

В умовах збройної агресії проти України зростає потреба у створенні та вдосконаленні сучасних систем артилерійського озброєння і боєприпасів. Однією з ключових характеристик артилерійського боєприпасу за призначенням є осколковість, яка визначає його здатність уражати живу силу, легкоброньовану техніку та інші цілі. Оцінювання осколковості має важливе значення як під час розроблення нових боєприпасів, так і в ході їх випробувань, оскільки дає змогу встановити рівень ефективності дії та обґрунтувати напрями вдосконалення конструкції.

Осколковість артилерійських боєприпасів визначається сукупністю взаємопов'язаних параметрів, серед яких основними є швидкість осколків, їх кількість, маса та просторовий розподіл. Значення цих параметрів залежать від енергії вибуху, співвідношення маси вибухової речовини до маси корпусу, конструкції боєприпасу, матеріалу оболонки, товщини стінок і характеру руйнування корпусу. Важливе значення має також форма розльоту осколків, оскільки просторовий розподіл безпосередньо впливає на щільність ураження цілей у різних напрямах.

Аналіз показує, що для оцінювання осколковості застосовують кілька основних груп методів. Статистичні методи дають змогу оцінювати кількість осколків, їх масовий розподіл та інші характеристики на основі обмеженої кількості параметрів, що робить їх придатними для аналітичних досліджень і порівняльних оцінок. Енергетичні методи ґрунтуються на розподілі енергії вибуху між продуктами детонації та корпусом боєприпасу і використовуються переважно для визначення швидкісних характеристик осколків. Експериментально-емпіричні методи базуються на результатах полігонних і лабораторних випробувань та дозволяють безпосередньо отримувати реальні характеристики осколкового поля. Методи числового моделювання забезпечують аналіз напружено-деформованого стану матеріалу корпусу та прогнозування процесів фрагментації із застосуванням сучасних обчислювальних підходів.

Разом з тим встановлено, що жоден із зазначених методів окремо не забезпечує повної та уніфікованої оцінки осколковості. Існуючі підходи ґрунтуються на різних принципах, використовують різні системи показників і орієнтовані переважно на розв'язання окремих часткових задач. Це ускладнює порівняльний аналіз результатів, обмежує можливість їх узагальнення та не дозволяє сформувати єдиний підхід до коректного оцінювання осколковості артилерійських боєприпасів.

Таким чином, осколковість артилерійських боєприпасів є складною багатофакторною характеристикою, для оцінювання якої необхідне комплексне поєднання аналітичних, експериментальних і числових методів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на формування уніфікованого підходу до оцінювання осколковості, який забезпечить порівнюваність результатів, підвищить обґрунтованість розроблення нових боєприпасів та сприятиме скороченню обсягу дороговартісних експериментальних випробувань.

Галкін О.Б.
Железник О.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Перспективи розвитку військової техніки ракетних військ і артилерії (ОВТ РВіА) зосереджені на: збільшенні дальності ударів, точності (розробку та впровадження високоточних боєприпасів), мобільності та автоматизації процесів, а також перехід на калібри НАТО (155-мм); крім того, на розвитоку безпілотних літальних апаратів для розвідки та коригування вогню, використанні цифрових технологій та інтеграції в єдину мережу управління. Він характеризується переходом від масованих артилерійських ударів до високоточних дій з домінуванням безпілотних систем та штучного інтелекту.

Також пріоритетом є модернізація наявних зразків, закупівля та заміна застарілих систем на ОВТ західного виробництва (країн НАТО), розробка вітчизняних ракетних комплексів та артилерійських систем для нанесення контрбатарейних ударів і знищення критичної інфраструктури ворога.

Основні напрями розвитку:

перехід на калібри 155-мм: Активна заміна радянських систем калібрів 152-мм на самохідні гаубиці натовського зразка (наприклад, Caesar, PzH 2000, M109), що забезпечують дальність понад 40–60 км та високу точність (управління за GPS);

мобільність: надання переваги колісним та гусеничним САУ, що забезпечують швидку зміну позицій, підвищення живучості та маневреності, а також використання роботизованих систем;

високоточна зброя (ВТЗ): розробка та модернізація ракетних комплексів (“Вільха-М”, “Грім-2”), здатних знищувати важливі об'єкти на великій відстані. Розробка та закупівля керованих снарядів (типу Excalibur), перехід від масованих вогневих ударів до точкового знищення критичних об'єктів високоточними снарядами;

збільшення дальності: розробка ракетних комплексів (РСЗВ) з дальністю ураження понад 100-300+ км та ствольної артилерії – понад 50–100 км. Розвиток ударних БпЛА великої дальності (понад 1000 км);

цифровізація та автоматизовані системи управління (АСУВ): впровадження програмних комплексів (цифрових прототипів (систем), мультимедійних тренажерів, БпЛа), які скорочують час від виявлення цілі до її ураження. Створення єдиного інформаційного простору, де артилерія, розвідка та БпЛА об’єднані в мережу;

контрбатарейна боротьба: удосконалення засобів звукової та радіолокаційної розвідки для швидкого виявлення позицій ворога, а також перехід на нові частоти та використання кабельних FPV-дронів для подолання ворожих засобів РЕБ;

ударні БпЛА та баражуючі боєприпаси: посилення розвідувально-ударних спроможностей завдяки інтеграції безпілотників для цілевказання в реальному часі, а також застосування дронів-камікадзе.

Перспективи розвитку передбачають модернізацію наявної техніки, розробку нових зразків з вітчизняних комплектуючих у співпраці з іноземними партнерами та перехід на стандарти НАТО, а також розвиток високоточного озброєння, де кількість стволів стає менш важливою за якість розвідки та точність ураження.

Гелета О.Г.
Губрій К.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ АКТИВНОЇ РОБОТИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність радіолокаційної розвідки безпосередньо визначає результативність застосування артилерії. Радіолокаційні станції контрбатарейної боротьби забезпечують своєчасне виявлення вогневих засобів противника та коригування вогню, проте їх активне випромінювання робить їх пріоритетними цілями для засобів радіоелектронної розвідки та ураження. Це обумовлює необхідність пошуку нових підходів до підвищення живучості РЛС, серед яких особливе місце займає використання імітаційних засобів.

Застосування противником сучасних засобів радіоелектронної розвідки дозволяє оперативно виявляти джерела випромінювання, визначати їх координати та організовувати вогневе ураження. У поєднанні з радіоелектронною боротьбою це створює комплексний вплив, що включає придушення сигналів, створення перешкод і введення в оману радіолокаційних систем. У таких умовах традиційні заходи маскування вже не забезпечують достатній рівень захисту, що підвищує актуальність застосування активних імітаційних технологій.

Імітаційні засоби РЛС є ефективним інструментом протидії засобам розвідки противника. Вони дозволяють створювати хибні джерела радіовипромінювання, які за своїми параметрами наближені до реальних станцій. Це ускладнює процес ідентифікації цілей, змушує противника витрачати ресурси на ураження другорядних об'єктів і знижує ефективність його розвідувально-вогневих контурів. Використання таких засобів дозволяє реалізувати принцип розосередження та багатоваріантності цілей у радіолокаційному полі.

Підвищення живучості РЛС досягається за рахунок поєднання імітаційних засобів із маневром та обмеженням часу випромінювання. Організація роботи за принципом короткочасного включення з подальшим переміщенням ускладнює визначення точних координат реальної станції. При цьому імітатори можуть працювати у тривалому режимі, відволікаючи увагу противника та формуючи хибну картину радіоелектронної обстановки.

Важливим аспектом є правильна організація позиційного району, де поряд із реальними РЛС розгортаються імітаційні засоби. Їх доцільно розміщувати з урахуванням типових тактичних ознак розгортання радіолокаційних станцій, що підвищує достовірність хибних цілей. Крім того, використання макетів техніки, інженерного обладнання та засобів маскування дозволяє створити комплексну систему введення противника в оману.

Перспективним напрямом розвитку є інтеграція імітаційних засобів у єдину автоматизовану систему управління, що дозволяє оперативно змінювати параметри випромінювання, сценарії роботи та координати «хибних» джерел. Це забезпечує адаптивність до дій противника та підвищує ефективність застосування як реальних РЛС, так і засобів імітації.

Таким чином, використання імітаційних засобів є одним із ключових напрямів підвищення живучості радіолокаційних станцій у сучасних умовах. Поєднання імітації, маневру, маскування та раціонального режиму роботи дозволяє значно знизити ймовірність ураження РЛС та забезпечити їх стійке функціонування. Подальший розвиток цього напряму повинен бути спрямований на вдосконалення технічних характеристик імітаторів та їх інтеграцію у загальну систему бойового застосування радіолокаційних підрозділів.

Гелета О.Г.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ

В умовах сучасної війни ефективність застосування засобів радіотехнічної розвідки значною мірою визначається точністю встановлення координат джерел радіовипромінювання. Це особливо актуально при виконанні завдань контрбатарейної боротьби, зокрема виявленя радіолокаційних станцій противника. В умовах високої маневреності цілей та обмеженого часу спостереження вимоги до оперативності та точності визначення координат суттєво зростають. Одним із найбільш поширених методів визначення координат є тріангуляція, яка базується на пеленгації сигналів із декількох просторово рознесених станцій.

Нами розглянуто метод визначення координат джерел радіовипромінювання із використанням станцій радіотехнічної розвідки типу «Рупор», що базується на визначенні

точки перетину ліній положення, які задаються виміряними пеленгами. Кожна станція формує напрямок на джерело випромінювання, а його координати визначаються як результат перетину цих прямих. Такий підхід дозволяє здійснювати визначення координат без активного випромінювання, що є важливим фактором у забезпеченні прихованості роботи розвідувальних підрозділів.

Нами доказано, що точність визначення координат визначається не лише похибкою пеленгування, але й геометрією взаємного розташування станцій і цілі. Основними факторами, що впливають на похибку, є дальність до цілі, похибка вимірювання пеленгу та кут перетину пеленгів. Також нами отримано аналітичну залежність, згідно з якою лінійна похибка прямо пропорційно залежить від дальності та похибки пеленгування і обернено пропорційна синусу кута перетину пеленгів. Це свідчить про визначальну роль геометричних умов спостереження у забезпеченні необхідної точності.

Результати нашого моделювання свідчать, що при малих значеннях кута перетину пеленгів (менше 30°) похибка різко зростає, що обмежує можливість точного визначення координат. Водночас забезпечення кута в межах 60–90° дозволяє значно підвищити точність незалежно від дальності до цілі та забезпечує найбільш сприятливі умови визначення координат.

Встановлено, що збільшення дальності до цілі призводить до пропорційного зростання похибки, що обумовлює необхідність оптимізації геометрії розташування станцій. Раціональним є таке розміщення, за якого відстань між станціями становить 0,5–1,0 від дальності до цілі, що забезпечує формування оптимального кута перетину пеленгів. Додатково встановлено, що розміщення станцій по різні боки від цілі дозволяє суттєво покращити геометрію спостереження.

Практичні результати показують, що використання трьох станцій дозволяє підвищити достовірність визначення координат за рахунок надлишковості вимірювань та можливості їх статистичної обробки, зокрема застосування методу найменших квадратів. Це особливо важливо в умовах радіоелектронної протидії та нестабільності сигналів, коли окремі вимірювання можуть містити значні похибки.

Таким чином, врахування геометричних факторів при розгортанні станцій радіотехнічної розвідки є ключовою умовою підвищення точності визначення координат джерел радіовипромінювання та ефективності їх подальшого ураження, а також забезпечення надійності розвідувальної інформації в сучасних умовах ведення бойових дій.

Гелета О.Г.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ ШЛЯХОМ КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТА БпЛА

Зараз бойові дії характеризуються широким застосуванням безпілотних літальних апаратів та засобів радіоелектронної боротьби, що висуває підвищені вимоги до точності та оперативності визначення координат джерел радіовипромінювання. В умовах насиченого електромагнітного середовища, активного застосування засобів радіоелектронної протидії та високої маневреності цілей традиційні підходи до визначення координат втрачають свою

ефективність. Тому традиційні методи тріангуляції, які використовуються в системах радіотехнічної розвідки, потребують удосконалення з урахуванням впливу геометричних факторів і можливостей інтеграції з іншими засобами спостереження.

Нами розглянуто підхід до визначення координат джерел радіовипромінювання із застосуванням станцій типу «Рупор», що базується на методі тріангуляції. Визначення координат здійснюється шляхом побудови ліній положення за виміряними пеленгами та знаходження їх точки перетину. Такий підхід забезпечує пасивний режим роботи, що підвищує живучість системи розвідки та знижує ймовірність її виявлення противником. Водночас точність результату суттєво залежить від умов спостереження.

Встановлено, що ключовим фактором, який визначає точність результату, є кут перетину пеленгів. При малих значеннях цього кута спостерігається різке зростання похибки, що пояснюється геометричною невизначеністю положення цілі. У таких умовах навіть незначні похибки пеленгування призводять до значних відхилень координат. Водночас оптимальні значення кута перетину пеленгів (60–90°) забезпечують мінімальну невизначеність координат та найбільш сприятливі умови визначення місцеположення джерела випромінювання.

Запропоновано підхід до підвищення точності визначення координат шляхом комплексування радіотехнічної розвідки з безпілотними літальними апаратами. Використання БпЛА дозволяє здійснювати дорозвідку цілі, уточнювати її координати та компенсувати похибки, що виникають у результаті несприятливої геометрії або впливу радіоелектронних перешкод. Крім того, БпЛА забезпечують візуальне підтвердження цілі та можливість уточнення її положення в реальному масштабі часу.

Інтеграція даних від декількох станцій радіотехнічної розвідки та БпЛА забезпечує підвищення точності визначення координат за рахунок поєднання різних джерел інформації. Такий підхід дозволяє зменшити вплив випадкових похибок, компенсувати систематичні відхилення та підвищити стійкість системи до радіоелектронних завад. Фактично формується багаторівнева система розвідки, у якій кожен елемент доповнює інший.

Першочергова необхідність забезпечення оптимального кута перетину пеленгів, використання не менше трьох станцій та залучення БпЛА для уточнення координат у складних умовах. Також доцільним є використання повторних вимірювань та їх статистичної обробка з метою підвищення достовірності результатів. Це дозволяє створити єдиний розвідувальний контур, у якому поєднуються радіотехнічні та оптико-електронні засоби.

Таким чином, комплексування радіотехнічної розвідки та безпілотних систем є перспективним напрямом підвищення точності визначення координат джерел радіовипромінювання в сучасних умовах ведення бойових дій, що дозволяє підвищити ефективність ураження цілей та зменшити вплив похибок вимірювань.

Горобець В.В.
Майданюк В.А., д-р філософії
Гончаров В.В.
НАСВ

ВИСОКОТОЧНІ БОЄПРИПАСИ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТАКТИКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ (2022 – 2026 рр.)

У сучасних збройних конфліктах високоточні боєприпаси (ВТБ) стали одним із визначальних чинників досягнення тактичної й оперативної переваги. Російсько-Українська війна 2022 – 2026 рр. є показовим прикладом їх масштабного застосування, що суттєво вплинуло на характер бойових дій та підходи до ведення війни.

Збройні Сили України, отримавши доступ до сучасних високоточних систем західного виробництва, інтегрували їх у структуру ракетних військ і артилерії. Зокрема, активно використовуються керовані артилерійські снаряди, реактивні системи залпового вогню з GPS-наведенням і ударні безпілотні літальні апарати. Основною тактикою є ураження критично важливих цілей у глибині оборони противника – командних пунктів, складів боєприпасів, логістичних вузлів та засобів протиповітряної оборони. Важливу роль відіграє використання розвідки в реальному часі, що дозволяє оперативно коригувати вогонь і досягати високої ефективності навіть за обмежених ресурсів.

Російська федерація, маючи значний арсенал високоточної зброї, застосовує крилаті та балістичні ракети, а також керовані авіаційні бомби. Основний акцент робиться на масованих ударах по енергетичній інфраструктурі, промислових об’єктах і військових цілях. Проте ефективність такого застосування часто знижується через проблеми з цілевказанням, недостатню інтеграцію розвідувальних даних і протидію систем протиповітряної оборони України, що призводить до значних витрат боєприпасів при обмежених результатах.

Порівняльний аналіз свідчить, що результативність використання ВТБ визначається не лише їх наявністю, а й комплексним забезпеченням застосування: якістю розвідки, точністю наведення, рівнем інтеграції з інформаційними системами та швидкістю прийняття рішень. Українська сторона демонструє більш гнучкий, адаптивний і точковий підхід, що забезпечує високу ефективність, тоді як російська компенсує недоліки точності масштабом застосування.

Таким чином, досвід війни 2022 – 2026 років підтверджує зростання ролі високоточних боєприпасів, технологій та інформаційної переваги у сучасних бойових діях. Їх подальший розвиток визначатиме характер майбутніх конфліктів, а отримані результати можуть бути використані для формування перспективних напрямів розвитку ракетних військ і артилерії.

Гулей Б.С.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ПЕРЕБУВАЄ НА ОЗБРОЄННІ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамічністю та широким застосуванням високоточної зброї, що висуває підвищені вимоги до автомобільної техніки ракетних військ і артилерії. Основними завданнями такої техніки є забезпечення мобільності озброєння, швидке розгортання і згортання підрозділів, підвезення боєприпасів та забезпечення живучості в умовах вогневого ураження противника.

Одним із ключових напрямів розвитку є підвищення мобільності та прохідності автомобільних шасі. Прикладом сучасних рішень є високомобільні платформи, що застосовуються у реактивних системах залпового вогню, зокрема M142 HIMARS, а також самохідні артилерійські установки типу CAESAR (Франція) та Krab (Польща). Серед українських зразків варто відзначити самохідну артилерійську установку «Богдана», що реалізує модульний підхід і може базуватися на різних колісних шасі (КрАЗ-63221, Tatra T815, МАЗ-6317, перспективно – Mercedes-Benz Zetros) та забезпечує гнучкість застосування та адаптацію до стандартів НАТО. Також застосовуються автомобілі підвищеної прохідності виробництва КрАЗ (зокрема КрАЗ-6322), які використовуються як для базових шасі для артилерійських систем, так і транспортних засобів забезпечення.

Важливим аспектом є підвищення рівня захищеності автомобільної техніки. Сучасні зразки, такі як Oshkosh MTVR та JLTV, оснащуються бронекабінами та протимінним захистом. В Україні ведуться роботи зі створення та модернізації броньованих автомобілів, зокрема «Козак» і «Варта», які можуть використовуватись для забезпечення дій артилерійських підрозділів у небезпечних умовах.

Іншим напрямом розвитку є автоматизація та цифровізація. Сучасні зразки техніки інтегруються в автоматизовані системи управління військами, оснащуються навігаційними засобами та цифровими системами зв'язку. Українські розробки також орієнтовані на інтеграцію в єдині системи управління вогнем та розвідки, що дозволяє підвищити оперативність і точність застосування артилерії.

Перспективним є впровадження модульного принципу побудови автомобільної техніки. Це дозволяє використовувати єдине базове шасі для різних функціональних призначень: пускових установок, транспортно-заряджальних машин, машин управління та забезпечення.

Особлива увага приділяється підвищенню надійності та ремонтопридатності техніки. В умовах бойових дій важливим є швидке відновлення техніки, що забезпечується уніфікацією вузлів, застосуванням сучасних діагностичних систем та розвитком мобільних ремонтних підрозділів.

Отже, розвиток автомобільної техніки ракетних військ і артилерії відбувається в напрямі підвищення мобільності, захищеності, автоматизації та універсальності. Використання сучасних іноземних і вітчизняних зразків підтверджує ефективність переходу на колісні шасі з високою прохідністю. Важливим фактором є інтеграція техніки в єдині цифрові системи управління, що суттєво підвищує бойові можливості підрозділів.

Демків О.І.
Дідіченко О.А.
НАСВ

ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ РОЗВІДКИ РУХОМИХ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ

Досвід сучасних бойових дій свідчить, що ефективність застосування загальновійськових підрозділів безпосередньо залежить від своєчасності виявлення маневру противника та точності визначення координат його рухомих наземних цілей. В умовах високої мобільності броньованих і автомобільних груп, розосереджених бойових порядків та активної радіоелектронної протидії зростає роль радіолокаційних станцій розвідки рухомих наземних цілей тактичної ланки управління.

Формування вимог до перспективної станції повинно ґрунтуватися на аналізі глибини побудови бойових порядків противника, ймовірних напрямків його маневру, віддалення районів розгортання від лінії бойового зіткнення та необхідності забезпечення живучості шляхом мінімізації часу перебування на позиції. Дальність виявлення має забезпечувати викриття цілей на тактичній глибині і своєчасне передавання даних засобам вогневого ураження.

Ключовими технічними характеристиками є сектор електронного огляду за азимутом і кутом місця та можливість електронного сканування антенної решітки. Реалізація фазованої антенної решітки забезпечує багатоканальність, одночасне виявлення і супроводження декількох цілей та скорочення часу реакції системи.

Визначальною умовою ефективності є точність визначення координат і параметрів руху. Нормування серединної похибки з приведенням до кругової ймовірної похибки уніфікує оцінювання результатів. Станція повинна забезпечувати селекцію рухомих цілей на фоні місцевих предметів, адаптивну обробку сигналів в умовах перешкод та інтеграцію з автоматизованими системами управління.

Необхідно також враховувати показники мобільності та автономності функціонування. Станція повинна забезпечувати роботу у стаціонарному і мобільному варіантах із застосуванням виносних робочих місць операторів, що підвищує живучість і зменшує ймовірність ураження. Важливою є реалізація автоматизованого контролю технічного стану та діагностики, що скорочує час підготовки до роботи і підвищує коефіцієнт технічної готовності.

Перспективна станція повинна забезпечувати інтеграцію із засобами зв'язку та передавання даних із використанням стандартизованих цифрових протоколів. Це створює умови для включення до єдиного інформаційного простору розвідки та вогневого ураження. Крім того, необхідно передбачити адаптивне управління енергетичними параметрами випромінювання для зниження демаскувальних ознак і підвищення скритності роботи станції.

З урахуванням зазначеного перспективна радіолокаційна станція повинна забезпечувати сектор електронного огляду за азимутом не менше 90 градусів і за кутом місця не менше 30 градусів; дальність виявлення броньованих цілей – не менше 35 км, автомобільної техніки – не менше 25 км, групових цілей – не менше 15 км; визначення координат із серединною похибкою – не більше 0,5 відсотка дальності; похибку визначення радіальної швидкості – не більше 1 м/с; одночасне супроводження – не менше 20 цілей та перепускна здатність – не менше 100 цілей за хвилину; час переведення з похідного положення у бойове та навпаки – не більше 10 хвилин.

Запропоновані вимоги можуть бути покладені в основу формування тактико-технічного завдання на розроблення вітчизняної радіолокаційної станції розвідки рухомих наземних цілей для потреб ракетних військ і артилерії Збройних Сил України.

Дерев'янчук А.Й., канд.техн.наук, професор
СумДУ

НАВЧАЛЬНА МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ДО РОБОТИ З АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ БОЄПРИПАСАМИ ТА ПІДРИВНИКАМИ

Важливим елементом у сучасних умовах ведення бойових дій є уміння обслуги правильно обирати тип боєприпасу, підривника та режим його спрацювання. Саме від правильності виконання цих операцій залежить ефективність вогню по різних цілях: польові укріплення; жива сила; мобільні штурмові групи; пункти управління; бази безпілотних систем тощо.

Така різноманітність цілей вимагає від особового складу не лише знань конструкції боєприпасів, а й уміння швидко приймати обґрунтовані рішення. Це зумовлює потребу у створенні цілісної навчальної моделі, яка поєднує інженерні, функціональні та практичні аспекти підготовки.

У доповіді представлено інтегровану навчальну модель, що складається з шести взаємопов'язаних блоків: ознайомлення з посібником і зразками озброєння; робота з 3D-моделями боєприпасів; вивчення підривників; опанування будови снарядів і заходів безпеки; визначення очікуваного ефекту дії; практична робота з навчальними боєприпасами та тренажерами.

Ці шість блоків утворюють цілісну систему, у якій: аналітичні знання (блоки 1–3) переходять у інженерне розуміння (блоки 3–5), що завершується практичною компетентністю (блок 6).

Модель забезпечує: поетапність навчання, системність подачі матеріалу, інтеграцію теорії та практики, стандартизацію підготовки, підвищення безпеки та ефективності роботи з боєприпасами.

Останнім часом у бойових діях артилерії застосовують БпЛА з певною номенклатурою боєприпасів і підривників, що мають специфічну будову та дію. Демонстрація слайдів якраз розкриває ці особливості.

Структура моделі забезпечує поетапне формування як базових теоретичних знань, так і практичних навичків.

Основним елементом моделі є алгоритм вибору підривника, який формалізує процес прийняття рішення: від ідентифікації типу цілі та визначення очікуваного ефекту – до вибору боєприпасу, типу підривника, установлення параметрів та прогнозування результату. Алгоритм дозволяє стандартизувати дії військовослужбовців, мінімізувати помилки та підвищити ефективність ураження.

Наукова новизна роботи полягає у проведенні класифікації боєприпасів, створення алгоритму щодо вибору боєприпаса, підривника та моделі підготовки військових фахівців.

Представлена система може бути використана у військових закладах освіти, підрозділах бойової підготовки та науково-дослідних установах оборонного спрямування.

Запропонована модель сприяє підвищенню рівня професійної підготовки особового складу, забезпечує безпечне та ефективне виконання завдань і відповідає вимогам сучасного бою.

Таким чином, аналіз проведених досліджень, що охоплює алгоритм вибору підривника, навчальну модель підготовки військовослужбовців та аналітичні положення щодо дії артилерійських боєприпасів, дозволяє сформувати цілісне бачення процесу підготовки та застосування артилерійських снарядів із різними типами підривників.

Дзюба А.О.
Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НАСВ
Бондарєв А.П., д-р техн. наук, професор
НУ“ЛП”

МОДЕЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТЕЖНИХ ПРИСТРОЇВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЧІВ ПАРАМЕТРІВ РУХУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ

Забезпечення приймання радіолокаційних сигналів, відбитих від високодинамічної повітряної цілі (артилерійський снаряд, міна), є актуальною науково-технічною задачею. Приймання таких сигналів ускладнено за умов незначної ефективної поверхні відбиття цілі та, відповідно, високого рівня завад (малого енергетичного потенціалу сигналу). Завдання виявлення і супроводу високодинамічних цілей зумовлює використання стежних вимірювачів на базі пристроїв фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ). Основним критерієм оптимізації таких пристроїв є мінімізація фазової похибки стеження.

Головною суперечністю у проєктуванні стежних вимірювачів є вибір еквівалентної шумової смуги для широкого діапазону супроводу та короткого часу схоплення. Збільшення цієї смуги зменшує динамічну похибку, але збільшує її флуктуаційну складову. Крім того,

класичний метод оптимізації передбачає апріорне визначення енергетичного потенціалу. Але у реальних ситуаціях цей показник динамічно змінюється. Вказану технологічну суперечність автори розв'язали, виконавши структурну оптимізацію стежного вимірювача. У модифікованому варіанті в класичну схему стежного вимірювача перед фазовим детектором було встановлено вузькосмуговий фільтр, а після фазового детектора – активний фільтр верхніх частот.

Метою цієї роботи є дослідження модифікованого стежного пристрою траєкторних вимірювань та оптимізація його параметрів за допомогою імітаційного моделювання на ЕОМ.

Показано, що згідно із основними принципами нелінійної фільтрації оптимальним є кореляційний приймач, який містить керований генератор копії очікуваного сигналу, детектор розузгодження із оригіналом та петлю керування. У стежних вимірювачах на основі ФАПЧ сигнал керування пропорційний до різниці фаз керованого генератора та прийнятого сигналу. Внаслідок принципової періодичності фази характеристика фазового детектора (ФД), який є детектором розузгодження, є періодичною та обмеженою. Обмеженість робочої ділянки детекторної характеристики ФД є основним джерелом порогового обмеження завадостійкості. Зрив синхронізму відбувається, коли сумарна похибка синхронізації (статична, динамічна і шумова) виходить за межі цієї робочої ділянки ($\pm \pi/2$). На етапі проєктування це зумовлює необхідність пошуку компромісу між завадостійкістю (статистична складова похибки) та динамічними властивостями пристрою (динамічна складова).

За результатами досліджень розроблена структурна схема пристрою, який реалізує цю ідею, яка відрізняється від схеми класичного ФАПЧ наявністю, крім фільтра нижніх частот (ФНЧ) петлі, ще й вузькосмугового фільтра (ВСФ) перед ФД та активного фільтра верхніх частот (ФВЧ) після нього.

Порівняльний аналіз класичного та модифікованого стежних вимірювальних пристроїв за допомогою імітаційного моделювання показав збільшення смуг схоплення та утримання модифікованого пристрою у 2,5 раза відносно класичного за одночасного збільшення похибки стеження на 20–30%.

Дідіченко О.А.
НАСВ

ДОСВІД БОЙОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНЕРЦІЙНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ У 2022–2025 рр.

Сучасний етап розвитку засобів збройної боротьби характеризується переходом до мережецентричних операцій, де ключовим фактором успіху є точність та швидкість позиціонування. Досвід бойового застосування артилерійських систем та засобів артилерійської розвідки, наданих партнерами, виявив критичну вразливість GNSS-навігації перед комплексами РЕБ противника. У складі автоматизованих систем керування вогнем зазначених самохідних артилерійських установок інерційні навігаційні системи (ІНС) функціонують як основне автономне джерело навігаційної інформації, що безпосередньо визначає точність наведення та величину кругового ймовірного відхилення. Проте їх ефективність вимагає врахування фізичних процесів накопичення дрейфу та впливу механічних збурень на обчислювальні алгоритми автоматизованих систем керування вогнем (АСКВ).

Експлуатація ІНС у бойових умовах структурно поділяється на три етапи: підготовчі заходи; статичне вирівнювання; рух і робота на кінцевій точці маршруту.

На підготовчому етапі важливими є перевірка надійності кріплення блока ІНС, очищення антен GNSS від бруду та льоду, виконання вбудованого контролю працездатності (BIT) до отримання статусу «Passed», введення координат початкової точки за відсутності супутникової корекції та автоматичне визначення дирекційного кута поздовжньої осі гармати за даними лазерних або волоконно-оптичних гіроскопів. Для сучасних систем характерні показники дрейфу гіроскопів 0,1–1,0°/год (FOG) та 1–10°/год (MEMS) за нульового зміщення акселерометрів 0,5–3 мг. Порушення регламенту підготовки призводить до збільшення початкової похибки вирівнювання на 20–30%.

Статичне вирівнювання слід виконувати на твердому та стабільному ґрунті, мінімізуючи мікроколивання корпусу. Час ініціалізації становить 5–10 хв, а за низьких температур збільшується на 2–3 хв унаслідок температурної залежності нульових зміщень датчиків. Додаткове зміщення акселерометра на 1 мг формує похибку швидкості близько 0,01 м/с, яка при інтегруванні протягом 1 години може призвести до десятків метрів похибки у визначенні координат.

Під час руху в умовах подавлення або спотворення сигналів GNSS система переходить у режим «Inertial Only», що обумовлює квазілінійно-квадратичне зростання похибки координат. Протягом 30–60 хв автономного руху кругове ймовірне відхилення збільшується у 3–5 разів. Для обмеження накопичення похибки застосовуються технологічні зупинки (режим «Zero Velocity Update») тривалістю 30–60 с кожні 15–20 км або 30–40 хв руху, а у разі виявленні ознак спуфінгу – кожні 8–10 км. Пробуксовування та різке маневрування можуть спричинити стрибок CEP до 40-50 м за хвилину. Оптимальні швидкості (40–60 км/год на шосе, 20–30 км/год на ґрунтових дорогах, 10–15 км/год бездоріжжям) знижують темп накопичення похибки на 30-50%. Після прибуття на позицію доцільно витримувати паузу 10–15 с для стабілізації корпусу та контролю параметрів просторового положення перед активацією автоматичного наведення.

Узагальнення результатів бойової експлуатації дозволяє сформулювати наступні положення. Точність ІНС залежить від якості сенсорної бази та суворого дотримання регламентів. Втрата супутникового сигналу на 1 годину без корекції ZUPT критично знижує точність вогню. Перспективними напрямами розвитку ІНС є впровадження датчиків із дрейфом менше 0,1°/год, вдосконалення алгоритмів адаптивної фільтрації та розширення мультисенсорної інтеграції для автоматичного виявлення аномалій навігаційного поля.

Дорохов О.М.
Стеценко С.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Перспективи модернізації артилерійських систем за результатами аналізу і досвіду російсько-Української війни визначаються швидким розвитком технологій, зміною характеру бойових дій та зростанням ролі високоточної зброї, що вимагає змін форм і способів застосування, управління та технічного оснащення артилерії.

У сучасних бойових діях, артилерія вже не розглядається тільки як засіб масованого вогневого ураження, а стає основним елементом інтегрованих систем розвідки та вогневої підтримки, де першочергове значення мають швидкість передавання даних, точність наведення та здатність до пристосування в умовах сучасного характеру ведення бойових дій.

Одним із головних напрямів модернізації є впровадження автоматизованих систем управління вогнем, які дозволяють скоротити час від виявлення цілі до її ураження, об'єднуючи дані з різноманітних розвідувальних джерел, що особливо актуально в умовах широкого застосування контрбатарейної боротьби.

Важливим питанням є також підвищення мобільності артилерійських систем шляхом переходу до самохідної бази з високою прохідністю, що забезпечує принцип «вистрілив і змінив позицію», зменшуючи ризик ураження у відповідь.

Велика увага приділяється розвитку високоточних боєприпасів, включаючи керовані снаряди з GPS- або лазерним наведенням, які дозволяють ефективно уражати цілі з мінімальною витратою боєприпасів та зменшенням супутніх втрат.

Також, перспективним напрямом модернізації є впровадження автоматизованих систем наведення гармат, що забезпечують швидке й точне орієнтування артилерійських установок за допомогою інтеграції навігаційних даних, цифрових карт і сенсорів, мінімізуючи вплив людського фактора. Дана система скорочує час підготовки до стрільби та підвищує ефективність ураження цілей навіть в умовах активної радіоелектронної протидії з боку противника.

Досвід війни також показав необхідність посилення захисту артилерійських підрозділів від засобів повітряного ураження противника та розвідувальних безпілотних літальних апаратів, що потребує розвитку засобів радіоелектронної боротьби, підвищення ефективності маскування та активного захисту.

Ще одним перспективним напрямом є цифровізація логістики та забезпечення боєприпасами, що дозволяє оптимізувати постачання і підвищити забезпеченість та стійкість підрозділів під час ведення тривалих бойових дій. Крім того, модернізація включає уніфікацію калібрів та стандартів відповідно до вимог союзників, що спрощує інтеграцію в міжнародні системи оборони та забезпечення.

Перспективним є розвиток штучного інтелекту для аналізу розвідувальних даних і прогнозування дій противника, що може суттєво підвищити ефективність застосування артилерії.

У підсумку, перспективи модернізації артилерійських систем полягають у переході до високотехнологічних рішень, які поєднують точність, мобільність і швидкість реагування, забезпечуючи перевагу на полі бою в умовах сучасної війни.

Дудуш А.С., канд. техн. наук, доцент
Сновидович Р.Р.
ХНУПС

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАЄКТОРНОГО РУХУ ГІПЕРЗВУКОВОЇ КВАЗІБАЛІСТИЧНОЇ РАКЕТИ

У ході російсько-Української війни значного поширення набуло застосування оперативно-тактичних ракет 9М723 "Іскандер-М", KN-23 та аеробалістичної ракети Х-47М2 "Кинджал", яка застосовується з надзвукового винищувача-перехоплювача дальньої дії МіГ-31К. Вони належать до класу гіперзвукових квазібалістичних ракет, що здійснюють політ за настильними або переважно балістичними траєкторіями з можливістю маневрування, що знижує передбачуваність їх руху та ускладнює перехоплення засобами протиповітряної/протиракетної оборони. Зазначені зразки озброєння активно використовуються для завдання ударів по військових, промислових та критично важливих об'єктах, що свідчить про зростання ролі гіперзвукових ракетних засобів у сучасних бойових діях.

У зв’язку з цим особливої актуальності набувають задачі дослідження параметрів руху, математичного моделювання траєкторій та розроблення методів оцінювання поведінки гіперзвукових квазібалістичних ракет на різних етапах польоту.

Квазібалістична траєкторія польоту, як правило, включає три характерні ділянки: кореговану активну, некеровану балістичну та керовану аеродинамічну. Кожна з них відрізняється особливостями руху ракети, впливом зовнішніх сил і характером роботи систем керування. На активній ділянці відбувається робота маршового двигуна, набір швидкості та формування початкових параметрів траєкторії з можливістю корекції напрямку польоту. На балістичній ділянці рух здійснюється переважно за інерцією, під дією сили тяжіння, тоді як на термінальному етапі ракета переходить до керованого аеродинамічного польоту.

Моделювання параметрів руху гіперзвукової квазібалістичної ракети на керованій аеродинамічній ділянці може здійснюватися шляхом розв’язання модифікованих рівнянь Кеплера, адаптованих до умов атмосферного польоту. Такі рівняння враховують дію основних аеродинамічних сил, зокрема сили лобового опору, а також горизонтальної та вертикальної складових підйомної сили. Це дозволяє більш точно описати зміну швидкості, висоти, кута нахилу траєкторії та дальності польоту ракети в умовах інтенсивної взаємодії з повітряним середовищем.

Водночас у спрощеній постановці задачі можуть не враховуватися вплив обертання Землі, ефекти Коріоліса та інші другорядні збурення, що дає змогу зосередитися на визначальному впливі аеродинаміки на траєкторні параметри руху. Такий підхід є доцільним під час первинного аналізу та побудови математичних моделей для оцінювання поведінки ракети на кінцевій ділянці польоту.

Розроблено модель траєкторії гіперзвукової квазібалістичної ракети на керованій аеродинамічні ділянці. Здійснено її інтеграцію з відомою моделлю балістичної траєкторії на основі рівнянь Кеплера, яка враховує програму управління кутом тангажа на корегованій активній ділянці. За даними тактико-технічних характеристик гіперзвукової квазібалістичної ракети типу 9М723 “Іскандер-М” побудовано варіанти траєкторій польоту даної ракети, а також подано відповідні графіки зміни висоти та швидкості польоту.

Жук І.С.
НДЦ РВіА

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

В умовах повномасштабної воєнної агресії російської федерації проти України забезпечення високої точності стрільби артилерії набуває визначального значення для досягнення вогневої переваги. Сучасні бойові дії характеризуються високою маневреністю військ, скороченням часу на прийняття рішень, активним застосуванням засобів контрбатарейної боротьби та широким використанням високоточної зброї. У таких умовах ефективність вогневого ураження безпосередньо залежить від здатності своєчасно та точно враховувати фактори зовнішнього середовища, серед яких метеорологічні умови відіграють ключову роль.

Метеорологічні умови мають складний просторово-часовий характер та суттєво впливають на параметри руху снаряда на усіх ділянках траєкторії. Зі збільшенням дальності стрільби до 40–70 км їх вплив на ефективність стрільби зростає непропорційно, що обумовлює домінування метеорологічної складової у загальній структурі похибок.

Практичний досвід ведення бойових дій вказує на те, що навіть незначні похибки у визначенні метеорологічних параметрів призводять до суттєвих відхилень точки падіння снаряда, особливо при стрільбі на максимальні дальності. Це, у свою чергу, зумовлює необхідність, збільшення витрат боєприпасів, зниження темпу ведення вогню та підвищення ризику викриття вогневих позицій підрозділів.

Традиційні підходи до метеорологічного забезпечення, які базуються на періодичних вимірюваннях і використанні усереднених даних, не відповідають умовам сучасного бою. Динамічність змін погодних умов та активна протидія противника, зокрема із застосуванням засобів радіоелектронної боротьби, обмежують можливості отримання достовірної метеорологічної інформації, а також знижують ефективність врахування метеорологічних умов у процесі підготовки установок для стрільби.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває перехід до адаптивних підходів врахування метеорологічних умов, що передбачають їх безперервний моніторинг, оперативну обробку та інтеграцію в систему управління вогнем. Важливим напрямом є впровадження автоматизованих систем управління, які у реальному часі забезпечать врахування змін метеорологічної обстановки під час підготовки установок для стрільби. Підвищення точності визначення метеорологічних параметрів може бути досягнуто за рахунок застосування безпілотних літальних апаратів, які здатні забезпечити отримання актуальної інформації про стан атмосфери безпосередньо в районі виконання вогневих завдань. Це дозволяє враховувати локальні особливості метеообстановки, які не відображаються у стандартних метеорологічних бюлетенях.

Перспективним напрямом є також використання сучасних методів обробки даних і прогнозування, що дозволяють оцінювати вплив змін метеорологічних умов на результати стрільби в режимі, близькому до реального часу. Це забезпечує підвищення адаптивності системи управління вогнем та дозволяє мінімізувати похибки.

Важливим фактором підвищення точності стрільби є скорочення часу між отриманням метеорологічних даних та відкриттям вогню, оскільки за цей період параметри атмосфери можуть суттєво змінюватися. У зв'язку з цим особливого значення набуває автоматизація процесів збору, передавання та обробки метеорологічної інформації.

Таким чином, у сучасних умовах ведення бойових дій метеорологічна підготовка стрільби є одним із ключових факторів досягнення вогневої ефективності артилерії. Розвиток має бути спрямований на підвищення точності, оперативності та стійкості до впливу противника, що дозволить забезпечити мінімальну витрату боєприпасів, а також підвищити ефективність ураження цілей та живучість підрозділів артилерії.

Жук С.М., канд. військ. наук
Катран В.Я.
НАДПСУ

ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Досвід застосування підрозділів ракетних військ і артилерії у сучасних умовах збройної боротьби підтверджує їхню вирішальну роль у досягненні переваги на полі бою та забезпеченні ефективного вогневого ураження противника. Значення цих підрозділів полягає не лише у потужності вогню, а й у здатності забезпечувати оперативну підтримку маневреним групам, стримувати наступальні дії противника та руйнувати його критично важливі об'єкти. У сучасних реаліях бойових дій артилерія стає одним із головних інструментів впливу на перебіг операцій.

Особливе місце у набутому досвіді посідає застосування безпілотних авіаційних систем, які стали невід'ємним елементом ведення артилерійської розвідки. БпЛА забезпечують своєчасне виявлення цілей, корегування вогню та оперативне оцінювання результатів ураження. Такий підхід значно підвищує точність вогневих ударів, зменшуючи витрату боєприпасів, а також сприяє уникненню контрбатарейних ударів. Поєднання артилерії з розвідувально-ударними комплексами формує єдину систему управління вогнем, яка здатна діяти швидко, чітко та з високою результативністю.

Маневреність артилерійських підрозділів стала ключовою умовою їхнього виживання на полі бою. Зміна вогневих позицій після здійснення кількох залпів, швидке згортання та переміщення дозволяють мінімізувати ризики ураження під час контрбатарейної боротьби. Така тактика стала стандартом, що вимагає від особового складу високого рівня підготовки, злагодженості та дисципліни. Водночас удосконалення інженерного забезпечення сприяє якіснішому облаштуванню вогневих позицій та підвищенню рівня захищеності підрозділів.

Використання високоточної зброї стало ще одним важливим аспектом сучасного досвіду. Підрозділи ракетних військ і артилерії демонструють високу ефективність під час ураження пріоритетних цілей, таких як командні пункти, склади боєприпасів, засоби ППО, вузли зв'язку та техніка противника. Точність цих засобів дозволяє досягати значних результатів при мінімальних втратах і з мінімальною витратою ресурсів.

Набутий бойовий досвід наголошує на важливості якісної та всебічної підготовки особового складу. Використання тренажерів, моделювання бойових ситуацій, інтеграція цифрових систем управління та систематичний обмін досвідом сприяють значному підвищенню рівня професійності військовослужбовців. Саме поєднання сучасних технологій, гнучкої тактики та високого рівня підготовки забезпечує підрозділам ракетних військ і артилерії здатність ефективно діяти в умовах сучасного бою.

Заболотнюк В.І., канд.іст. наук, ст. дослід.
Ленівий О.Ю.
НАСВ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕДАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВІД КРАЇН-ПАРТНЕРІВ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Після широкомасштабного вторгнення росії на територію України підсилення Сил оборони сучасними системами НАТО набуло визначального значення для перебігу та результатів війни. На початках Польща, Чехія, Естонія передали перші партії ствольної артилерії радянського зразка (152-мм Д-20 та 122-мм гаубиці Д-30, САУ 2С1 «Гвоздика» тощо). Наявність цих систем і особливо боєприпасів були вкрай обмеженими, тому країни НАТО почали постачати сучасні 155-мм артилерійські системи. У війні за свою незалежність Силам оборони України була необхідна зброя для гідної відсічі ворога, а саме для знищення складів і командних пунктів у тилу. Станом на липень 2022 р. Україні було передано 18 од. реактивних систем залпового вогню (РСЗВ) HIMARS і MLRS.

Україна отримала від країн-партнерів численні артилерійські системи. За кваліфікацією артилерійські системи розділяються: буксирована артилерія, самохідні артилерійські установки (САУ), РСЗВ. Основні типи озброєння, що передані Силам оборони: буксирована артилерія: М777 (США) – ствол 39 калібрів, скорострільність до 5 п/хв., мак. Д до 24,7 км стандартними снарядами і 40 км керованим Excalibur. Система оснащена цифровим прицілом для високої точності наведення. FH-70L119/L118 (Велика Британія) – калібр

105 мм. Використовують боєприпаси з роздільним заряджанням. Систему модифікували, замінили приціли на артилерійську систему наведення APS, яку встановлено над стволом.

САУ (155-мм): Panzerhaubitze 2000 (Німеччина) – гусенична, із довгим (L52) стволом. Д стрільби на 30 км звичайними снарядами та до 56 км з ракетним підкаліберним снарядом RAP. Екіпаж 4–5 осіб. Боєкомплект – 32 постріли. CAESAR (Франція) – колісне шасі. Скорострільність 6 п/хв і цифрові технології: оснащена інерціальною навігацією та балістичним комп'ютером, що забезпечує точне наведення і швидкий пуск з різних місць. Мобільність САУ дозволяє вести вогонь з пересувних позицій і одразу переміщатися «вистрілив і поїхав». AHS Krab (Польща) – гусенична. Спроєктована на базі шасі МВТ РТ-91 та башти AS-90M. Боєкомплект 60 снарядів. Систему обладнано польською системою управління вогнем ТОПАЗ (інтегровано з українським С4І), що забезпечує швидке планування і корегування стрільби. М109(США) – вага системи 28,8 т, екіпаж 6 чол, довжина ствола 39 калібрів, Д стрільби 30 км. AS-90 (Велика Британія) – установка важить 45 т, довжина гармати 39 калібрів, Д стрільби до 30/40 км. Zuzana 2 (Словаччина) – довжина ствола 52 калібри, обладнана броньованою кабіною для екіпажу (3 чол.), боєкомплект 40 снарядів, Д стрільби до 25 км. M109A6 Paladin (США) – дожина ствола 39 калібрів, Д стрільби до 24/30 км, екіпаж 5-6 чол. Archer (Швеція) – це сучасна гаубиця, встановлена на важкому всюдиході та дистанційно керована з броньованої кабіни. Передові балістичні розрахунки, швидке передислокування, висока точність з можливістю використання міжнародних боєприпасів. Базується на модифікованому шасі самоскида Volvo A30D з колісною формулою 6×6 високої прохідності. Д стрільби 30/40 км.

РСЗВ: HIMARS (США) – на колісному шасі FMTV/M1075. Д ураження цілей до 70–80 км (GMLRS) та понад 300 км (ATACMS). Висока точність реактивних снарядів HIMARS дозволяє вражати ворожі командні пункти, склади і логістичні вузли у глибоких тилах. М270 MLRS (США) – на гусеничній базі БМП Бредлі для ведення залпового вогню на відстані від 30 до 300 км. Багатофункціональний комплекс, який може використовуватися як РСЗВ, так і як оперативно-тактичний ракетний комплекс. MARS II (Німеччина) – пускова установка на гусеничному шасі фактично є ліцензійною копією американської М270 MLRS з незначними доопрацюваннями. Обладнана двома одноразовими блоками, по шість транспортно-пускових контейнерів з реактивними боєприпасами калібру 227 або 237 мм.

Поставка сучасного ракетно-артилерійського озброєння збалансувала кількісну перевагу російської артилерії. Ці системи забезпечили Силам оборони довготривалу вогневу підтримку та глибокий вогонь на новій технічній основі.

Звершховський І.В., д-р техн. наук, ст. дослід.
Дубас В.С.
ДП «Державне київське конструкторське бюро «Луч»
Майстренко О.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИКИ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКОЮ І ПУСКОМ (СУПП) РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ

Одним із ключових елементів ракетного комплексу є пускова установка, на яку покладають функції зберігання, транспортування, передстартової підготовки, контролю та пуску ракети. У структурі пускової установки особливе місце займає система управління підготовкою і пуском, яка забезпечує централізоване керування окремими підсистемами,

координацію їх функціонування та реалізацію алгоритмів передстартової підготовки і пуску. Надійність цієї системи істотно впливає на загальну надійність пускової установки та ефективність застосування ракетного комплексу в цілому.

Аналіз існуючих технічних рішень показує, що за наявності значної кількості практичних реалізацій систем управління підготовкою і пуском узагальнена методика їх побудови в достатньо систематизованому вигляді фактично відсутня. Унаслідок цього розроблення таких систем часто здійснюється на основі окремих конструкторських рішень без єдиної формалізованої методичної основи, що ускладнює оцінювання складності, надійності, вартості та перспектив подальшої модернізації відповідних систем.

З огляду на це доцільним є формування методики синтезу системи управління підготовкою і пуском на основі положень теорії релейних пристроїв, кінцевих автоматів та ієрархічної організації складних систем. Такий підхід дає змогу розглядати систему як багаторівневу структуру взаємопов'язаних автоматів, що реалізують окремі функціональні підзадачі та узгоджуються між собою в межах єдиного алгоритму функціонування. Використання ієрархічного подання дозволяє зменшити складність синтезу, перейти від загального алгоритму роботи системи до побудови її блокової структури та встановити зв'язок між функціональними вимогами і схемною реалізацією.

Формування такої методики доцільно здійснювати поетапно. На першому етапі необхідно провести аналіз алгоритмів функціонування існуючих систем управління підготовкою і пуском та виділити типові функціональні процедури. На другому етапі має бути побудована узагальнена алгоритмічна модель гіпотетичної системи. Далі на її основі доцільно сформувати блокову і структурну моделі системи у вигляді ієрархії автоматів, визначити зв'язки між алгоритмічним і структурним описом, а також побудувати узагальнені моделі окремих функціональних блоків. Завершальними етапами повинні стати оцінювання надійності, складності та вартості системи, а також перевірка придатності запропонованої методики на прикладних реалізаціях.

Таким чином, розроблення методики синтезу системи управління підготовкою і пуском ракетного комплексу є актуальним науково-технічним завданням, вирішення якого дозволить перейти від інтуїтивного проєктування до формалізованого підходу, що забезпечує обґрунтовану побудову структури системи, підвищення її надійності та ефективності, а також створює передумови для уніфікації рішень під час розроблення перспективних зразків ракетного озброєння.

Звершховський І.В., д-р техн. наук, ст. дослід.
Карпов А.С.
ДП «Державне київське конструкторське бюро «Луч»

ВЕРТИКАЛЬНИЙ СПОСІБ СТАРТУ ПРОТИКОРАБЕЛЬНИХ РАКЕТ З КОНТЕЙНЕРНИМ КОМПОНУВАННЯМ - СУЧАСНА СПЕЦИФІКА РАКЕТНИХ ОЗБРОЄНЬ

Сучасні умови бойового застосування протикорабельних ракетних комплексів, зокрема на прибережних напрямках, висувають підвищені вимоги до універсальності, мобільності, швидкодії та безпеки пускових установок. За цих умов особливого значення набуває вибір способу старту ракети з контейнерним компонуванням, оскільки він безпосередньо впливає на конструкцію пускової установки, час реакції комплексу, умови виведення ракети на бойовий курс і загальну ефективність застосування.

Проведений аналіз показує, що старт ракет із високим рівнем тягоозброєності під власною тягою супроводжується значними динамічними навантаженнями на пускову установку, що може перевищувати допустимі межі. У зв'язку з цим доцільним є використання контейнерного старту із застосуванням спеціальних газогенераторів та запуском стартового двигуна на безпечній висоті. Такий підхід створює передумови для реалізації як похилого, так і вертикального способу старту.

Похилий старт забезпечує відносну простоту реалізації, проте потребує часу на розгортання артилерійської частини пускової установки та орієнтування ракети за азимутом і кутом місця. Це збільшує час реакції комплексу, що є критичним під час ураження швидкоплинних цілей. Вертикальний старт, навпаки, дозволяє скоротити час підготовки до пуску, забезпечити пуск під сталими умовами та розширити азимутальні можливості комплексу. Додатковою перевагою є можливість інтенсивного розвороту ракети на початковій ділянці польоту з використанням аеродинамічних або спеціальних імпульсних органів керування, що сприяє швидшій компенсації помилок прицілювання.

Важливим чинником під час вибору способу старту є також забезпечення належного рівня надійності та збереження ракети в процесі зберігання, транспортування і бойового застосування. Контейнерне компонування в поєднанні з вертикальним стартом створює сприятливі умови для підвищення захищеності ракети від механічних і кліматичних впливів та реалізації принципу безперевірочного використання від моменту складання до пуску. Це спрощує експлуатацію комплексу у військах і підвищує його оперативні можливості.

Таким чином, вертикальний спосіб старту протикорабельних ракет з контейнерним компонуванням слід розглядати як перспективний напрям розвитку сучасних ракетних озброєнь. Його застосування дозволяє зменшити час реакції пускової установки, підвищити універсальність комплексу, покращити умови збереження ракети та забезпечити більш ефективне бойове застосування в складних умовах сучасних операцій.

Звонко А.А., канд. техн. наук, доцент
Бондаренко С.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ
Нікітюк С.В.
А2943

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ (СПЕЦІАЛЬНИХ) ЧАСТИН 155 ММ ВИРОБІВ 2С22 «БОГДАНА» ТА 2П22-БГ НА ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЯХ

Рішенням проблеми недостатньої кількості артилерійських систем під час відсічі збройної агресії росії стало розгортання виробництва артилерії всередині країни. Так, на даний час українська промисловість налагодила випуск 155 мм гаубиць 2С22 "Богдана" та 2П22-БГ.

Незважаючи на просту будову та відносну невибагливість до умов застосування відомо чимало прикладів передчасного виходу з ладу деталей, вузлів чи агрегатів виробів 2С22 "Богдана" та 2П22-БГ. Причому ці несправності мають як поодинокий, так і систематичний характер і спричинені як конструктивними недопрацюваннями, так і несвоєчасним проведенням заходів з технічного обслуговування після виконання завдань на вогневих позиціях.

Технічна документація виробів не визначає періодичність проведення всіх заходів технічного обслуговування в залежності від кількості пострілів. Крім того, вогневі позиції розміщені в межах так званої kill зони, що ускладнює виконання операцій з технічного обслуговування ремонтними групами і покладає відповідальність за їх виконання на особовий склад розрахунків.

З метою забезпечення постійної готовності до застосування 155 мм виробів СГ 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ, їхньої надійної роботи під час виконання бойових завдань, проведення в установлені терміни моніторингу їх технічного стану з подальшим повним та якісним виконанням робіт з технічного обслуговування відповідно до вимог технічної документації та рекомендацій ПрАТ «КЗВВ», своєчасного виявлення та усунення несправностей та відмов у військовій частині А2943 впроваджено «Єдину систему технічного обслуговування для артилерійських (спеціальних) частин 155 мм виробів 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ на вогневих позиціях», для реалізації якої розроблені наступні документи:

«Технологічну карту проведення технічного обслуговування 155 мм виробів 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ на вогневих позиціях»;

«Алгоритм відеофіксації проведення етапів технічного обслуговування 155 мм виробів 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ на вогневих позиціях»;

«Чек-лист проведення технічного обслуговування 155 мм виробів 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ на вогневих позиціях».

У технологічній карті визначені обов’язкові операції з технічного обслуговування залежно від кількості пострілів.

Відеофіксацію деяких етапів проводять як з метою контролю виконання заходів на рівні батарея-дивізіон, так і в подальшому, як відіграє роль підтверджувального фактора під час висування рекламацій.

Чек-лист використовує особовий склад з метою контролю за виконанням операцій.

Впровадження запропонованих пропозицій дасть змогу підвищити контроль за станом проведення технічного обслуговування, забезпечити постійну готовність до застосування та підвищити ефективність бойового використання 155 мм виробів СГ 2С22 «Богдана» та 2П22-БГ, а врахування систематичних несправностей виробником, їх доопрацювання підніме їх конкурентоспроможність на світовому ринку озброєння.

Зубков А.М., д-р техн. наук, старш. наук. співроб.
Красник Я.В.
Кірій С.Н.
Каменцев С.Ю.
НАСВ

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ НА ОСНОВІ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Підвищення тактико-технічних характеристик зразків ракетно-артилерійського озброєння, а також розширення можливостей та номенклатури засобів розвідки, що застосовують, призводять до необхідності уточнення, а в ряді випадків до перегляду умов їх оптимального бойового застосування.

З тактичної точки зору ця тенденція визначається:

– мінімізацією часу зайняття вогневої позиції і її залишення;

– мінімізацією часу перебування вогневого засобу на позиції;

- необхідністю ефективного захисту озброєння та розрахунків від ударів БпЛА;

– оптичною, електромагнітною скритністю маневру вогневим засобом і засобами розвідки та цілевказання;

– мінімізацією кількості вогневих засобів, які залучають до вогневого ураження як одиночних, так і групових цілей та їх максимальне розосередження;

– регламентацією максимального часу роботи активних засобів розвідки і наведення озброєння.

З технічної точки зору зазначені вимоги забезпечують:

– підвищенням точності стрільби артилерійських систем шляхом дооснащення їх радіолокаційними вимірювачами параметрів руху (пройденого шляху, швидкості і прискорення, зміни кутового положення поздовжньої осі) для автономної навігації і топогеодезичної прив'язки при зайнятті і зміні вогневої позиції та їх боєприпасів (початкової швидкості вильоту з каналу ствола) під час стрільби;

– підвищення завадозахищеності супутникових радіонавігаційних систем визначення координат і дирекційних кутів орієнтирних напрямків шляхом використання спеціалізованих антен і алгоритмів управління нульовим положенням їх діаграм спрямованості;

– відмовою від активних каналів пошуку, цілевказівки, наведення і управління, які випромінюють в звуковому та електромагнітному діапазонах хвиль;

– конструкторською інтеграцією каналів прицілювання і наведення (самонаведення) керованих боєприпасів;

–використанням для виявлення цілей електромагнітних випромінювань, що формуються діючими мережами стільникового зв'язку, радіо і телевізійного мовлення.

Важливу роль відіграють методи і засоби імітації бойової роботи вогневих засобів та імітація інструментального забезпечення пошуку, прицілювання і наведення артилерійського і ракетного озброєння, серед яких пріоритет належить:

– імітаторам пострілів (пусків) багаторазового використання з мінімізацією їх вартісті в порівнянні зі штатними бойовими засобами (доцільно, щоб вартість таких імітаторів не перевищувала 5% від вартості штатної артилерійської (ракетної) системи);

– імітаторам завадової обстановки з можливістю її просторово-часового змінення;

– імітаторам піледимових перешкод.

З організаційної точки зору зазначені вимоги забезпечуються:

- введенням в підрозділи РВіА підрозділів РЕБ та ППО ближньої дії (протидія БпЛА);

- введенням в підрозділи РВіА інженерних підрозділів (обладнання та маскування позицій, обладнання хибних вогневих позицій з встановленням макетів).

Важливо відмітити, що практична реалізація сукупності вищезгаданих дій вимагає уточнення відповідних нормативних вимог до експлуатації зразків озброєння ракетних військ і артилерії та бойової роботи їх розрахунків.

Іванишин М.І.
Ленівий О.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ТА АРТИЛЕРІЇ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНИ

Сучасний збройний конфлікт характеризується широким застосуванням ракетних військ та артилерії (РВіА) як основного засобу вогневого ураження противника. Досвід бойових дій на території України підтвердив визначальну роль артилерійських систем у досягненні тактичних і оперативних цілей, що зумовлює необхідність системного аналізу перспективних напрямів розвитку відповідних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ).

Аналіз тенденцій розвитку світової та вітчизняної думки у сфері розвитку РВіА дозволяє виділити кілька ключових напрямів. По-перше, підвищення дальності та точності ураження. Провідні країни НАТО активно впроваджують артилерійські системи з дальністю стрільби понад 70–100 км, зокрема за рахунок застосування активно-реактивних та планувальних боєприпасів. Реалізація проєктів типу Extended Range Cannon Artillery (ERCA) та розроблення гіперзвукових ракетних комплексів свідчить про прагнення досягти стратегічної глибини ураження засобами оперативно-тактичного рівня.

По-друге, автоматизація та роботизація артилерійських комплексів. Запровадження автоматичних систем заряджання, наведення та управління вогнем суттєво скорочує час реакції на ціль і зменшує чисельність обслуговуючого розрахунку. Перспективні зразки самохідних гаубиць (Archer, K9 Thunder, AS-90 Braveheart) уже реалізують режим «налетіла і пішла», що значно підвищує живучість на полі бою.

По-третє, інтеграція з системами розвідки та управління. Впровадження єдиного розвідувально-вогневого контуру на основі засобів безпілотної авіації, радіолокаційних станцій контрбатарейної боротьби та цифрових систем управління вогнем дозволяє скоротити цикл «виявлення – ураження» до мінімально можливих значень. Перспективним є застосування штучного інтелекту для автоматизованого розподілу цілей та вибору оптимального боєприпасу.

По-четверте, розвиток високоточних боєприпасів. Широке впровадження GPS/INS-наведення, лазерного напівактивного наведення та комбінованих систем наведення забезпечують кругове відхилення на рівні одиниць метрів. Перспективні боєприпаси типу Excalibur, Copperhead та вітчизняні розробки демонструють здатність до ураження малорозмірних і рухомих цілей у складних умовах радіоелектронної боротьби.

По-п’яте, підвищення мобільності та захищеності. Застосування нових матеріалів та компонувальних рішень дозволяє поєднувати броньовий захист обслуги з можливістю авіатранспортування та бойового розгортання у стислі терміни. Модульна архітектура сучасних ракетно-артилерійських комплексів забезпечує оперативне перенацілювання та технічне обслуговування в польових умовах.

Для Збройних Сил України пріоритетними напрямами є переозброєння на стандарти НАТО, розвиток власного виробництва прецизійних боєприпасів, впровадження автоматизованих систем управління вогнем та розбудова інфраструктури технічного обслуговування. Реалізація вищезазначених напрямів потребує системного підходу до планування військово-технічної політики та тісної взаємодії з оборонно-промисловим комплексом держави.

Таким чином, перспективи розвитку ОВТ РВіА визначаються синергією технологічних досягнень у галузях електроніки, матеріалознавства та штучного інтелекту. Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці науково-методичного апарату обґрунтування оперативно-тактичних вимог до перспективних зразків з урахуванням досвіду сучасних збройних конфліктів.

Ільків І.М., канд. техн. наук, доцент
Середюк Б.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВЕДЕННЯ ВОГНЮ РАКЕТНИМИ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ

Сучасна війна між Україною та росією характерна відсутністю суцільної лінії фронту, де ведення бойових дій відбувається поблизу населених пунктів, які противник використовує для прикриття своїх підрозділів, висуває підвищені вимоги до точності вогню артилерійських систем, потребують постійного удосконалення форм і способів застосування військ. Збройні конфлікти характеризуються розширеними просторовими та скороченими часовими показниками виконання завдань, необхідністю високого ступеня ураження цілей, високою швидкістю маневрування військами та вогнем. За рахунок високого рівня автоматизації значно спрощується процедура прийняття рішення в умовах бою. Наприклад, ціль вказується в межах декількох секунд – рівно стільки проходить від моменту виявлення цілі до передачі координат на засоби ураження. Головна ідея АСУ полягає в тому, щоб зробити солдатів, техніку, засоби розвідки, наведення й вогневого ураження частиною єдиного інформаційного простору, де кожна бойова одиниця бачить оперативну ситуацію на полі бою й управляється в режимі on-line. До загальних недоліків і проблем створення автоматизованих систем управління (АСУ) військового призначення можна віднести такі: недотримання методології створення АСУ; застарілість державних і галузевих стандартів щодо створення АСУ; занижене фінансування; розпорошеність ресурсів (фінансових, людських, часових тощо) та часта зміна замовників.

Викладемо коротко дані про використання досвіду залучення світових виробників. Компанія Iqusion представила свою нову розробку – автоматизовану систему управління, що допомагає координувати дії підрозділів, дозволяє об'єднати людей і техніку в єдиний інформаційний простір і здатна транслювати оперативні дані про бойові дії в режимі on-line. Розроблений софт установлюється на захищених гаджетах, де кожний солдат, сержант або офіцер працює з електронними картами необхідних для них форматів. На них з використанням звичних для більшості тактичних знаків наносяться дані про планову й фактичну тактичну обстановку. Щоб інформація була максимально точної, до системи можна підключити безліч датчиків – безпілотні літальні апарати, тепловізори, далекоміри, Gps-приймачі й багато чого іншого. Функція обміну повідомленнями в системі реалізована у вигляді тактичного чата (забезпечує обмін текстовими повідомленнями між конкретними користувачами й групами користувачів), що виключає помилки при передачі координат. Головна особливість – компонентна архітектура АСУ. Технологія передачі й зберігання інформації виконана за безсерверною технологією, тобто, з одного боку це дозволяє

використовувати пристрої будь-якої обчислювальної потужності з мінімальним енергоспоживанням, з іншого боку – якщо один з обчислювальних пристроїв потрапить на полі бою в руки ворога, той не одержить доступу до всього масиву інформації. Сама передача даних проводиться в зашифрованому форматі – навіть якщо її перехоплять, на розшифрування піде кілька годин, а на той час вона застаріє. Як показує досвід ЗСУ, мобільні дії вогневих озброєних засобів армії ворога, коротка тривалість їх перебування на вогневій позиції, а також ведення вогню з густонаселених районів вимагає від ракетних та артилерійських підрозділів сил ЗСУ значної точності та оперативності при відкритті вогню у відповідь. Потреба армії в АСУ на сьогодення велика, адже вона здатна значно підвищити ефективність застосування військ без переоснащення на нові зразки озброєння.

Ільків І.М., канд. техн. наук, доцент
Середюк Б.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ СИГНАЛІВ У СИСТЕМАХ ОВТ

Як свідчить війна України з росією, розвиток артилерійських засобів збройної боротьби вийшов на якісно новий рівень, відбулося значне зростання можливостей артилерійських засобів ураження, зокрема, підвищення їх потужності, дальності та швидкості вогневого впливу. Враховуючи значний відхід форм і методів ведення бойових дій від стереотипів минулих років, виникла гостра потреба вжити низку організаційно-технічних заходів, спрямованих на своєчасне інформаційне забезпечення даними (скупчення діючих у бойовому просторі живої сили та техніки своїх підрозділів) артилерійських підрозділів та комплексів при їх підготовці до стрільби. Інформаційна система для підготовки даних для стрільби артилерійських комплексів – одна з основних складових, яка забезпечує виконувати безпомилково бойові завдання.

Лазерні прилади військової розвідки розробляються, в основному, для досягнення мети розвідувальної задачі і забезпечення при цьому максимальної скритності свого місця знаходження. Розроблена система дозволяє: (використовуючи сучасні радіоелектронні компоненти та модулі обробки інформації) розширити можливості апаратури артилерійської розвідки наступним чином:

- встановлювати мініатюрні (в порівнянні з існуючими) сенсори АРР на відкритому просторі, який має хороші оглядові характеристики. При цьому сама бронемашина може знаходитись в окопі, на відстані десятків метрів від сенсорів спостереження, або добре замаскована;
- сенсори спостереження встановлюються за відповідною схемою, щоб своїми ТТД перекрити всю півсферу простору навколо бронемашини;
- чутливі сенсори спостереження реєструють сигнали далекоміра;
- вимірювальний імпульс запускає модуль передавача, який, у свою чергу, транслює сигнал тривоги через низькоенергетичні (мкВ) канали НВЧ зв’язку на обмежену визначену віддаль.

Розробки сучасної лазерної зброї провідних країн та напрями розвитку оптичних систем ОВТ є питанням часу. Інноваційними технологіями є застосування БпЛА. У лазерні й

напрямній системі використовуються розвідувальні безпілотні літальні апарати. БпЛА здатні знаходити та відстежувати компактні військові цілі на полі бою, визначати їх точні координати та передавати до артилерійської батареї інформацію в режимі реального часу, що знаходиться поблизу, яка потім знищить об'єкт противника за допомогою стандартного або лазерного керування снарядами. Військові США мають намір оснастити наступне бойових платформ потужною лазерною зброєю, яка буде використовуватися для захисту від ракет і безпілотних літальних апаратів. Компанія Boeing вже розробила портативну лазерну гармату проти дронів, які загрожують військовим та цивільним. Отже, сучасні бойові дії демонструють, що артилерія вже не є ізольованим засобом ураження, а функціонує як частина інтегрованої інформаційно-ударної системи. Поєднання розвідки, автоматизованої обробки даних і високоточної зброї забезпечує суттєве підвищення ефективності вогневого ураження та зменшення часу реагування. Використання лазерних технологій і БПЛА дозволяє досягти високої точності, скритності та оперативності виконання бойових завдань. У перспективі подальший розвиток таких систем буде спрямований на ще більшу автономізацію, підвищення стійкості до засобів радіоелектронної боротьби та інтеграцію з іншими видами озброєння. Це формує нову концепцію ведення війни, де ключову роль відіграє швидкість отримання, обробки та реалізації інформації.

Ісенко В.В.
НДЦ РВіА

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ

Розвиток ракетного озброєння, а також зміни тактики його застосування обумовлюють необхідність постійного вдосконалення ракетних комплексів.

Аналіз відкритих джерел, а також результати проведених досліджень вказують на те, що основними тенденціями розвитку сучасних ОТРК на сьогодні вважаються:

– забезпечення багатофункціональності за рахунок можливості застосування різного типу і призначення ракет (керованих і некерованих, балістичних і крилатих);

– покращення мобільності за рахунок:

а) покращення маневреності, а саме підвищення максимальної та середньої швидкості руху дорогами із різним типом покриття;

б) покращення прохідності, а саме покращення конструктивних та експлуатаційних характеристик повнопривідних автомобільних базових шасі;

в) покращення транспортабельності, а саме зменшення масо-габаритних розмірів;

г) покращення автономності, а саме збільшення: запасу ходу по паливу, запасу продовольства та води, часу автономної роботи обладнання, типу і кількості джерел живлення, дальності роботи засобів зв’язку;

– забезпечення живучості, яка досягається за рахунок:

а) підвищення захищеності, а саме: стійкості до вражаючих факторів високоточних засобів ураження; захищеності систем від засобів розвідки та РЕБ противника; удосконалення засобів маскування шляхом зниження демаскуючих ознак (габаритних розмірів, рівня теплового, звукового та електромагнітного випромінювання тощо);

підвищення рівня захисту основних складових ОТРК від осколкового ураження, стрілецької зброї та мінно-вибухових засобів; обладнання сучасними системами кондиціонування, автоматизованими системами пожежогасіння, системами моніторингу повітряної обстановки тощо;

б) підвищення оперативності, а саме зменшення часу на розгортання (згортання) у бойове (похідне) положення, виконання операцій підготовки та виконання завдань за призначенням;

– забезпечення всепогодності (цілодобовості) за рахунок сукупності конструктивних, навігаційних і організаційно-технічних рішень, а саме:

а) герметизації та конструктивного захисту обладнання;

б) використання автономних систем наведення з використанням інерціальних навігаційних систем;

в) використання радіолокаційних або оптико-електронних систем корекції;

– забезпечення універсальності за рахунок використання єдиних платформ шасі для різних типів машин ОТРК (СПУ, ТЗМ, КМУ), що значно спрощує логістику, обслуговування, ремонт та навчання персоналу;

– забезпечення автоматизованості за рахунок впровадження комплексу технічних і програмних рішень, які забезпечують мінімальну участь особового складу в процесах підготовки та виконання завдань за призначенням.

Таким чином, можна стверджувати, що основні тенденції розвитку сучасних ОТРК формуються під впливом змін форм і способів ведення сучасних бойових дій (проведення операцій), розвитку технологій та нагальних потреб сьогодення.

Іщенко В.П.
НДЦ РВіА

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ (КОМПЛЕКСІВ) АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ В ЗС УКРАЇНИ

Метою підконтрольної експлуатації є підтвердження відповідності озброєння та військової техніки вимогам нормативно-технічної документації в умовах використання за призначенням.

Нормативно-технічні документи – документи, що встановлюють технічні норми, правила, стандарти та характеристики для проєктування, виробництва, порядок постачання, експлуатації, відновлення ОВТ, а також порядок організації управління.

Основні види нормативно-технічних документів:

стандарти: національні (ДСТУ), галузеві, міжнародні (ISO) та стандарти організацій;

технічні умови: документи, що встановлюють технічні вимоги до конкретної продукції (зразка);

технічні регламенти: законодавчі акти, що встановлюють обов’язкові вимоги до продукції;

програми, методики, інструкції та настанови, що визначають порядок виконання робіт, випробувань, контролю якості.

Нормативно-технічні документи поділяються за рівнем затвердження: міжнародні, державні, міжгалузеві, галузеві, а також стандарти підприємств. Вони є обов'язковими для застосування, якщо на них є посилання в договорах або законодавстві.

Експлуатаційні документи – вид конструкторських документів, які окремо або у сукупності з іншими документами визначають правила експлуатації ОВТ та (або) відображають відомості, що засвідчують гарантовані виробником значення основних параметрів і характеристик (властивостей) ОВТ, гарантії і дані про їх експлуатацію протягом встановленого строку служби. Експлуатаційні документи призначені для експлуатації ОВТ, ознайомлення з їх конструкцією, вивчення правил експлуатації (використання за призначенням, технічного обслуговування, поточного ремонту, зберігання і транспортування).

Положення вищерозглянутих нормативних документів враховуються на всіх етапах проведення підконтрольної експлуатації зразків ОВТ та під час розроблення методичного апарату експериментального визначення показників надійності (безвідмовності, довговічності, збережуваності та ремонтопридатності).

Основним документом з проведення підконтрольної експлуатації є "Програма проведення підконтрольної експлуатації виробу", яка містить "Методичні рекомендації щодо визначення показників, за якими оцінюються зміни технічного стану виробу".

Існуюча методика проведення підконтрольної експлуатації неповною мірою забезпечує виконання покладених на неї завдань щодо забезпечення обґрунтованості рішень з прийняття на озброєння (постачання) зразків (комплексів) артилерійського озброєння після проведення підконтрольної експлуатації.

Діючі нормативно-технічні документи потребують оновлення. Це пояснюється тим, що прийнята у ЗС України Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу є основою для розроблення нових та перегляду існуючих нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів у сфері розвитку та функціонування оборонно-промислового комплексу.

Каляєв О.О.
Козарєзов М.А.
НАСВ

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ БМ 9А52-2 "ВІЛЬХА"

Надійність функціонування технічних систем значною мірою визначається технічним станом електроприводу, який забезпечує роботу виконавчих механізмів, а також впливає на точність, стабільність і безпеку технологічного процесу. У реальних умовах експлуатації електропривод зазнає дії комплексу електричних, механічних і теплових навантажень, які можуть спричиняти виникнення типових несправностей. До основних із них належать:

перевантаження за струмом;
відхилення напруги живлення;
перегрів обмоток;
підвищений рівень вібрації;
збільшення часу спрацювання.

Несвоєчасне виявлення зазначених відхилень призводить до погіршення технічних характеристик електроприводу, зменшення ресурсу його вузлів і виникнення відмов у роботі. У зв'язку з цим розробка системи контролю та діагностики, здатної в автоматизованому режимі відстежувати технічний стан електроприводу та своєчасно сигналізувати про відхилення від нормативних параметрів, є важливим практичним завданням.

Система контролю і діагностики призначена для безперервного моніторингу основних параметрів електроприводу, їх оцінювання та своєчасного виявлення відхилень від установлених норм. До контрольованих параметрів належать напруга та частота живлення, струм навантаження, температура елементів, положення виконавчого органу, час виконання команди та стан захисних пристроїв. Вимірювання зазначених параметрів здійснюється за допомогою датчиків струму, напруги, температури, тиску, а також кінцевих вимикачів і датчиків положення. Отримані сигнали надходять до блока обробки, у якому здійснюється їх порівняння з нормативними значеннями. У разі виходу параметрів за допустимі межі система автоматично формує попереджувальний або аварійний сигнал.

Впровадження системи контролю та діагностики забезпечує не лише фіксацію наявних несправностей, а й своєчасне виявлення ознак погіршення технічного стану електроприводу. Зокрема, збільшення струму навантаження може свідчити про зростання опору руху механізму, а підвищення температури – про перевантаження або недостатню ефективність охолодження.

Результатом упровадження такої системи є підвищення надійності електроприводу, спрощення технічного обслуговування та зменшення ймовірності раптових відмов. У сукупності це забезпечує підвищення ефективності експлуатації обладнання. Отже, розроблення та застосування систем контролю і діагностики є перспективним напрямом підвищення технічної готовності та загальної ефективності електроприводів.

Караванов О.А., д-р філософії, доцент
НАСВ

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА АРТИЛЕРІЇ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЮ

Сучасний характер бойових дій зумовлює необхідність тісної інтеграції розвідувальних і вогневих засобів. Практика застосування підрозділів артилерії показує, що досягнення необхідної точності та оперативності ураження цілей без використання безпілотних авіаційних комплексів є суттєво ускладненою.

У реальних умовах БпЛА виконують функцію постійного спостереження за районом дій, що дозволяє своєчасно виявляти противника, уточнювати його положення та контролювати результати вогневого впливу. При цьому ефективність артилерійських підрозділів значною мірою визначається не лише наявністю безпілотних засобів, а й рівнем організації їх взаємодії.

Практичний досвід свідчить, що найбільш результативною є така організація роботи, за якої екіпажі БпЛА діють у тісній взаємодії з конкретними артилерійськими підрозділами. Це забезпечує взаєморозуміння, скорочує час передачі інформації та дозволяє швидко реагувати на зміну обстановки. Важливим елементом є використання узгоджених процедур передачі координат і коригування вогню, що мінімізує ймовірність помилок.

Залежно від обстановки застосовуються різні підходи до взаємодії. У разі динамічних бойових дій перевага надається швидкому відкриттю вогню по виявлених цілях із подальшим уточненням результатів. У стабільних умовах більш ефективним є попереднє уточнення координат та підготовка вогню з подальшим одночасним ураженням декількох цілей.

Практика також підтверджує доцільність поєднання артилерійського вогню з діями безпілотних літальних апаратів ударного типу. У таких випадках артилерія використовується для ураження групових або площинних цілей, тоді як безпілотні засоби застосовуються для знищення окремих об'єктів, що залишилися, або цілей, які важко уразити артилерійським вогнем.

Важливим аспектом є забезпечення стійкості системи управління. В умовах протидії противника, зокрема застосування засобів радіоелектронної боротьби, значну роль відіграє наявність резервних каналів зв'язку, а також здатність підрозділів діяти за заздалегідь визначеними алгоритмами.

Суттєвий вплив на результат має рівень підготовки особового складу. Ефективна взаємодія досягається за умови регулярного відпрацювання спільних дій, уніфікації процедур та накопичення практичного досвіду. Відсутність злагодженості призводить до затримок у відкритті вогню, втрати цілей та неефективного використання ресурсів.

Окремим практичним аспектом є масовість застосування безпілотних засобів та необхідність координації їх дій. Одночасне використання декількох БпЛА в інтересах одного артилерійського підрозділу дозволяє забезпечити безперервність розвідки, уточнення цілей та контроль результатів ураження. Водночас це потребує чіткої організації повітряного простору, розподілу задач між екіпажами та запобігання взаємним перешкодам, що досягається шляхом впровадження єдиних процедур управління та планування.

Отже, практичні аспекти взаємодії БпЛА та артилерії визначаються комплексом факторів, серед яких ключовими є організація взаємодії, технічне забезпечення та рівень підготовки підрозділів.

Караванов О.А., д-р філософії, доцент
Болбов Д.В.
НАСВ

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВИЯВЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ

У сучасних умовах ведення бойових дій безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють ключову роль у системі розвідки та вогневого ураження. Одним із визначальних факторів ефективності їх застосування є оперативне та точне визначення координат виявлених об'єктів. Разом із тим масоване використання противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та спуфінгу сигналів супутникової навігації, суттєво обмежує можливості щодо застосування традиційних підходів визначення координат. Додаткову загрозу становлять засоби радіоелектронної розвідки, які здатні перехоплювати телеметричні сигнали та визначати місцезнаходження операторів БпЛА.

З метою підвищення живучості БпЛА мультироторного типу та їх операторів у сучасних умовах ведення бойових дій, в обов'язковому порядку застосовується анонімізація дронів. Її

сутність полягає у забезпеченні можливості виконання польотів без використання сигналів супутникової навігації GPS (GNSS), які можуть бути придушені або підмінені. За таких умов навігація, як правило, здійснюється шляхом візуальної орієнтації відносно заздалегідь обраних на місцевості орієнтирів. Однак цей підхід не завжди дозволяє забезпечити необхідну точність визначення координат виявлених об'єктів.

Одним із можливих шляхів розв'язання зазначеної проблеми є використання підходу, що передбачає геодезичну прив'язку БпЛА від орієнтира, що спостерігається і координати якого відомі, та в подальшому визначення координат цілі відносно БпЛА, використовуючи лише внутрішні телеметричні дані (відносна висота польоту, азимут на ціль (орієнтир) та кут нахилу камери).

Реалізація способу передбачає два етапи. На першому етапі у безпечному районі визначаються прямокутні координати та абсолютні висоти характерних орієнтирів у районі ведення повітряної розвідки. На другому етапі, під час виконання завдання з ведення повітряної розвідки, оператор візуально виявляє орієнтир з відомими координатами, здійснює наведення камери на нього та зчитує відносну висоту польоту, кут нахилу камери та азимут на орієнтир. На основі цих даних визначається горизонтальна відстань до орієнтира та розв'язується пряма геодезична задача для отримання координат БпЛА. В подальшому оператор переводить камеру на ціль та визначає її координати відповідно до зазначеного алгоритму. Після первинного визначення координат здійснюється корекція значення висоти місцевості в районі цілі, що дозволяє зменшити похибку, пов'язану з перепадами висот. Далі, використовуючи ітераційний підхід, розрахунок координат виконується повторно, що забезпечує поступове наближення до більш точного результату та підвищує загальну достовірність визначення місцеположення об'єкта.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечить визначення координат виявлених об'єктів з необхідною точністю та підвищить ефективність виконання завдань з повітряної розвідки противника в умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби та радіоелектронної розвідки. Його основними перевагами є автономність роботи та відсутність залежності від супутникових навігаційних систем.

Кісельов А.А.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

ВПЛИВ ПОХИБОК ДИРЕКЦІЙНИХ КУТІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ У СИСТЕМІ "FILIN"

Сучасний розвиток контрбатарейної боротьби характеризується зростанням вимог до точності визначення координат вогневих засобів противника та скороченням часу реагування артилерійських підрозділів. У цих умовах особливого значення набувають пасивні оптико-електронні системи розвідки, які забезпечують приховане спостереження та визначення координат цілей без демаскування власних позицій. Одним із таких засобів є система нічної оптико-електронної розвідки "FILIN", що здійснює фіксацію світлових проявів пострілів та визначає координати вогневих позицій методом спряженого спостереження. Водночас ефективність функціонування системи значною мірою залежить від точності визначення дирекційних кутів, які є базовими параметрами для розрахунку координат цілей.

Нами проаналізовано вплив похибок дирекційних кутів на точність визначення координат у системі “FILIN”. Встановлено, що навіть незначні похибки вимірювання кутів призводять до суттєвого зростання лінійної похибки при визначенні координат, особливо на великих відстанях спостереження. Зокрема, при похибці дирекційного кута в межах 1 поділки кутоміра на відстані близько 10 км лінійна похибка становить орієнтовно 10 м, тоді як на відстанях 40-50 км вона зростає до десятків метрів. При збільшенні похибки до 3-5 поділок кутоміра відхилення координат можуть досягати сотень метрів, що критично знижує ефективність застосування артилерійських засобів ураження. Таким чином, точність визначення координат у системі прямо залежить від якості вимірювання дирекційних кутів і геометрії спряженого спостереження. Особливістю системи є те, що визначення координат здійснюється методом перетину напрямків із декількох спостережних пунктів, що підсилює вплив навіть малих кутових похибок. У випадку одночасної наявності похибок на декількох спостережних пунктах формується сумарна помилка, яка зростає пропорційно дальності до цілі та залежить від конфігурації мережі. При цьому встановлено, що найбільш сприятливими умовами для зменшення похибок є забезпечення кутів перетину напрямків, наближених до 90°, що дозволяє мінімізувати вплив похибок вимірювання. Додатковими факторами, які впливають на точність, є якість оптичної системи, стабільність кріплення камер, а також правильність визначення центру спалаху оператором.

Важливим елементом підвищення точності є калібрування камер системи “FILIN”. Первинне калібрування дозволяє врахувати геометричні спотворення оптичної системи та сформувати коректну дирекційну сітку, тоді як регулярне польове уточнення орієнтування забезпечує актуальність даних у змінних умовах бойової обстановки. Крім того, суттєвий вплив має рівень підготовки операторів, які здійснюють ідентифікацію центрів спалахів та контроль правильності засічок. Недостатня точність їхніх дій може призводити до додаткових похибок, що сумуються із технічними неточностями системи.

Отже, результати дослідження свідчать, що похибки дирекційних кутів є одним із ключових чинників, що визначають точність роботи системи “FILIN”. Їх мінімізація досягається за рахунок якісного калібрування камер, оптимальної геометрії розміщення спостережних пунктів та підвищення рівня підготовки особового складу. Урахування цих факторів дозволяє суттєво підвищити точність визначення координат вогневих засобів противника, скоротити час прийняття рішень і підвищити загальну ефективність контрбатарейної боротьби в сучасних умовах ведення бойових дій.

Кобзан С.М., канд.техн.наук, доцент
ДНДІ ВС ОВТ
Харченко О.Л.
ННВП ВТ ОВТ
Фіцайло Т.М.
Зозуля Л.А.
ДНДІ ВС ОВТ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ФІКСАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Проведення великої кількості випробувань ракетних комплексів та артилерійських систем (РКАС), застосування сучасних геоінформаційних технологій в умовах ведення бойових дій стимулює розвиток новітніх методів обробки великого обсягу даних, в тому числі для оцінювання характеристик РКАС. Одним з основних існуючих рішень сьогодні є визначення точки цілі та нанесення координат здійсненого пострілу на карту.

При відпрацюванні такого завдання необхідно проводити додаткові розрахунки та, практично в ручному режимі, перевіряти місце влучання і наносити його на карту. Для цього використовується штатне обладнання, за допомогою якого можна провести вимірювання та отримати необхідні результати. На практиці використовують спеціальне базове геодезичне обладнання для вимірювання результатів випробувань.

Цей підхід є неперспективним, тому що координати вводяться вручну або напівручним способом, відсутня автоматична інтеграція з архівами випробувань, відсутнє автоматизоване формування статистичних звітів, а також, вплив людського фактора збільшує ймовірність помилок.

Перспективним напрямом є використання БпЛА для фіксації місця влучання і автоматичну передачу отриманої інформації в систему ситуаційної обізнаності Delta. Перехід до удосконаленої моделі з автоматичною передачею даних до системи ситуаційної обізнаності «Delta» дозволить:

- зменшити похибку визначення координат;
- скоротити час обробки результатів;
- підвищити достовірність статистичних оцінок;
- створити загальний цифровий архів випробувань.

Таким чином, використання ГІС-технологій, цифрових карт та автоматизованих систем управління бойовими діями суттєво розширює можливості аналізу, дозволяє вдосконалити процедури збору, синхронізації та обробки інформації при проведенні випробувань.

Пропонується розробити вдосконалену моделі ГІС для обробки результатів випробувань.

Розроблена модель ГІС вирішує наступні завдання:

1. Інтегроване просторово-часове збирання та зберігання даних.
2. Аналіз і візуалізація результатів випробувань для отримання висновків щодо:

- оцінювання точності стрільби;
- аналізу розсіювання снарядів;
- розрахунок вектору похибки пострілу, середнього квадратичного відхилення та ймовірності ураження цілі.

Використання ГІС-технологій, цифрових карт, БпЛА та автоматизованих систем управління суттєво розширює можливості аналізу, дозволяє вдосконалити процедури збору, синхронізації та обробки інформації під час випробувань та перейти від ручних операцій до єдиного цифрового середовища оброблення та узагальнення результатів.

Коваль Р.С.
Кравець Т.М., канд.геогр.наук, доцент
НАСВ

МЕТОД ОРІЄНТУВАННЯ КАМЕРИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РОЗРИВУ З ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА

Сучасна війна вимагає підвищення точності визначення координат цілей і це є одним із ключових чинників ефективного застосування артилерії, безпілотних систем та інших засобів вогневого ураження. Особливого значення набуває забезпечення високої точності роботи оптико-електронних засобів розвідки, таких як «Сова» та «Філін», які широко застосовуються для виявлення та супроводження цілей. Однією з основних проблем їх застосування є орієнтування камери, похибки якого безпосередньо впливають на точність визначення координат об’єктів спостереження. Коли камера не зорієнтована в денний час. а потрібно її орієнтувати в нічний час, виникає проблема з орієнтуванням.

Нами запропоновано метод орієнтування камери оптико-електронних засобів розвідки, що базується на розв'язанні оберненої геодезичної задачі з використанням фактичних координат розриву артилерійського снаряда. Суть методу полягає у здійсненні контрольного пострілу гармати по заздалегідь визначеній ділянці місцевості з подальшим визначенням координат розриву за допомогою безпілотного літального апарата мультироторного типу, з точністю до 5-10 м.

Визначення координат розриву здійснюється шляхом співставлення із цифровими картографічними матеріалами у програмному забезпеченні та цифровими моделями рельєфу. Це дозволяє отримати координати розриву з високою точністю та прив'язкою до єдиної системи координат. Після цього виконується обернена геодезична задача з використанням координат розриву та відомих координат камери, отримуємо дирекційний кут на розрив, куди була наведена камера.

У результаті, навівши камеру на розрив та отримавши координати після визначення дирекційного кута вводимо кут у камеру оптико-електронної розвідки таких засобів, як «Сова» чи «Філін».

Запропонований метод дозволяє врахувати як випадкові, так і систематичні похибки, зокрема похибки визначення дирекційного кута, похибки геопросторових даних, а також вплив особливостей рельєфу місцевості. Використання БпЛА мультироторного типу забезпечує оперативність отримання інформації, високу деталізацію зображень та можливість роботи в складних умовах.

Практичне застосування запропонованого підходу дозволяє суттєво підвищити точність визначення координат цілей оптико-електронними засобами розвідки, що, у свою чергу, сприяє зменшенню витрат боєприпасів, підвищенню ефективності вогневого ураження та скороченню часу на виконання вогневих задач. Метод може бути інтегрований у систему бойового забезпечення підрозділів артилерійської розвідки та використаний у процесі підготовки фахівців.

Таким чином, використання контрольного пострілу з подальшим визначенням координат розриву за допомогою БпЛА та розв'язання оберненої геодезичної задачі є ефективним та практично реалізованим способом орієнтування камери оптико-електронних засобів розвідки в сучасних умовах ведення бойових дій. Цей спосіб є одним із варіантів орієнтування камер і особливо набуває актуальності в нічний час, коли не зорієнтована камера, та не є однозначним і єдиним.

Ковальчук О.В.
Скорохватов О.М.
ВА (м. Одеса)

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ І ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ІЗ МЕТОЮ ЗМІЦНЕННЯ РІВНЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ

Системний рівень перспективності та доцільності розвитку реактивних систем та військової техніки ракетних військ із метою зміцнення рівня застосування озброєння, тобто стратегія ключових елементів вогневої потужності в умовах сучасності Збройних Сил України, тобто високоточного, вибіркового застосування засобів ураження із мінімізацією витрат ресурсів, із зазначенням витраченого часу під час виконання бойових завдань.

Ідентифікація номінальних напрямів із метою удосконалення високоточних боєприпасів, здатних протягом ураження цілей із мінімальним відхиленням завдяки застосування супутникової навігації, інерціальних систем наведення та лазерного підсвічування, тобто паралельність алгоритміки у форматі збільшення дальності ураження, що дозволяється знищення ворога із залученням значної відстані, тобто зниження ризиків відносно власних підрозділів.

Синхронізація ключових тенденцій у вигляді трансформації відносно некерованих реактивних снарядів стосовно високоточних керованих боєприпасів під час використання сучасних систем наведення у форматі супутникових навігацій та інерціальних систем, відповідно дозволяється підвищення ефективності ураження цілей й зменшення витрати боєкомплекту, тобто сприяння із метою зниження побічних втрат та підвищення вибірковості під час впровадження реактивних систем.

Каскад перспективності та доцільності розвитку реактивних систем та військової техніки ракетних військ із метою зміцнення рівня застосування озброєння відносно реактивних систем залпового вогню, що відбувається у напрямі підвищення точності, дальності, автоматизації та інтеграції у єдину систему управління військами, тобто забезпечення ключової мети у сучасних й майбутніх збройних конфліктах.

Кореляція особливої уваги приділяється автоматизації процесів управління вогнем із метою використання цифрових систем, відповідно дозволяється скорочення часу у контексті виявлення цілі та ураження, підвищення доцільності й коригування дій підрозділів у контексті розвитку системи обміну даними, тобто об’єднання лінійки родів військ у єдину інформаційну мережу.

Відповідно підвищення мобільності й живучості перспективності та доцільності розвитку реактивних систем та військової техніки ракетних військ із метою зміцнення рівня застосування озброєння досягається із рахунку впровадження сучасних шасі, швидкого розгортання й згортання позицій під час залучення засобів маскування та протидії радіоелектронній боротьбі ворога, тобто актуальність впровадження розвідувальних засобів у вигляді безпілотних апаратів із метою забезпечення швидкого виявлення цілей, оперативного коригування вогню та оцінку результатів ураження під час формування розвідувально-ударного контуру у контексті високоефективного елемента вогневого ураження.

Колесник О.О.
Поліщук А.М.
Мазій В.Р.
Снітков К.І., д-р філософії
Фіщук І.М.

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

З початку повномасштабного вторгнення навіть такі зразки озброєння, як міномети, відігравали суттєву роль у відсічі противника. Водночас значні ділянки поля бою контролюються безпілотними літальними апаратами, що істотно змінює характер бойових дій. За таких умов визначальним фактором стає не кількість озброєння, а ефективність вогневого ураження, зокрема його точність і дальність.

Сучасні умови ведення бойових дій, зокрема широке застосування безпілотних літальних апаратів і FPV-дронів, зумовлюють формування так званих «kill zone» та суттєве підвищення вразливості артилерійських підрозділів. Це потребує впровадження нових підходів до застосування артилерії та вдосконалення її технічного оснащення.

У цих умовах перед Збройними Силами України постають завдання щодо модернізації наявних зразків озброєння та створення нових систем, адаптованих до вимог сучасної війни. Основними напрямами розвитку є підвищення живучості підрозділів, скорочення часу перебування на вогневих позиціях, автоматизація процесів управління вогнем і зниження ризиків для особового складу.

Одним із ключових напрямів є підвищення точності ураження цілей, що дає змогу зменшити витрати боєприпасів і підвищити ефективність бойового застосування. Це досягається шляхом упровадження високоточних боєприпасів, сучасних цифрових систем управління вогнем та інтеграції артилерії з розвідувальними безпілотними системами.

Важливим аспектом залишається модернізація наявного парку озброєння та розвиток вітчизняного виробництва артилерійських і ракетних систем. В умовах війни критичного значення набуває спроможність держави забезпечувати власні потреби в озброєнні.

У сучасних умовах дальність і точність вогневого ураження набувають визначального значення. Збільшення дальності стрільби дозволяє уражати цілі противника поза межами досяжності його вогневих засобів, що знижує ризик контрбатарейного ураження та підвищує живучість підрозділів. Водночас висока точність забезпечує ефективне ураження цілей із мінімальною витратою боєприпасів, скорочує час виконання вогневих завдань і зменшує демаскувальні ознаки. Сукупність цих факторів безпосередньо впливає на загальну ефективність бойового застосування артилерії.

Перспективним технічним напрямом є створення артилерійських систем із довжиною ствола 52 калібрів, що забезпечує збільшення дальності стрільби та розширення бойових можливостей підрозділів.

Отже, розвиток ракетних військ і артилерії має бути спрямований на підвищення точності та дальності вогневого ураження, автоматизацію управління, інтеграцію з безпілотними системами та підвищення живучості підрозділів, що забезпечить досягнення переваги над противником у сучасній війні.

Конвісар М.Г.
НДЦ РВіА

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ СНАРЯДІВ ЗІ СКЛАДНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ ПОЛЬОТУ

Снаряди зі складною траєкторією польоту – снаряди, які мають комбіновану балістичну траєкторію руху, що складається з декількох ділянок (активної, пасивної), та можуть використовувати спеціальні системи керування польотом. До таких типів снарядів відносяться: реактивні, активно-реактивні та керовані снаряди.

Для моделювання траєкторії польоту снаряда зі складною траєкторією використовуються математичні моделі, що враховують шість ступенів свободи твердого тіла, які складаються з трьох компонентів лінійних швидкостей центру мас (як в інерційних координатах, так і в координатах тіла) та трьох компонентів вектора кутової швидкості відносно центру мас (координати тіла).

Для розрахунків аеродинамічних коефіцієнтів снарядів зі складною траєкторією польоту використовується удосконалена методика визначення балістичних властивостей снаряда, яка включає методи розрахунку кожної його складової.

Удосконалена математична модель руху снарядів зі складною траєкторією польоту забезпечує можливість з достатньою точністю моделювати всю траєкторію польоту та є універсальною для всіх типів снарядів. Використання цієї моделі забезпечує можливість складати розрахункові таблиці стрільби.

За результатами проведення табличних стрільб відповідним типом снаряда на визначених кутах підвищення зі встановленою витратою снарядів проводиться підбір коефіцієнта узгодження форми снаряда для реальної траєкторії польоту снаряда та розрахованої за аеродинамічними коефіцієнтами. Для порівняння та співставлення траєкторій використовуються дані зовнішньотраєкторних вимірювань, які включають:

тривимірні координати положення снаряда в просторі під час його руху по траєкторії;

вектори швидкостей;

часові показники з інтервалом вимірювань у межах від 0,01 до 0,1 с.

У програмному комплексі “Автоматизована система створення таблиць стрільби” перевіряється правильність визначення установок для стрільби, а в емуляторі стрільби за даними кутами прицілювання визначається дальність до розривів, яку необхідно порівняти з реальними даними стрільб. За необхідності, проводиться коригування отриманих даних.

Шляхом розв’язання системи диференційних рівнянь руху центру мас снаряда по просторовій траєкторії розраховуються основні та допоміжні табличні дані та формуються попередні таблиці стрільби для вибраних зарядів шляхом інтегрування диференційних рівнянь від мінімального прицілу до максимального з кроком 0,1…0,5 тис (мілс).

Для перевірки та уточнення попередніх таблиць стрільби проводяться контрольно-перевірочні стрільби по цілях на установках для стрільби, визначених з використанням цих таблиць. Стрільби проводяться на 2-3 (максимальному і найбільших) зарядах. За результатами порівняння розрахованої дослідної дальності стрільби до цілі і отриманої дальності стрільби до розриву проводиться уточнення таблиць стрільби. За потреби коригування таблиць стрільби до пострілів для вибраних зарядів додаються постріли контрольно-перевірочних стрільб і виконуються уточнюючі розрахунки.

Таким чином, досягається достатня точність таблиць стрільби за рахунок використання покращеної універсальної математичної моделі для всіх типів снарядів.

Королько С.В., канд. техн. наук, доцент
Василюк М.П.
НАСВ

РАКЕТНІ ДВИГУНИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ НА ОСНОВІ АЕРОСПАЙКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

В умовах російсько-Української війни потреба в сучасних ракетних технологіях є одним із ключових напрямів розвитку сучасного оборонного потенціалу держави. Для України розвиток власних ракетних систем є не лише воєнною необхідністю, а й також необхідним елементом стратегічного стримування противника.

Сучасні реактивні двигуни визначаються широкими діапазонами дальності, різними швидкостями та підвищеною маневреністю, що забезпечує їх стабільну роботу. Особлива увага приділяється енергоефективним та компактним силовим установкам. Разом з тим, ефективність роботи ракетного двигуна та формування тяги при зміні атмосферного тиску і висоти польоту є одними з ключових у ракетобудуванні. Основна його складність полягає в тому, що зі збільшенням висоти атмосферний тиск суттєво зменшується і впливає на процес

розширення газів у соплі двигуна. На малих висотах високий зовнішній тиск обмежує ефективне розширення потоку продуктів згоряння, через що частина потенційної енергії втрачається і тяга знижується. Навпаки, на великих висотах гази можуть надмірно розширюватися, що призводить до неправильної геометрії сопла і також знижує ефективність його роботи. Часто можуть виникати проблеми зі стабільністю горіння палива, де зміна зовнішнього тиску впливає на умови роботи двигуна в камері згоряння, що впливає на аеродинамічне навантаження і тягне за собою підвищені вимоги до керування ракетою.

У зв'язку з цим науковці довший час намагались створити такий аеродинамічний двигун, щоб на його роботу мінімально впливали параметри зовнішнього тиску атмосфери. У період з 2020 по 2024 рік було створено двигуни нового покоління на основі аероспайкової системи, які забезпечували підвищену точність управління процесами горіння палива за рахунок стабільних режимів роботи тяги на різних висотах. Роботи над створенням високоефективної камери згоряння в ракетних двигунах за аероспайковою технологією почались ще раніше, проте стримувались складністю виготовлення елементів камери згоряння. Важливим аспектом для модернізації стало створення тороїдальної камери та системи охолодження за допомогою спеціальних алгоритмів. При цьому для її виготовлення було використано адитивні технології штучного інтелекту (ШІ). Тороїдальна камера згорання була надрукована на 3-D принтері на основі мідного матеріалу, який забезпечує швидке охолодження камери згоряння за рахунок високої теплопровідності. Його ключова особливість полягає у відсутності класичного сопла Лаваля, яке замінюється аероспайковим елементом – центральним тілом, уздовж якого формується реактивний струмінь. Завдяки цьому тиск довкілля саморегулює форму струменя, підвищуючи питомий імпульс тяги як на рівні моря, так і у вакуумі. Аероспайкова система тяги забезпечує більш стабільну роботу двигуна під час активної ділянки польоту ракети. Цифрові технології керування ракетою на основі системи «нейрон» аналізують дані про тиск, температуру, витрату палива та кількість окисника в реальному часі. На основі цих даних нейромережа оптимізує режим згоряння палива та розподіл тяги без втручання оператора. Це в свою чергу стабілізує роботу камери згоряння двигуна ракети на різних висотах. Таким чином, використання технологій створення сучасних ракетних двигунів дозволить підвищити потенціал ракетних технологій в Україні.

Коцемир О.В.
Ликова І.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ РУХУ БОЄПРИПАСІВ У ПРОЦЕСІ БАЛІСТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ДАНИХ ДЛЯ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються високою швидкістю маневрування військами та вогнем. При проведенні військових операцій окремі взводи та окремі артилерійські системи (АС) досить часто використовуються в автономному режимі для виконання завдань вогневого ураження, в тому числі і для стрільби із закритих вогневих позицій. У цьому випадку на ефективність ураження цілей суттєво впливають похибки визначення даних для стрільби на ураження кожної окремої АС. При стрільбі на максимальні дальності суттєву вагу в загальній системі похибок мають похибки балістичної підготовки. Тому передові у військовому відношенні країни при створенні і модернізації АС з метою підвищення точності стрільби оснащують кожну з них радіолокаційними вимірювачами швидкості боєприпасів (РВШБ).

У сучасних умовах високодинамічного бою та в умовах застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) визначення початкової швидкості вильоту боєприпасів неможливо без оснащення АС завадозахищеними РВШБ. Тому їх реалізацію доцільно здійснювати в тій частині міліметрового діапазону, що має найбільше згасання в приземному шарі атмосфери, а саме в 5 мм діапазоні. Аналіз показує, що такий діапазон має і близьку до максимальної допплерівську чутливість. Крім того, використання цього діапазону мінімізує масо-габаритні характеристики приймально-передавальних і антенно-фідерних трактів РВШБ.

Як приклад реалізації розглянуто РВШБ, що розробляється філією ТОВ "НВП "Ефір-С" у м. Львові. Такий РВШБ призначено для роботи в умовах ударних навантажень, вібрацій і широкого діапазону температур. Розроблена амортизаційна платформа (АП) та уніфіковані кронштейни дозволяють встановлювати РВШБ на більшості типів колісних і гусеничних АС вітчизняного та іноземного виробництва. Для оперативного кріплення при проведенні експериментальних досліджень РВШБ розроблено спеціальну магнітну платформу, що дозволяє оперативно адаптувати платформу до поверхонь різної кривизни і встановлювати РВШБ на будь-яких АС.

Для дослідження впливу зовнішніх механічних факторів. що діють на РВШБ при встановленні на АС, розроблено програмно-апаратний комплекс оцінки ударних і вібраційних навантажень до і після АП. Такий підхід дозволяє оптимізувати структуру АП в цілому і вибрати технічні характеристики її окремих елементів.

Проведені експериментальні випробування АП при встановленні РВШБ на різних типах АС, що стоять на озброєнні Сухопутних військ ЗС України. За результатами випробувань визначені шляхи оптимізації АП для зменшення дестабілізуючих чинників зовнішніх механічних впливів на точність і надійність роботи РВШБ.

У рамках подальших досліджень планується відпрацювання алгоритмів і програм сумісної роботи РВШБ з інерційними датчиками для підвищення точності визначення початкової швидкості вильоту боєприпасів, а саме:

− удосконалення алгоритмів апріорного введення стежних пристроїв у синхронізм;

− зменшення часу схоплення відбитого від боєприпасу доплерівського сигналу;

− збільшення часу супроводу боєприпасу при значному зниженні енергетичного потенціалу за час вимірювання;

− уточнення алгоритмів апроксимації приведення поточних значень швидкості боєприпасів до дульного зрізу каналу ствола.

Окремим питанням є оптимізація складових і АП в цілому для збільшення експлуатаційної надійності РВШБ.

Красник Я.В.
Ніколаєв С.Т.
НАСВ
Жук С.М., канд. військ. наук
Михайлюк Ю.О., доктор філософії
НАДПСУ

ЗМІНА РОЛІ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ СУЧАСНОСТІ

Бойові дії під час відсічі повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України 2022-2025 років формулюють нові вимоги до тактико-технічних характеристик озброєння і військової техніки (ОВТ) і тактики бойового застосування військ. Змінилося ставлення до ракетних військ і артилерії (РВіА). Як наслідок, США вже приступили до удосконалення якісних характеристик ОВТ РВіА. Росія також нарощує ракетне та

артилерійське озброєння – збільшує дальність їх дії і точність. На порядку денному створення ракетних комплексів з гіперзвуковими швидкостями доставки боєприпасів до цілі.

Обмін ударами ракет і вогнем артилерії є складовою ведення наземних бойових дій військ (сил). Застосування сучасних зразків ОВТ РВіА дозволяє проводити пуски ракет, вести вогонь артилерії по об'єктах противника на значні відстані. У сучасній війні РВіА присутні наступні основні (традиційні) варіанти застосування:

– ураження важливих об'єктів противника;

– ураження скупчень живої сили противника;

– контрбатарейна боротьба;

– вогнева підтримка своїх військ.

Значних змін зазнала тактика бойового застосування РВіА:

– бойові порядки підрозділів передбачають розосередження вогневих засобів;

– змінились розміри вогневих позицій артилерії, стартових позицій ракетних військ;

– збільшились відстані розташування вогневих (стартових) позицій від переднього краю і між ними.

Зміни відбулися і в технічному оснащенні РВіА:

– в рази збільшилась кількість застосування високоточних боєприпасів;

– швидкими темпами впроваджується автоматизація процесів підготовки і проведення пусків ракет і ведення вогню артилерії;

– артилерійські системи використовується в комплексі з безпілотними літальними апаратами (БпЛА). Нарощується і удосконалюється угруповання БпЛА різних типів. Така комбінація забезпечує вогневе ураження противника в реальному масштабі часу та більш ефективно.

Окремо слід відмітити, що, незважаючи на масове і ефективне застосування БпЛА, замінити ракетні комплекси і артилерійські системи ударними БпЛА неможливо.

Для забезпечення необхідного рівня виконання завдань, які стоять перед РВіА Сухопутних військ ЗС України на сьогоднішній день необхідно постійно нарощувати спроможності РВіА у наступних ключових напрямках:

– покращення технічних характеристик ОВТ – дальності, захищеності, мобільності, точності та технологічності;

– удосконалення і впровадження нових форм і способів бойового застосування РВіА.

Лаврик С.В.
НДЦ РВіА

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ 122 мм САМОХІДНОЇ ГАРМАТИ 2С1

Досвід, отриманий Силами оборони під час відсічі російської збройної агресії проти України, вказує на те, що самохідні гармати, які знаходяться на їх озброєнні, не забезпечують ефективного виконання широкого спектру завдань, які покладаються на артилерію в сучасному бою і за своїми тактико-технічними характеристиками поступаються артилерійським системам розвинутих у військовому відношенні держав.

Одними з найпоширеніших самохідних гармат, якими оснащені артилерійські частини та підрозділи ЗС України та інших складових Сил оборони, є 122-мм самохідні гаубиці (далі – СГ) 2С1, які залишилися в Україні після проголошення її незалежності, а також були надані

як матеріально-технічна допомога країнами-партнерами. Досвід застосування СГ 2С1 під час ведення бойових дій переконливо свідчить про необхідність удосконалення її характеристик з метою підвищення оперативності підготовки вогню на вогневій позиції та її залишення, підвищення точності вогню, забезпечення автономності підготовки до виконання вогневих завдань.

Існуючий науково-технічний та фінансово-економічний потенціал оборонно-промислового комплексу (далі – ОПК) України дозволяє здійснити належну модернізацію СГ 2С1 як єдиний можливий спосіб її удосконалення та підвищення рівня її бойових можливостей.

Під модернізацією розуміється внесення в конструкцію СГ змін, які дозволяють повністю або частково ліквідувати її моральне та фізичне старіння.

Виходячи з проведеного аналізу існуючих напрямків модернізації СГ у провідних державах світу, наявних можливостей вітчизняного ОПК за критерієм ефективність-вартість, залишкового ресурсу експлуатації наявних СГ 2С1 та досвіду їх бойового застосування перспективними шляхами проведення модернізації вказаної СГ є заміна силової установки (двигун ЯМЗ-238Н) на сучасний двигун, потужністю не менше 400 к.с., а також встановлення додаткового обладнання:

автоматизованої системи керування наведенням і вогнем;
сучасних засобів зв’язку;
системи навігації та топогеодезичної прив’язки;
системи вимірювання початкової швидкості снарядів;
засобів радіоелектронної боротьби;
навісного броньованого захисту не нижче рівня Stanag 4569 level 1.

Практична реалізація зазначених шляхів модернізації СГ 2С1 забезпечить:
удосконалення її тактико-технічних характеристик;
автоматизоване виконання заходів підготовки стрільби і управління вогнем,
підвищення точності вогню та маневрених можливостей;
живучість гармати та особового складу обслуги;
стійкий зв’язок на достатню відстань.

Лапицький С.В., д-р техн. наук, професор
Князський О.В., канд. техн. наук
Кучинська О.Б.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

МЕТОД КОМПЛЕКСУВАННЯ БЕСПЛАТФОРМНОЇ ІНЕРЦІЙНОЇ Й МАГНІТОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ КЕРОВАНОГО АРТИЛЕРІЙСЬКОГО СНАРЯДА НА БАЗІ ФІЛЬТРА МАДЖВІКА

Одним із ключових завдань побудови системи навігації керованого артилерійського снаряда є забезпечення достатньої точності визначення його просторової орієнтації за умов жорстких обмежень за габаритами, енергоспоживанням та обчислювальними ресурсами бортової апаратури. Традиційно для розв’язання таких задач застосовують методи фільтрації Калмана, які забезпечують високу точність оцінювання параметрів руху, проте характеризуються значною обчислювальною складністю та підвищеними вимогами до параметрів дискретизації і моделі процесу. За цих умов актуальним є пошук менш ресурсоємних методів комплексування даних інерціальних і магнітометричних датчиків.

Авторами запропоновано використовувати фільтр Маджвіка як основу методу комплексування безплатформної інерційної та магнітометричної систем навігації керованого артилерійського снаряда. Особливістю цього підходу є подання орієнтації у формі кватерніона, що дає змогу уникнути обмежень, властивих опису руху через кути Ейлера, зокрема явища блокування обертання. Крім того, фільтр поєднує відносну алгоритмічну простоту з можливістю ефективної обробки даних акселерометрів, гіроскопів і магнітометрів у режимі реального часу.

Перевагою запропонованого підходу є використання аналітичних співвідношень та ітераційної оптимізації на основі градієнтного спуску, що забезпечує прийнятну точність оцінювання орієнтації навіть за порівняно невисоких частот дискретизації. На відміну від більш складних фільтраційних схем запропонований метод не потребує громіздкої параметричної ідентифікації моделі стану, що є важливою перевагою для бортових систем високодинамічних об’єктів. При цьому забезпечується можливість компенсації магнітних спотворень і зсуву нуля гіроскопа в реальному часі, що підвищує стійкість алгоритму до зовнішніх і внутрішніх джерел похибок. Особливе значення для практичного застосування має врахування впливу збурень магнітного поля, що можуть бути зумовлені наявністю поблизу датчика феромагнітних елементів, електротехнічних пристроїв або металевих конструкцій. Запропонований підхід передбачає використання процедур калібрування та корекції вимірювань, а також узгодження магнітометричних даних з оцінкою орієнтації, отримані за інерціальними вимірюваннями. Додатково враховано проблему дрейфу нуля гіроскопа, яка неминуче виникає внаслідок температурних впливів, механічних навантажень і часової нестабільності характеристик чутливих елементів.

Таким чином, використання фільтра Маджвіка як основи методу комплексування безплатформної інерційної та магнітометричної систем навігації дає змогу реалізувати обчислювально ефективний і достатньо точний підхід до визначення орієнтації керованого артилерійського снаряда. Запропоноване рішення є перспективним для застосування у бортових системах навігації високодинамічних керованих боєприпасів та може бути використане як основа для подальшого вдосконалення алгоритмів навігаційного забезпечення.

Лащук Ю.В.
Чередєєв М.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Сучасна концепція розвитку ракетних військ і артилерії (РВіА) передбачає докорінний перехід від артилерійської батареї як вогневої одиниці до інтегрованого розвідувально-вогневого комплексу (РВК). Пріоритетним напрямом розвитку РВК є введення штатних розрахунків БпЛА до складу артилерійських дивізіонів та батарей. Це дозволяє мінімізувати час передачі координат у ланці «сенсор–гармата». Окрім візуальної розвідки, БпЛА виконують роль активних ретрансляторів сигналу в умовах РЕБ та засобів лазерного цілевказання, що є критичним для використання високоточних боєприпасів із напівактивним лазерним самонаведенням. Технічний вектор спрямований на створення БпЛА із захищеними каналами зв’язку та здатністю до автономної навігації при придушенні GPS-сигналів.

Перехід на 155-мм стандарт НАТО (L52) відкриває доступ до інтелектуальних систем ураження. Використання снарядів із GPS-корекцією (типу M982 Excalibur) забезпечує знищення точкових цілей першим пострілом, що радикально оптимізує логістику. Впровадження програмованих підривачів із функцією повітряного підриву максимізує ефективність ураження живої сили в укриттях. Розвиток реактивних систем (GMLRS) та перспективних ракет (PrSM) зміщує акцент на дистанційне ураження командних пунктів на глибині понад 150 км, що дозволяє паралізувати оперативне управління противника.

Майбутнє реактивної артилерії полягає в універсалізації та модульності. Перехід до пакетного заряджання дозволяє швидко змінювати типи озброєння – від некерованих ракет до балістичних засобів – на єдиній платформі. Перспективною є інтеграція баражуючих боєприпасів у склад залпу РСЗВ, що поєднує масований удар із можливістю точного донаведення на пріоритетні цілі в термінальній фазі. Контейнерний принцип побудови пускових модулів дозволяє розміщувати їх на звичайних вантажних шасі, що суттєво підвищує скритність та виживання техніки.

Ключовим етапом розвитку стає роботизація та перехід до наземних роботизованих комплексів (НРК). Впровадження дистанційно керованих мінометних установок (82 та 120 мм) дозволяє виносити вогневу позицію на відстань до 5 км від оператора, мінімізуючи ризики від FPV-дронів. Автономні артилерійські модулі на гусеничному чи колісному шасі здатні самостійно виконувати марш, топоприв’язку та виконання вогневого завдання без присутності екіпажу в кабіні. Роботизація охоплює і логістичний цикл: використання транспортних платформ для автоматичного підвезення боєкомплекту дозволяє створити замкнений автономний цикл, де людина виконує роль контролера (Human-in-the-loop).

Отже, перспективи розвитку РВіА полягають у створенні цифрової екосистеми, де високоточне озброєння та роботизовані платформи діють у єдиному розвідувально-інформаційному контурі. Перехід до автономних систем та інтелектуальних боєприпасів дозволяє не лише підвищити вогневу потужність, а й мінімізувати втрати особового складу за рахунок винесення людини з безпосередньої зони ураження. Такий вектор трансформації є критично необхідним для досягнення технологічної переваги в конфліктах майбутнього.

Ліцман А.М., канд. техн. наук, доцент
НДЦ РВіА

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

В умовах сучасного конфлікту, зокрема повномасштабної війни в Україні, питання ефективної експлуатації артилерійського озброєння набуває особливої важливості. Підконтрольна експлуатація артилерійських систем – це комплекс заходів, спрямованих на своєчасне технічне обслуговування, діагностику стану, контроль за ресурсом стволів та вузлів, а також планування ремонту і модернізації.

Сучасні артилерійські зразки озброєння є високотехнологічними системами, що потребують постійного моніторингу технічного стану. Несвоєчасне або неякісне технічне обслуговування призводить до зниження точності стрільби, підвищення ризику відмов, скорочення експлуатаційного ресурсу, а іноді і до аварійних ситуацій.

Особливо гостро ця проблема постає в умовах інтенсивного використання артилерійських систем під час безперервних бойових дій. Відсутність оптимізованої системи підконтрольної експлуатації призводить до перевантаження ремонтних служб, неефективного використання ресурсів та зниження боєздатності артилерійських підрозділів.

Розроблення рекомендацій з підконтрольної експлуатації артилерійського озброєння дозволить: підвищити надійність і довговічність артилерійського озброєння, оптимізувати графіки технічного обслуговування та ремонтів, забезпечити боєздатність артилерійських підрозділів у динамічних умовах бойових дій.

Логвіненко С.В.
НДЦ РВіА

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЛОГІСТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Збройні Сили України, перебуваючи в умовах повномасштабної війни, цілеспрямовано модернізують свої підрозділи, адаптуючи їх до сучасних бойових дій. Таким чином, новітні технологічні рішення стали невід'ємною складовою ведення бойових дій, зокрема у напрямах розвідки, управління, ураження, підтримки та забезпечення. Серед усіх інновацій особливо активно розвивається напрям роботизації, передусім – застосування безпілотних наземних комплексів, зокрема у підрозділах ракетних військ і артилерії.

Стрімкий розвиток військових технологій сприяє появі безпілотних наземних комплексів, які здатні виконувати широкий спектр завдань, таких як: транспортування вантажів, евакуація поранених, мінування місцевості, знешкодження вибухонебезпечних предметів, ураження противника тощо.

В умовах постійної загрози вогневого впливу противника виникає потреба у зниженні ризику для особового складу підрозділів забезпечення артилерійського дивізіону під час виконання ними логістичних завдань. Одним із пріоритетних напрямів вирішення цієї проблеми є впровадження БпНК, що функціонують у режимі часткової автоматизації або дистанційного керування.

Досвід бойового застосування безпілотних наземних комплексів у підрозділах артилерії свідчить про доцільність їх системного та планового застосування під час виконання завдань логістичного забезпечення, евакуації, інженерної підтримки та інших допоміжних функцій. Ефективність застосування БпНК безпосередньо залежить від правильного визначення їх місця в структурі підрозділу, чіткого планування завдань, а також урахування тактичної обстановки й технічних характеристик конкретних зразків.

Рекомендації щодо застосування БпНК під час виконання логістичних завдань:

а) застосовувати БпНК переважно на ділянках підвищеного ризику, де використання колісної техніки або особового складу неможливе у зв'язку з високою ймовірністю ураження;

б) організовувати доставку боєприпасів, майна та матеріально-технічних засобів малими партіями, забезпечуючи розосередження логістичних потоків та зниження критичних втрат у разі ураження комплексу;

в) завчасно проводити планування та рекогносцирування маршрутів руху БпНК з урахуванням рельєфу, укриттів на маршруті, можливостей маскування та прикриття комплексу;

г) планувати евакуацію БпНК з району виконання завдань у разі поломки чи ураження;

д) обмежувати час перебування БпНК на відкритих ділянках місцевості, мінімізуючи зупинки та маневри в зоні прямого спостереження противника;

ж) застосовувати БпНК у супроводженні безпілотним літальним апаратом;

и) під час застосування БпНК враховувати радіоелектронне придушення своїх військ та противника.

Мазій В.Р.
Колесник О.О.
Поліщук А.М.
Снітков К.І., д-р філософії

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

На сучасному етапі характер збройної боротьби зазнав суттєвих змін, що зумовлено стрімким розвитком засобів розвідки та ураження. Масове застосування безпілотних систем різного призначення призвело до формування постійно контрольованого бойового простору, у якому будь-яке переміщення підрозділів швидко виявляється та може бути уражене. У таких умовах ефективність бойового застосування артилерійських підрозділів визначається не стільки кількістю засобів ураження, скільки їхніми тактико-технічними характеристиками, насамперед дальністю, точністю та оперативністю застосування.

На сучасному етапі розвиток озброєння ракетних військ і артилерії є одним із ключових чинників підвищення бойових спроможностей збройних сил. Основні напрями розвитку формуються з урахуванням досвіду сучасних бойових дій і передбачають комплексне вдосконалення як засобів ураження, так і систем управління ними.

Одним із пріоритетних напрямів є підвищення точності ураження цілей. Застосування високоточних боєприпасів із супутниковим та лазерним наведенням (зокрема Excalibur, Vulcano) дозволяє підвищити ефективність вогню та зменшити витрати боєприпасів. Це також сприяє зниженню побічних втрат і підвищенню ефективності ураження малорозмірних та рухомих цілей.

Не менш важливим напрямом є збільшення дальності стрільби. Сучасні артилерійські системи калібру 155 мм у поєднанні з активно-реактивними та коригованими боєприпасами забезпечують ураження цілей на дальностях, що перевищують 40–70 км залежно від типу боєприпасу та умов стрільби. Це дає змогу здійснювати вогневий вплив на противника поза межами ефективної дії його артилерійських засобів і знижує ризик контрбатарейного ураження. Реактивні системи залпового вогню та оперативно-тактичні ракетні комплекси (зокрема HIMARS, «Вільха-М») забезпечують ураження цілей на дальностях понад 100 км.

Важливим напрямом розвитку є автоматизація та цифровізація процесів управління вогнем. Сучасні системи управління забезпечують інтеграцію розвідувальної інформації в режимі, близькому до реального часу, що суттєво скорочує цикл «виявлення цілі – прийняття рішення – ураження». Використання безпілотних систем підвищує оперативність і точність вогневого впливу, а також покращує ситуаційну обізнаність підрозділів.

Окрему увагу слід приділити підвищенню мобільності та живучості артилерійських систем. Використання самохідних артилерійських установок на колісних і гусеничних платформах дозволяє реалізувати принцип «вогонь – маневр», що зменшує вразливість до контрбатарейного вогню. Важливим є також впровадження засобів маскування, радіоелектронної протидії та захищених каналів зв'язку для забезпечення стійкості управління в умовах активного радіоелектронного протиборства.

Перспективним напрямом є подальший розвиток боєприпасів, зокрема керованих та коригованих снарядів, а також застосування модульних метальних зарядів, що забезпечує гнучке регулювання дальності стрільби відповідно до умов виконання вогневих завдань.

Отже, розвиток ракетних військ і артилерії має бути спрямований на підвищення точності та дальності вогневого ураження, автоматизацію управління, інтеграцію з безпілотними системами та підвищення живучості підрозділів. Реалізація цих напрямів забезпечить зростання ефективності бойового застосування артилерії в умовах сучасних бойових дій.

Майборода Ю.М.
НДЦ РВіА

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УРАЖАЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНОЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ

Реактивні системи залпового вогню (РСЗВ) прийняті на озброєння багатьох армій світу та знайшли широке застосування у військових конфліктах сучасності. Реактивні снаряди (РС) РСЗВ комплектуються різними типами бойових частин (БЧ): освітлювальними, димовими, запалювальними, фугасними, касетними, осколково-фугасними. Осколково-фугасна БЧ є однією з наймогутніших серед перерахованих, адже під час детонації БЧ цілі піддаються впливу ударної хвилі та ураженню готовими елементами ураження (ЕУ). Ефективність застосування осколково-фугасної БЧ полягає у великій зоні розльоту ЕУ, яка може сягати сотень метрів, в якій зберігається вбивча дія ЕУ. Визначення вбивчої дії ЕУ пропонується розділити на наступні етапи:

- імітаційне моделювання обтікання ЕУ повітряним потоком, метою якого є визначення дійсної залежності коефіцієнта аеродинамічного опору залежно від числа Маха на нескінченності;
- визначення дальності польоту ЕУ та зміни його швидкості на всій траєкторії польоту;
- визначення моделі захищеності об'єкта ураження з урахуванням середньоракурсних площин усіх елементів конструкції.

Імітаційне моделювання зазвичай проводиться у спеціалізованих програмних комплексах, основаних на принципах розрахункової аеродинаміки, які дозволяють враховувати дійсну форму ЕУ під час визначення аеродинамічних характеристик (АДХ). Цей етап дозволяє відмовитися від застарілого підходу встановлення сталого коефіцієнта аеродинамічного опору для усього діапазону чисел Маху, а також визначити АДХ ЕУ залежно від його просторової орієнтації під час польоту. Оскільки початкова швидкість та просторовий вектор руху ЕУ визначаються умовами детонації вибухової речовини БЧ, варто внести ряд допущень для визначення його АДХ:

- детонація вибухової речовини не деформує ЕУ;
- вектор руху ЕУ проходить через вісь РС та утворює з нею кут 90°;
- ЕУ орієнтований під час польоту найбільшою поверхнею в бік його руху.

Подальший розрахунок дальності польоту ЕУ та його швидкості в кожній точці траєкторії дозволяє визначити надлишкову кінетичну енергію ЕУ перед ураженням типової цілі, розташованої на певній відстані від місця підриву БЧ. Вищезазначене дозволяє отримати вхідні дані для подальшого імітаційного моделювання ураження елементів групової цілі обмеженою кількістю РС.

Майданюк В.А., д-р філософії
НАСВ

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАРЯДУ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Температура заряду є одним із ключових факторів, що визначає його фізичний стан, стабільність, ефективність роботи та рівень безпеки. Вона не є сталою величиною і формується під впливом зовнішніх умов, передусім температури повітря, а також особливостей середовища, в якому заряд зберігається.

Температура навколишнього повітря виступає основним джерелом теплового впливу. При її підвищенні заряд поступово нагрівається, а при зниженні – охолоджується. Проте ці зміни не відбуваються миттєво. Через теплову інерцію матеріалу заряд здатен певний час зберігати попередній температурний стан. Саме тому різкі коливання температури повітря згладжуються, і температура заряду змінюється більш повільно та рівномірно.

Суттєвий вплив мають також умови зберігання. Такі фактори, як вологість, вентиляція, наявність або відсутність прямого сонячного випромінювання, визначають інтенсивність теплообміну між зарядом і довкіллям. Наприклад, у добре вентильованих або відкритих місцях теплообмін відбувається швидше, що призводить до більш різких змін температури. Натомість у закритих або ізольованих приміщеннях температурні коливання значно менші, що сприяє стабільності температури заряду.

Важливим є і саме місце зберігання. Підземні або спеціально обладнані сховища, як правило, мають більш стабільний температурний режим і забезпечують захист від різких зовнішніх впливів. У таких умовах температура заряду підтримується на більш сталому рівні. У той же час зберігання на відкритому повітрі або в недостатньо ізольованих приміщеннях призводить до сильнішої залежності від погодних умов і добових перепадів температури.

Окрему увагу слід приділити точності вимірювання температури. Використання різних типів термометрів може давати відмінні результати через наявність похибок або особливості їх роботи. Тому для отримання об’єктивної картини важливо враховувати можливі відхилення та, за можливості, використовувати калібровані або перевірені прилади.

Таким чином, температура заряду визначається комплексною взаємодією кількох факторів: температури повітря, умов і місця зберігання, теплової інерції матеріалу та точності вимірювань. Розуміння цих залежностей має важливе практичне значення, оскільки дозволяє забезпечити оптимальні умови зберігання, підвищити стабільність характеристик заряду та мінімізувати ризики, пов’язані з його використанням.

Майданюк В.А., д-р філософії
НАСВ

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ САМОХІДНОЇ АРТИЛЕРІЇ

Досвід сучасних бойових дій показує: кумулятивні боєприпаси та FPV-дрони стали головною загрозою для артилерійських систем. Екіпажі часто намагаються самотужки посилити захист машин, але такі рішення не завжди ефективні – бракує єдиного інженерного підходу.

Чому сітки не рятують?

Звичайна “рабиця” чи металеві каркаси, які називають “мангалами”, не здатні надійно зупинити кумулятивний струмінь. Навіть якщо боєприпас спрацьовує за кілька метрів від корпусу, уламки й енергія все одно пробивають ходову частину. До того ж громіздкі конструкції ускладнюють рух у лісі й можуть завадити екіпажу швидко залишити машину в критичній ситуації.

Альтернативні рішення.

Замість жорстких металевих екранів варто звернути увагу на м’які модулі з інертним наповнювачем:

- мішки з піском чи глиною добре розсіюють кумулятивний струмінь;
- пляшки з водою створюють гідробар’єр;
- керамзит у мішках може стати легким і ефективним варіантом, який не перевантажує підвіску.

Вразливі місця – паливна система.

Аналіз втрат показує: найчастіше техніка знищується через влучання в паливні баки. Тому варто розглянути варіанти перенесення основного запасу палива в менш вразливі зони, використання додаткових невеликих баків у захищених відділеннях та посилення бронювання моторно-трансмісійного відділення й паливних магістралей.

Підсумовуючи вищесказане, можемо зробити підсумувати, що замість малоефективного «обварювання» машини металевими конструкціями потрібні продумані комбіновані екрани. Баланс між захистом, маневреністю та безпекою екіпажу, безперечно, те, на що повинен бути зорієнтований ВПК.

Майданюк В.А., д-р філософії
Гончаров В.В.
Горобець В.В.
НАСВ

ШИРОКЕ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПІДВЕЗЕННЯ БОЄПРИПАСІВ У СИСТЕМІ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних літальних апаратів, засобів радіоелектронної боротьби та постійним вогневим впливом на передній край і тилові райони. За таких умов важливого значення набуває своєчасне та безперервне забезпечення підрозділів ракетних військ і артилерії боєприпасами. Одним із перспективних напрямів удосконалення логістики є широке застосування наземних роботизованих комплексів для доставки матеріальних засобів до вогневих позицій.

Підвезення боєприпасів автомобільним транспортом або силами особового складу часто супроводжується значними ризиками. Маршрути постачання можуть перебувати під артилерійським обстрілом, спостереженням противника або бути замінованими. У таких умовах використання роботизованих комплексів дозволяє суттєво знизити небезпеку для військовослужбовців, оскільки доставка вантажів здійснюється дистанційно або автономно без безпосередньої присутності військовослужбовців у зоні ураження.

Наземні роботизовані комплекси здатні забезпечувати регулярне постачання боєприпасів до гармат, мінометів, реактивних систем залпового вогню та інших вогневих засобів. Це особливо важливо під час ведення інтенсивного вогню, коли затримка в підвозі снарядів може знизити ефективність бойових дій. Роботизовані системи можуть працювати у нічний час, у складних погодних умовах та на ділянках місцевості, де застосування звичайної техніки ускладнене.

Окрім підвезення боєприпасів наземні роботизовані комплекси можуть виконувати й інші важливі завдання. Їх можна застосовувати для евакуації поранених, перевезення майна, води, продуктів , а також для транспортування пошкодженої техніки чи обладнання. Завдяки цьому зменшується навантаження на підрозділи забезпечення.

Перспективним напрямом є розробка роботизованих комплексів різної вантажопідйомності. Легкі комплекси можуть використовуватися для забезпечення загальновійськових підрозділів, а більш габаритні – для потреб артилерійських підрозділів. Для ефективної роботи такі системи доцільно оснащувати сучасними навігаційними засобами, захищеним зв’язком, датчиками перешкод і засобами захисту від радіоелектронного впливу противника.

Таким чином, використання наземних роботизованих комплексів є важливим напрямом удосконалення логістичного забезпечення підрозділів, зокрема, підрозділів ракетних військ і артилерії. Їх застосування дає можливість швидше доставляти боєприпаси, знижувати ризики для особового складу, підвищувати мобільність підрозділів та забезпечувати виконання завдань у складних бойових умовах. Крім того, такі комплекси можуть використовуватися не лише для транспортування вантажів, а й для виконання інших допоміжних завдань.

У подальшому доцільно розширювати впровадження роботизованих систем у військах, створювати нові вітчизняні зразки, удосконалювати системи керування та зв’язку, а також готувати фахівців для роботи з ними. Це сприятиме підвищенню ефективності забезпечення підрозділів, збереженню особового складу та посиленню бойових можливостей підрозділів.

Маймула П.М.
Чорнай В.І.
Кубашко О.Г.
ДНДІ ВС ОВТ
Якименко Т.П.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ЗАКЛИНЮВАННЯ ПРАЙМЕРІВ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОСТРІЛІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЕКСТРАКЦІЇ

У сучасних бойових умовах скорочення часу відкриття вогню вимагає високої надійності артилерійських систем (АС). Заклинювання праймерів у зарядній каморі затвора призводить до зниження темпу вогню, затримок і підвищення ризиків для обслуги. Проблема має системний характер через різноманітність праймерів, їх виробників і відхилення від стандартів (AEP-35).

Метою дослідження є встановлення причин заклинювання праймерів у зарядній каморі та визначення шляхів підвищення надійності їх екстракції в 155 мм АС.

Досліджено 12 типів праймерів різних виробників. Проведено експериментальні вимірювання габаритних параметрів (довжина, діаметри). Виконано порівняння з вимогами стандарту AEP-35. Проаналізовано реальні випадки відмов під час бойових стрільб. Встановлено системні відхилення геометричних параметрів праймерів (довжини та діаметрів), переважно в межах допусків, але критичні в експлуатації. Виявлено конструктивні відмінності, що впливають на взаємодію з гніздом затвора. Підтверджено багатофакторний характер заклинювання, який включає: геометричну невідповідність праймерів; забруднення, знос і дефекти зарядної камори; неправильне налаштування ударно-спускового механізму (УСМ); використання невідповідних типів праймерів. Ключові механізми заклинювання: зменшення зазора між праймером і гніздом призводить до зростання сил тертя; перекоси праймера через конструктивні особливості, забруднення (нагар, корозія) призводить до ускладнення руху; деформація праймера під дією тиску (особливо латунних). Використання невідповідних праймерів призводить до: порушення обтюрації; прориву газів; пошкодження вузлів затвора; підвищення частоти заклинювань. Різні САУ (2С22, AS90, PzH2000, M109) мають критичну залежність від правильного типу праймера. Кількісна оцінка надійності за результатами експлуатації: 300 пострілів – 13 відмов; імовірність безвідмовної роботи $P \approx 0{,}96$; імовірність відмови $\approx 4{,}3\%$. Найбільший вплив має геометрична невідповідність праймерів.

Шляхи підвищення ефективності екстракції. Геометрична сумісність: допуск до застосування лише праймерів, що відповідають AEP-35; обов'язковий вхідний контроль і відбракування. Технічний стан системи: регулярне очищення зарядної камори; контроль зносу та дефектів гнізда і екстрактора; дотримання регламентів обслуговування. Налаштування УСМ: контроль виступу бойка та енергії удару; перевірка вільного ходу ударника; недопущення переналаштування під різні партії праймерів.

Висновки. Заклинювання праймерів є наслідком сукупної дії геометричних, конструктивних та експлуатаційних факторів. Навіть незначні відхилення розмірів у поєднанні із забрудненням призводять до суттєвого зростання ризику відмов. Ключовим напрямом підвищення надійності є: жорсткий контроль номенклатури праймерів; удосконалення допусків на критичні розміри; забезпечення належного технічного стану АС.

Практичний ефект полягає у зниженні ймовірності заклинювання, підвищення темпу вогню та надійності бойового застосування артилерії.

Майстренко О.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
Остапчук Є.С.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Адаменко Б.І., канд. техн. наук
Тимошко О.В.
АТ «Компанія АРТМ»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ 155-ММ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ CPK

Досвід бойового застосування артилерії в умовах повномасштабного збройного конфлікту в Україні підтвердив критичну залежність результату контрбатарейної боротьби від переваги у дальності. Стандартні 155-мм снаряди (M795, тип HE) забезпечують 22–30 км залежно від довжини ствола, тоді як противник застосовує системи з дальністю 40–70 км.

Три технології покликані усунути цей дефіцит: донний газогенератор (Base Bleed, BB), активно-реактивний снаряд (APC) з твердим ракетним двигуном (SRM) та прямоточний повітряно-реактивний двигун (Ramjet). Вибір оптимальної технології для конкретного завдання досі не формалізований кількісно.

Мета роботи. Провести порівняльний аналіз технологій BB / APC / Ramjet та семи сучасних зразків 155-мм боєприпасів за уніфікованими кількісними критеріями вартість/дальність/точність на основі формалізованої балістично-економічної моделі CPK (Cost Per Kill — ефективна вартість ураження цілі).

1. Встановлено фізичний парадокс CPK: некеровані снаряди (M795, K307, M549A1) є абсолютно неефективними проти точкових захищених цілей (R_t ≤ 5 м) незалежно від їх одиничної вартості. При CEP = 200 м та R_t = 3 м імовірність влучання складає P_{hit} ≈ 0,015%, а необхідна кількість пострілів для P_k = 0,90 перевищує 14 000 – фізично нерозв'язна задача.

2. M795+PGK є домінуючою системою за критерієм CPK для цілей R_t = 5–40 м: CPK = $112 K проти $412 K для Excalibur при практично еквівалентній точності (CEP 6 м vs 7 м). Різниця вартості снаряда ($20 K vs $80 K) перевищує різницю балістичних характеристик у 4 рази, що робить M795+PGK безумовно домінуючим рішенням для тактичних завдань на дальностях до 30 км.

3. Гібридні системи BB+SRM (V-LAP) забезпечують 67–76 км при вартості 6 000–9 000 USD і є оптимальними за критерієм вартість/ефект для ствольної артилерії поточного покоління. Ключовою невирішеною задачею є нестабільність часу повторного запалювання BB-генератора (t_d = 94–524 мс для різних складів Mg/PTFE), що є головним джерелом дисперсії CEP при інтеграції з PGK.

4. Ramjet 155 мм є єдиною технологією, здатною подолати бар'єр 70 км без критичної ерозії ствола (програма ERCA зупинена у 2024 р. саме через цю проблему). Льотні випробування 2022 р. (Boeing/Nammo, Норвегія) та 2025 р. (IIT Madras, Індія) підтвердили принципову реалізованість, але три класи фундаментальних проблем (B2O3-осади, геометрія 155 мм, аеробалістика несиметричного тиску) потребують окремих дослідницьких програм.

5. Для контрбатарейної місії (D = 25 км, T_window = 120 с) оптимальний mix боєприпасів скорочує вартість місії на 63% порівняно з Excalibur-only ($829 K vs $2 240 K): M795+PGK по гарматах SPH, Excalibur по боєзапасу та КП, M795 НЕ по особовому складу.

На основі аналізу запропоновано семирівневу ієрархію дослідницьких задач (рівні 1–7: кінетика горіння → CFD-аеродинаміка → міцність → 6-DOF балістика → оптимізація геометрії → теорія BB+SRM → Ramjet 155). Для вітчизняної оборонної науки найбільш пріоритетними є рівні 3–5, де поєднуються безпосередня практична потреба та наявна вітчизняна компетенція в оборонному матеріалознавстві та балістичному моделюванні.

Майстренко О.В.
НДЦ РВіА

СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ (РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ) КОМПЛЕКСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ, ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ІЗ СИЛАМИ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

У ході відбиття повномасштабного вторгнення рф більша частина завдань з вогневого ураження противника виконується підрозділами РВіА та Силами безпілотних систем (СБС).

Основними цілями для них є позиції далекобійної артилерії, райони зосередження живої сили і техніки противника, склади боєприпасів (БП), склади пально-мастильних матеріалів (ПММ), а також окремі зразки ОВТ та об’єкти інфраструктури.

Висока щільність вогню, раптовість, наявність могутніх боєприпасів при високій маневреності і дальності стрільби підтвердили ефективність застосування РВіА в сучасних умовах ведення бойових дій. Не меншу ефективність застосування показали і підрозділи СБС.

Досвід застосування артилерійських підрозділів у ході відбиття повномасштабного вторгнення рф дозволив виявити суттєві недоліки, які значно знижують ефективність застосування РВіА, а саме: недостатньо розвинуті засоби розвідки і цілевказання (особливо стосується цілей, що знаходяться за межами дії технічних засобів розвідки); недостатнє оснащення сучасними автоматизованими системами оброблення інформації; недостатній рівень взаємодії між підрозділами РВіА і загальновійськовими підрозділами. Також було виявлено потребу в швидкому отриманні інформації, прийнятті своєчасного рішення на підставі висновків з оцінювання наявної інформації і відповідності цього рішення обстановці, що склалася. Комплекси засобів автоматизації управління, засоби зв'язку та передачі даних, а також їх програмно-математичне забезпечення не повною мірою відповідають вимогам сьогодення, не спроможні в повному обсязі реалізувати весь комплекс функціональних завдань, які постають перед органами управління угруповань артилерії.

Виникла необхідність проведення модернізації наявних зразків комплексів автоматизованого управління підрозділами РВіА (насамперед заміна програмного забезпечення) та прискорення виконання НДКР (ДКР) щодо розроблення новітніх систем управління, зв'язку, навігації, метеорологічного та топогеодезичного забезпечення з послідуючим прийняттям їх на озброєння.

Шляхами підвищення ефективності застосування підрозділів РВіА є створення в рамках оперативних командувань (угруповань військ) розвідувально-ударних та розвідувально-вогневих комплексів (РУК, РВК), до складу яких повинні входити засоби розвідки, центр оброблення інформації і формування команд на ураження та засоби ураження. Засоби розвідки повинні бути інтегровані як між собою, так і з системою зовнішнього цілевказання, що досягається створенням сучасної конкурентоспроможної системи управління підрозділами РВіА. Також необхідна тісна взаємодія підрозділів РВіА з підрозділами СБС для забезпечення більш ефективного вогневого ураження противника.

Це забезпечує отримання учасниками операції достовірної та повної інформації про обстановку на полі бою, необхідної для прийняття своєчасних рішень. Сучасні технічні засоби забезпечують передачу інформації (команди) до розрахунку гармати (екіпажу) включно з можливістю проведення контролю наведення і подання виконавчої команди на ураження. Взаємодія з підрозділами СБС забезпечує ефективне і гарантоване ураження важливих об'єктів (цілей) противника і оптимізацію застосування (використання) необхідних сил і вогневих засобів.

Майстренко О.В., д-р військ. наук, професор
Яриш І.Ю.
Максименко О.Ю.
ДНДІ ВС ОВТ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ (КОРЕГУВАННЯ) РАКЕТ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ

Актуальність теми. Сучасні умови ведення бойових дій характеризуються інтенсивним застосуванням засобів радіоелектронної боротьби, динамічністю обстановки та високими вимогами до точності ураження цілей. Це обумовлює необхідність підвищення ефективності систем управління (корегування) ракет та артилерійських боєприпасів.

Водночас існуючі підходи до проєктування таких систем здебільшого орієнтовані на досягнення заданих тактико-технічних характеристик без належного врахування показників надійності на ранніх етапах розробки.

Традиційний підхід до створення систем управління (корегування) передбачає: проєктування функціональної структури; забезпечення точності наведення; оптимізацію алгоритмів управління.

Однак при цьому: надійність підсистем розглядається як вторинний параметр; вплив відмов окремих елементів на ефективність всієї системи оцінюється недостатньо; відсутня інтегрована модель "ефективність–надійність".

Це призводить до зниження реальної бойової ефективності в умовах завад, пошкоджень або часткової деградації системи.

Мета дослідження. Розробка підходу до підвищення ефективності проєктування систем управління (корегування) на основі інтеграції показників надійності у процес синтезу підсистем і системи в цілому.

Ключовою ідеєю є перехід від функціонально орієнтованого до надійнісно орієнтованого проєктування, що передбачає: проєктування окремих підсистем (навігації, управління, зв’язку, виконавчих органів) з урахуванням їх надійності; формування архітектури системи управління (корегування) на основі заданого рівня живучості (стійкості функціонування); оцінювання ефективності системи через інтегральний показник, що враховує як точність, так і ймовірність безвідмовного функціонування.

Наукова новизна може полягати в розробці: підходу до декомпозиції системи управління (корегування) на підсистеми з подальшим оцінюванням їх надійності; методу врахування показників надійності при виборі структури та параметрів системи; інтегрального критерію ефективності, що поєднує: точність ураження; стійкість до завад; ймовірність безвідмовної роботи.

Основні положення в результаті дослідження є наступними: ефективність системи управління (корегування) визначається не лише точністю, а й її надійністю в умовах впливу зовнішніх факторів; відмови окремих підсистем можуть мати непропорційно великий вплив на кінцевий результат; доцільним є застосування: резервування критичних елементів; адаптивних алгоритмів управління; методів діагностики та реконфігурації системи; необхідно впровадження етапу оцінювання надійності на ранніх стадіях проєктування.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому що за результатами впровадження вони дозволять: підвищити ймовірність ураження цілі в умовах РЕБ та інших завад; зменшити втрати ефективності при часткових відмовах; обґрунтовано вибирати структуру системи управління; підвищити загальну бойову ефективність боєприпасів.

Висновки. Існуючі підходи до проєктування систем управління (корегування) потребують перегляду з урахуванням сучасних умов бойового застосування.

Надійність повинна розглядатися як ключовий параметр нарівні з точністю.

Перехід до надійнісно орієнтованого проєктування є необхідною умовою підвищення ефективності високоточної зброї.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку математичних моделей та методик оцінювання ефективності з урахуванням комплексного впливу відмов і завад.

Макеєв В.І., канд. техн. наук, доцент
Раскошний А.Ф., канд. військ. наук
Григоренко Р.М.
Сум ДУ

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЕДЕННЯ ВИСОКОТОЧНИХ БОЄПРИПАСІВ

У цій роботі розглянуто керовані літальні апарати із системою корекції руху на кінцевій ділянці траєкторії. Ця система є автоматичною і вступає в дію з певного моменту польоту лише за умови, що відхилення траєкторії від цілі перевищує допустиму межу.

Одним із способів підвищення точності пусків літального апарата є корекція траєкторії його руху з метою парирування діючих на нього факторів збурювання і, як наслідок, компенсації виникаючих промахів.

Дослідження спрямоване на розробку рішень для керованих літальних апаратів, що забезпечують підвищення ймовірності ураження нерухомих та рухомих цілей, зокрема при пусках із рухомих носіїв. З цією метою проаналізовано методи корекції траєкторії для підвищення точності наведення.

Для керування польотом літальний апарат оснащується органами керування (рулями), які відхиляються на певний кут за допомогою привода – виконавчого пристрою системи керування. За принципом дії рулі можуть бути аеродинамічними або газодинамічними; їх використовують під час руху в щільних шарах атмосфери для створення керуючих сил і моментів.

Оскільки керування польотом здійснюється шляхом обертання літального апарата навколо центру мас, при обчисленні траєкторії необхідно одночасно інтегрувати диференціальні рівняння поступального та обертального рухів.

Формування сигналів керування при лазерному напівактивному самонаведенні базується на методі пропорційної навігації.

Об’єктив головки самонаведення разом із фотоприймальним пристроєм може відхилятися відносно поздовжньої осі головки самонаведення. Якщо ціль перебуває в межах поля зору координатора, відбите лазерне випромінювання фокусується оптичною системою у пляму розсіювання. У разі виникнення кутового розузгодження між віссю об’єктива та лінією візування пляма зміщується відносно центру чутливих майданчиків. З кожного з них знімається електричний сигнал, пропорційний енергії тієї частини плями, що на нього потрапляє. На кожен імпульс підсвічування головка самонаведення формує керуючий сигнал, який пропорційний зміщенню енергетичного центру плями відносно центру фотоприймального пристроя.

На ділянці самонаведення вплив сили тяжіння літального апарата компенсується сигналом від гіроскопа із зоною нечутливості 5°. Цей сигнал надходить безпосередньо на рулі апарата та одночасно в головку самонаведення. Під його дією головка самонаведення створює коригувальний момент, що зумовлює примусовий поворот ротора вниз у площині пуску. При цьому головка самонаведення формує команду керування у вертикальній площині, пропорційну алгебраїчній сумі кутових швидкостей лінії візування та примусового розвороту осі головки.

У дослідженні наведено рівняння, що описують корегувальні сили й моменти, а також зв’язки, які накладаються системою керування на рух літального апарата.

Таким чином, на основі отриманих даних і рівнянь у роботі запропоновано математичну модель руху літальних апаратів, керованих на кінцевій ділянці траєкторії.

Мартиненко С.А.
Сірий Ю.І.
НАСВ

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сучасні збройні конфлікти висувають підвищені вимоги до оперативності, точності та живучості підрозділів ракетних військ. Аналіз застосування ракетних військ Збройних Сил України та характеристик оперативно-тактичних ракетних комплексів (далі – ОТРК) провідних країн світу дозволяє визначити основні напрями розвитку перспективних комплексів, здатних ефективно діяти в умовах активного застосування розвідки та високоточної зброї противника.

Одним із ключових напрямів розвитку є автоматизація бойових процесів самохідних пускових установок (далі – СПУ), яка охоплює підготовку та пуск ракет без виходу особового складу з кабіни, автоматичний прийом команд управління вогнем від засобів АСУ в мережецентричній системі, обробку даних польотного завдання, розрахунок варіантів аеробалістичних траєкторій та зміну польотного завдання під час польоту ракети. Автоматизація включає також переведення СПУ з похідного положення в бойове та у зворотному порядку, процеси метеопідготовки, топоприв’язки, навігації, передачу даних про стан пускових установок і виконання команд. Такий рівень автоматизації дозволяє скоротити час підготовки до пуску, підвищує точність ураження цілей та зменшує ризик для особового складу під час бойових дій.

Розвиток універсальних транспортно-пускових контейнерів і пускових установок забезпечують пуск ракет різних калібрів і типів, включаючи високоточні кореговані реактивні снаряди та ракети ПВО. Уніфіковані ТПК дозволяють спрощувати логістику та обслуговування комплексу. Підвищення мобільності ОТРК досягається застосуванням сучасних шасі з високою прохідністю та інтеграцією з безпілотними платформами, що забезпечує швидку зміну позицій, прихованість від розвідки противника і стійкість до ураження засобами високоточної зброї. Мобільність є критичною для ефективного застосування ОТРК у сучасних умовах, коли противник активно використовує безпілотні літальні апарати, артилерію та авіацію.

Важливого значення має розвиток високоточних ракет із збільшеною дальністю і швидкістю, що дозволяє уражати стратегічні та тактичні цілі на відстані 500 – 700 км і більше. Висока точність забезпечується системою наведення на базі інерціально-супутникової корекції, оптико-електронними засобами самонаведення з елементами штучного інтелекту, що дозволяє зберігати кругове імовірне відхилення в межах п’яти метрів. Модульні бойові частини нового покоління, включно з проникаючими і касетними, оснащені суббоєприпасами подвійної дії та ударними БпЛА, формують новий підхід до застосування ОТРК і дозволяють ефективно уражати цілі в глибину оборони противника з мінімальними витратами часу та ресурсів.

Таким чином, розвиток перспективного ОТРК повинен зосереджуватись на автоматизації бойових процесів, підвищенні мобільності та живучості, розробці високоточних ракет із збільшеною дальністю, а також на удосконаленні організаційної структури підрозділів. Реалізація цих напрямів дозволить забезпечити ефективне застосування ОТРК у сучасних бойових умовах та протидію сучасним засобам розвідки та високоточної зброї противника.

Матузко Б.П., канд. техн. наук, доцент
Чорний М.В., канд. техн. наук, доцент
Марченко О.В.
Мельник І.Ю.
НАСВ
Латін С.П., канд. військ. наук, доцент
СумДУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГУСЕНИЧНИХ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ УСТАНОВОК

За умов зміни характеру ведення бойових дій через масове застосування безпілотних систем, підвищення ролі високоточної зброї артилерія залишається одним із основних засобів ураження. При цьому особливе місце серед артилерійських систем займають саме гусеничні самохідні артилерійські установки (САУ), основними перевагами яких є висока прохідність за складних умов місцевості, мобільність, можливість виконання завдань поблизу лінії зіткнення, підвищений рівень броньового захисту, стабільність функціонування під час ведення вогню.

Останнім часом спостерігається тенденція до розвитку колісних САУ, через що набуває актуальності визначення перспектив розвитку гусеничних САУ. За результатами порівняльного аналізу встановлено, що вагомими перевагами гусеничних САУ є підвищена прохідність, живучість та можливість бойової роботи у складних умовах. Недоліками САУ такого типу є висока вартість виробництва, складність обслуговування і ремонту та нижча середня швидкість руху. Крім того, необхідно враховувати недостатній рівень захисту до ураження безпілотними літальними апаратами (БПЛА) різних типів, складність контрбатарейної боротьби, проблемні питання логістичного забезпечення, потребу у значних фінансових ресурсах для модернізації.

Вирішення проблемних питань застосування гусеничних САУ може бути забезпечено шляхом:

- підвищення точності стрільби (використання високоточних боєприпасів), що дозволить значно зменшити витрати боєприпасів і підвищити ефективність ураження;
- подальшої автоматизації процесів керування вогнем, що зумовить скорочення тривалості підготовки САУ до стрільби і зменшення навантаження на обслугу;
- реалізації принципу «shoot-and-scoot» (швидке відкриття вогню, виконання пострілів і негайна зміна позиції) для уникнення ураження контрбатарейними засобами противника;
- інтеграції гусеничних САУ з безпілотними системами як частини єдиної розвідувально-ударної системи (виявлення цілі БПЛА, передача координат, корегування вогню у реальному часі), що суттєво підвищить точність стрільби і швидкість реагування;
- збільшення дальності стрільби звичайними боєприпасами (стандартними снарядами – до 40 км, активно-реактивними снарядами – до 70 км, перспективними снарядами – до 100 км).

Таким чином, гусеничні САУ мають значний потенціал розвитку і залишатимуться важливим інструментом ведення бойових дій у майбутньому.

Оптимальним є комбіноване використання САУ обох типів: колісних і гусеничних. Так, конгломерат KNDS запропонував САУ RCH 155 на новому шасі – гусеничній версії колісної бронемашини Boxer. Розміщення САУ на альтернативному гусеничному шасі означає можливість вибору замовника між мобільністю колісної версії чи прохідністю гусеничної версії. Водночас необхідно зазначити, що гусеничний варіант природно стійкіший та оптимальніше переносить віддачу від пострілів зі 155-мм гаубиці з довжиною ствола 52 калібри.

Перспективним також є встановлення 155-мм САУ «Богдана» зі стволом довжиною 39 калібрів на гусеничне шасі на заміну радянських САУ 2С3М «Акація».

Мелешко О.М.
НДЦ РВіА

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОПРАВОК АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЕДЕННЯ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ, ОСНАЩЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ НАВЕДЕННЯМ І ВОГНЕМ

Реалії російсько-Української війни висувають жорсткі вимоги щодо маневреності, автономності застосування та часу готовності гармат до відкриття вогню, точності визначення установок для стрільби, повноцінного функціонування гармати в умовах активного застосування противником засобів РЕБ. Для реалізації даних вимог гармати (у першу чергу самохідні) оснащуються автоматизованими системами керування наведенням та вогнем (далі АСКНВ). Вітчизняними фахівцями розроблений і успішно пройшов попередні випробування АСКНВ для оснащення САУ як існуючих (які модернізуються), так і тих, що розробляються.

Однією з особливостей АСКНВ є наявність в її складі інерціальної навігаційної системи (далі ІНС). У ході маршу вона виконує функції автономної системи навігації, а при підготовці і веденні вогню, будучи закріпленою безпосередньо на стволі гармати, забезпечує безперервне визначення положення ствола в горизонтальній та вертикальній площинах - дирекційного кута і кута підвищення ствола. На основі цих параметрів, автоматично введених в бортову ЕОМ (далі БЕОМ), формуються і передаються на приводи наведення сигнали керування для надання стволу заданого положення.

У ході наведення вісь ІНС сприймається БЕОМ як вісь каналу ствола. Але насправді між ними є кути розузгодження в горизонтальній і вертикальній площинах, індивідуальні для кожної конкретної гармати. Наявність кутів розузгодження викликана технологічними особливостями, у першу чергу кріпленням ІНС відносно ствола. Як показує практика, значення кутів розузгодження змінюються залежно від кута підвищення ствола, але при повторному наведенні зберігають стале значення (у межах точності ІНС) на тих самих кутах підвищення.

З метою компенсації кутів розузгодження між осями ІНС і каналу ствола на спеціально підготовленому майданчику підприємства-виробника здійснюється визначення індивідуальних поправок автоматизованого наведення гармати, ці поправки заносяться в базу даних БЕОМ і в формуляр. Очевидно, що в процесі інтенсивної експлуатації гармати значення кутів розузгодження (а отже, і значення поправок) буде змінюватися і виникатиме потреба в їх уточненні.

Автором, який був членом комісії з проведення попередніх випробувань, розглянуто порядок організації і проведення вивірки системи автоматизованого наведення гармати в польових умовах, порядок визначення індивідуальних поправок автоматизованого наведення у вертикальній і горизонтальній площинах.

Михайлюк Ю.О., д-р філософії
Михайлюк А.М.
НАДПСУ

ПІДГОТОВКА ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Підготовка підрозділів ракетних військ і артилерії є ключовим елементом забезпечення боєздатності Сил оборони та підвищення ефективності вогневого ураження противника. Сучасний характер ведення бойових дій вимагає від артилерійських і ракетних підрозділів високого рівня професійної підготовки, здатності швидко адаптуватися до тактичної обстановки та ефективно застосовувати технічні засоби вогневого ураження.

У процесі підготовки значна увага приділяється формуванню стійких навичок роботи з озброєнням і військовою технікою, зокрема сучасними артилерійськими системами, реактивними системами залпового вогню, засобами розвідки та корегування вогню. Особливо важливими є тренування зі здійснення швидкого розгортання, зміни вогневих позицій та виконання маневру в умовах контрбатарейної боротьби противника. Від такої підготовки залежить збереження боєздатності та мінімізація втрат.

Крім технічної складової підготовка включає вдосконалення навичок управління підрозділами, взаємодії з іншими родами військ та використання сучасних цифрових систем обміну даними. Заняття з топогеодезичної прив'язки, метеорологічного забезпечення й розрахунку установок для стрільби забезпечують високу точність виконання вогневих завдань.

Важливою є також психологічна настанова персоналу, спрямована на зростання стійкості до стресових чинників, розвиток наполегливості та спроможності виконувати завдання в умовах невизначеності. Комплексний підхід до навчання підрозділів ракетних військ і артилерії дає змогу досягти високого рівня боєготовності та гарантувати ефективне виконання поставлених бойових завдань у сучасних умовах збройного протистояння.

Важливо підкреслити, що підготовка підрозділів ракетних військ і артилерії сьогодні включає розширене використання симуляторів і тренажерних комплексів, які дозволяють відпрацьовувати складні вогневі задачі без витрати боєприпасів. Такі технології сприяють підвищенню точності, злагодженості дій обслуг і здатності оперативно реагувати на зміну обстановки. Не менш значущими є практичні тренування в умовах, максимально наближених до бойових, що забезпечують реалістичне відпрацювання алгоритмів дій під час ведення контрбатарейної боротьби та застосування високоточної зброї. Унаслідок комплексної та системної підготовки досягається зростання ефективності вогневого ураження та загальної стійкості підрозділів у динамічних умовах сучасних операцій.

Подальший розвиток системи підготовки передбачає інтеграцію новітніх методик оцінювання бойових дій, що дає змогу аналізувати результати тренувань і коригувати навчальні програми.

Мізін В.С.
Мостовик О.В.
НАСВ

АВТОНОМНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ПУНКТУ УПРАВЛІННЯ РАКЕТНОЇ БАТАРЕЇ

У сучасних збройних конфліктах ракетні підрозділи застосовуються в різних умовах обстановки, що створює певний ряд вимог для їх ефективного бойового застосування. Одним з основних та визначних вимог є організація стійкого зв'язку та безперервного управління підпорядкованими підрозділами. З цією метою в підрозділах ракетних військ на тактичному

рівні організовуються та розгортаються пункти управління (ПУ) ракетних батарей (або командні пункти (КП) ракетних дивізіонів). Одним з найголовніших показників, що забезпечують роботу ПУ ракетних батарей, є надійне їх енергозабезпечення.

До основних джерел живлення, які використовуються на ПУ ракетної батареї, відносять:

електроагрегати (генератори дизельні, бензинові або газові);

портативні зарядні станції;

інверторні генератори малої потужності;

акумуляторні батареї;

система безперебійного живлення;

бортові мережі військової техніки.

За досвідом ведення бойових дій ракетних підрозділів в російсько-Українській війні відзначають основні суттєві недоліки наявних систем живлення, а саме:

обмежену мобільність;

акустичне та теплове демаскування;

неекономічність витрати розхідних матеріалів;

залежність від єдиного джерела енергії.

Визначені експлуатаційні навантаження ПУ ракетної батареї:

постійне – 259 Вт;

добове споживання – 9,8 кВт·год;

пікове – 2 400 Вт.

Зазначена інформація обумовлює необхідність розроблення альтернативних джерел, наприклад, автономного джерела живлення для ПУ ракетної батареї, яке забезпечить безперервну, надійну та енергоефективну роботу систем управління в умовах бойового застосування.

Альтернативним рішенням є розробка комбінованої системи енергозабезпечення з оптимізованим алгоритмом управління навантаженням, що інтегрує дизельний генератор, акумуляторну батарею та відновлювані джерела енергії для підвищення енергоефективності й мінімізації ризику відмови критичних функцій, що забезпечуватиме надійну цілодобову роботу пункту управління, усуватиме демаскуючі ознаки під час нічного режиму роботи та повністю відповідає вимогам бойового застосування.

Місін А.Є.
Давиденко Д.В.
Драган А.І.
Коваль Р.О.
НАСВ

АНАЛІЗ ВЕДЕННЯ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 2022 – 2026 років

Застосування артилерії під час бойових дій в російсько-Українській війні 2022–2026 років постійно змінюється, як з однієї, так і іншої сторони. Цього вимагає динамічний розвиток сил і засобів ведення сучасного загальновійськового бою.

Швидка зміна тактики ведення бою призводить до зміни тактики застосування артилерійських підрозділів: побатарейно, повзводно в першій половині 2022 року і погарматно з осені 2022 року по теперішній час.

Виявлення артилерії противника відбувається на всіх рівнях ведення розвідки. Для цього застосовують всі наявні засоби розвідки: повітряну, радіолокаційну, звукову, оптичну.

Після виявлення відбувається дорозвідка виявленої артилерії противника та вогневий вплив на неї.

Для дорозвідки застосовуються БпАК літакового типу. Це пов’язано з віддаленістю вогневих позицій артилерії від лінії бойового зіткнення до 20 км.

Враховуючи дані чинники, відповідно постає потреба в зміні ведення контрбатарейної боротьби (ККБ), тому що з артилерією противника і наша артилерія також віддаляється від лінії бойового зіткнення.

Ураження артилерії противника під час ККБ відбувається, враховуючи її віддаленість, розташування на вогневих позиціях з використанням різних засобів захисту та маскування. В таких умовах можливе ураження тільки при застосуванні всіх наявних сил і засобів в комплексі.

Ефективне ведення КББ в сучасних умовах ведення бою відбувається при застосуванні БпАК літакового типу для дорозвідки та оцінці результату, вогню артилерії для придушення мобільних вогневих груп прикриття артилерії противника, баражуючих боєприпасів чи ударних БпЛА літакового типу для пробиття укриття і FPV дрони чи скиди для пошкодження самої артилерійської установки.

Успішність виконання даних заходів буде залежати також і від оцінки радіоелектронної обстановки з боку противника.

Враховуючи все вищенаведене, в сучасних умовах ведення бою ККБ буде ефективна при комплексному застосуванні та організації тісної взаємодії:

засобів виявлення артилерії противника;

проведенні дорозвідки;

вогневому впливі на артилерію противника;

застосуванні РЕБ та РЕР.

Провівши аналіз КББ в умовах сучасного бою, можна підкреслити, що її ефективність залежить від комплексного застосування засобів виявлення артилерії противника, засобів вогневого впливу, а також з підрозділами РЕБ та РЕР.

Москаленко Д.Р.
Дерев’янчук А.Й., канд. техн. наук, професор
Баранова І.В., канд. техн. наук, доцент
СумДУ

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЇ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

В умовах четвертої промислової революції (Індустрія 4.0) спостерігається експоненціальне зростання різнорідних даних у всіх сферах людської діяльності – цивільній та військовій. Цей виклик зумовив необхідність розроблення складних аналітичних методів, здатних виявляти закономірності та генерувати знання в режимі реального часу. Провідне місце серед таких методів займає машинне навчання (МН).

Освітній процес, представлений у вигляді різноманітних наборів даних, є потужним ресурсом для застосування МН. Виокремлюються три ключові напрями, де МН розкриває свій потенціал у підготовці військових фахівців: персоналізація навчання, автоматизація оцінювання та предиктивна аналітика. Персоналізовані системи на базі МН аналізують показники успішності, поведінку та уподобання до типу навчального контенту кожного

військовослужбовця, формуючи індивідуальні освітні траєкторії. Важливою перевагою таких систем є масштабованість: тисячі військовослужбовців можуть проходити індивідуалізовану підготовку без пропорційного збільшення кількості інструкторів – що є критично важливим за умов інтенсивного ведення бойових дій.

Адаптація навчального контенту забезпечує постійне коригування матеріалу відповідно до поточного рівня підготовки конкретного військовослужбовця. Алгоритми МН аналізують час відповіді, процеси прийняття рішень і когнітивне навантаження, здійснюючи корекцію навчального контенту в режимі реального часу. Це особливо важливо у бойових умовах, де здатність відтворити основні навички та стратегії під тиском може визначити успіх або невдачу виконання бойового завдання. Предиктивна аналітика, своєю чергою, дозволяє прогнозувати потенційні прогалини у знаннях і навичках як окремого військовослужбовця, так і підрозділу в цілому, забезпечуючи завчасне втручання у навчальний процес і підтримання боєздатності на необхідному рівні.

Особливої актуальності застосування МН набуває у підготовці фахівців Ракетних військ і артилерії Збройних Сил України. Сучасні зразки озброєння та військова техніка від партнерів країн НАТО є технологічно складними і вимагають такого ж рівня підготовленості особового складу. Водночас недосконаліть чинної системи підготовки, що поєднує підходи радянської армії та армії сучасної України, яка формується безпосередньо в умовах бойових дій, унеможливлює швидке якісне навчання без впровадження сучасних технологічних засобів. Від рівня підготовки фахівців ракетно-артилерійських підрозділів безпосередньо залежить успіх виконання бойових завдань на полі бою, що робить впровадження систем на основі МН стратегічно необхідним.

Разом з тим впровадження систем МН у навчальний процес супроводжується низкою викликів: забезпечення якості та конфіденційності даних, усунення упередженості в алгоритмах, забезпечення інтерпретованості рекомендацій моделей та вирішення проблем масштабованості інфраструктури. Подолання цих проблем є необхідною умовою для побудови надійних адаптивних систем навчання, здатних ефективно функціонувати в умовах сучасної війни.

Мошковський М.С., канд. хім. наук, старш. наук. співроб.
Князський О.В., канд. техн. наук
Гаврилюк А.О.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Бик М.В., канд. хім. наук, доцент
НТУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ СТРУМУ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ

Скорочення витрати снарядів з одночасним розширенням бойових можливостей артилерії може бути забезпечене тільки при стрільбі з високою точністю. Одним із основних напрямів підвищення точності стрільби є застосування комплексів керованого артилерійського озброєння. Керовані боєприпаси – це засоби, які здатні примножити роль артилерії на сучасному етапі розвитку озброєння. Широкого поширення в світі набули боєприпаси з напівактивними лазерними системами наведення.

Для забезпечення активної протидії збройній агресії рф проти України актуальним є розробка вітчизняних зразків керованих боєприпасів, для яких застосовуються малогабаритні теплові батареї в якості елементів електроживлення. Подібні теплові батареї використовуються, наприклад: батареї Т-493 в ПТРК «Корнет», ПТРК «Вихрь», ПТРК «Рефлекс», а також Т-514А і Т-514Б в керованому артилерійському боєприпасі «Краснополь».

У цьому аспекті є інтерес дослідити і перевірити одержані зразки теплових батарей іноземного виробництва і порівняти їх з батареями виробництва рф. Теплові батареї звичайно є стовпчиками із електрохімічних елементів і піронагрівачів, що мають форму дисків оточених шаром теплоізоляційного матеріалу і розміщені в герметичному корпусі. Кожен елемент містить негативний і позитивний електроди, шар піротехнічного складу і розміщений між ними електроліт, який при низькій температурі не електропровідний. При запуску батареї від електрозапалювача електроліт плавиться під дією тепла, що виникає при згорянні піронагрівачів. Процес розряду електрохімічних елементів може протікати доти, поки їх температура вище температури плавлення електроліту. Тому тривалість розряду батарей залежить від швидкості охолодження.

Метою цих досліджень є визначення типажу, електрохімічної системи, фактичної побудови, конструктивних особливостей, використаних матеріалів, наданого зразка малогабаритної теплової батареї з напругою 12,5 V, іноземного виробництва. Враховуючи різноманітність і технологічну складність в будові хімічних джерел струму з даним зразком теплової батареї, були проведені відповідні хіміко-аналітичні дослідження. Вивчення проводились із залученням сучасних методів аналізу. Зокрема, використовувався рентгенофлуорисцентний спектрометр Expert 2L для визначення якісного і кількісного складу матеріалів батареї та електронної мікроскопії з допомогою електронного мікроскопа Tescan з приставкою для елементного точкового аналізу .

Досліджені елементи живлення електричним струмом 155-мм керованого артилерійського снаряда вітчизняного виробництва з лазерним напівактивним наведенням. Надані результати дослідження матеріалознавчих характеристик структурних елементів хімічних джерел струму теплових батарей іноземного виробництва, що використовуються в зразках сучасних керованих артилерійських боєприпасів. Детально розглянуті принципи побудови хімічних джерел струму живлення апаратури таких снарядів. Виявлені конструкційні особливості та встановлена електрохімічна система даних джерел струму.

Батареї є металевими герметичними циліндрами діаметром 30 мм і висотою 60 мм, вагою 114 г. У верхній частині присутні п’ять електричних контактів пронумерованих арабськими цифрами від 1 до 5. Для вивчення внутрішньої будови та встановлення електрохімічної системи джерела живлення здійснено розрізання корпусу.

Показано, що ця батарея відноситься до резервних теплових хімічних джерел струму одноразової дії електрохімічної системи (-) Li(Si)/ LiCl-KCl /FeS_2 (+), де евтектичний розплав LiCl-KCl є електролітом, а Fe/$KClO_4$ – запалювальною сумішшю. Катод – сульфід заліза (FeS_2) просочений електролітом, анод – силіцид літію, піротехнічна суміш –хлорат калію і порошкове залізо. Все у вигляді пресованої таблеткової конструкції. Склад електроліту у вигляді механічної суміші евтектичного складу KCl-LiCl (39/61 % ваг). Сумарна напруга досліджуваного ХДС 12,5 В.

Ємність елемента живлення складає орієнтовно 2-3 А*год, за номінальної напруги батареї 12 В.

Потужність елементів і батарей цього типу близько 600 Вт/кг .

Час роботи визначається часом остигання електроліту і складає в більшості випадків при розрядному струмі 3А при тривалості роботи 45-80 с.

Робоча температура електроліту – 350-550^0 С.

Температурний діапазон використання – від -55 до + 75^0 С.

Термін зберігання – до 25 років.

Зазначені характеристики достатні для забезпечення керованого польоту артилерійського снаряда.

Проведені дослідження показали надійність і працездатність теплових батарей іноземного виробництва, їх можливість використання для вирішення подальших науково-технічних та практичних питань зі створення керованих артилерійських снарядів і сприятиме розвитку вітчизняного ракетно-артилерійського озброєння в умовах воєнного стану.

Важливим при цьому є питання, яким чином перевірити справність батарей в процесі закупівлі теплових батарей. Це можливо здійснювати з використанням методів неруйнівного контролю та відповідної технічної діагностики:

методом рентгенографії, що дозволяє досліджувати внутрішню будову теплової батареї, якість і щільність збірки дискових елементів, відсутність дефектів і замикань;

методом замірювання електричного опору між електродами на відсутність коротких замикань. При цьому нобхідна наявність опору 4-8 Ом між двома контактами, що під'єднані до ніхромової спіралі чи стрічки і слугують електрозапалювачем піротехнічної суміші для швидкого (1-2 с) розплавлення електроліту;

зовнішнім оглядом, що візуально свідчить про її цілісність. У разі запуску теплової батареї внаслідок дії високих температур розплаву електроліту (близько 350-550^0 С) на зовнішній поверхні металевого стакана з нержавіючої сталі внаслідок взаємодії з киснем повітря утворюються «кольори мінливості» темні плями фіолетово-сіруватого кольору, що візуально свідчить про факт її спрацювання.

У деяких теплових батареях зарубіжного виробництва (зокрема виробництва Південної Кореї) наносяться спеціальні маркери, виготовлені із термофарби, яка змінює свій колір після теплового впливу.

Таким чином, набуто цінний досвід в процесі створення вітчизняного артилерійського озброєння під час відбиття збройної агресії рф проти України і показана важливість, актуальність і необхідність налагодження виробництва малогабаритних теплових батарей різної номенклатури вітчизняними виробниками.

Новак Д.А.
НДЦ РВіА

ДО ПИТАННЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ РАКЕТНОЇ ЗБРОЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У НДЦ РВіА в рамках проведення робіт, передбачених Програмою військової стандартизації на 2024–2026 роки, проводиться комплекс досліджень із розроблення проєкту військового стандарту ВСТ 20.39.1425.XXX:20XX (01) "Комплексна система загальних технічних вимог до озброєння та військової техніки. Оперативно-тактичні ракетні комплекси. Загальні тактико-технічні вимоги".

Метою вказаних робіт є розроблення стандартизованих загальних тактико-технічних вимог до перспективних ОТРК Сухопутних військ ЗС України для забезпечення їх відповідності сучасним умовам ведення війни та тенденціям розвитку ракетного озброєння.

Вказані вимоги буде розроблено до показників призначеності ОТРК, а саме до:

цільового призначення та типового складу ОТРК;

основних завдань та переліку типових об’єктів ураження;

складу та призначення основних складових ОТРК, у тому числі до самохідної пускової установки (СПУ), транспортно-заряджальної машини (ТЗМ), командної машини управління (КМУ) тощо;

якісних і кількісних (числових) значень параметрів оперативно-тактичних ракет (ОТР), у тому числі до:

мінімальної та максимальної дальності пуску ОТР;

типу бойових частин (БЧ) та основних характеристик їх могутності;

характеристик точності ОТР з різним типом БЧ;

типу системи управління та системи аварійної самоліквідації ОТР, типу ракетного двигуна та типу старту ракет;

характеристик виконання циклограм пуску перспективними ОТР;

типу траєкторії, кількості ділянок із маневруванням, діапазону кутів наближення ОТР до поверхні землі;

характеристик режимів спрацювання підривних пристроїв різних типів БЧ ОТР;

якісних і кількісних значень параметрів інших складових ОТРК стосовно:

кількості ракет на СПУ та ТЗМ;

характеристик скорострільності СПУ за одиницю часу;

характеристик сектору пуску для СПУ без потреби її перезаїзду;

прохідності транспортних засобів зі складу ОТРК, у тому числі характеристик швидкості їх руху дорогами із різним типом покриття;

запасу ходу транспортних засобів за витратою палива, можливого часу автономної роботи обладнання, дальності зв’язку та передачі даних тощо;

часу, який потрібний для розгортання транспортних засобів у бойове положення, часу їх згортання у похідне положення, часу заряджання (перезаряджання) СПУ ракетами (ТПК з ракетами) тощо;

кількості номерів обслуг для транспортних засобів зі складу ОТРК, а також вимоги до рівня автоматизації передпускових операцій, виконання вантажно-розвантажувальних робіт, управління підрозділами тощо.

Онофрійчук А.Я.
Руденко О.В.
НАСВ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІСЛЯДІЇ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ СНАРЯДА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У сучасних умовах розвитку артилерійських систем, автоматизованих комплексів управління вогнем та високоточного озброєння підвищення точності визначення балістичних параметрів стрільби набуває особливо важливого значення. Одним із визначальних параметрів зовнішньої балістики є початкова швидкість снаряда, оскільки саме вона безпосередньо

впливає на дальність стрільби, час польоту, висоту траєкторії та координати точки падіння снаряда. Навіть незначні відхилення початкової швидкості в межах кількох метрів за секунду можуть призводити до суттєвого збільшення похибки стрільби на великих дальностях, що особливо критично в умовах застосування сучасних високоточних засобів ураження.

У практиці бойового застосування артилерії визначення початкової швидкості здійснюється переважно за допомогою табличних, розрахункових або інструментальних методів. Найбільш поширеними є використання нормативних балістичних таблиць, а також доплерівських, радарних і оптичних засобів вимірювання. Разом із тим табличні значення мають усереднений характер і не враховують реальні особливості конкретного пострілу, які визначаються температурою метального заряду, технічним станом ствола, ступенем його ерозійного зносу, коливаннями характеристик пороху та іншими експлуатаційними чинниками. Унаслідок цього між розрахунковими та фактичними значеннями початкової швидкості можуть виникати систематичні похибки її визначення.

Відомо, що процес формування початкової швидкості не завершується повністю в момент виходу снаряда з каналу ствола. У зоні дульного зрізу продовжується інтенсивна взаємодія снаряда з високошвидкісним потоком порохових газів. Газодинамічні процеси у цій зоні характеризуються вираженим нестаціонарним характером течії, виникненням ударних хвиль, значними градієнтами тиску та зміною донного тиску на снаряд. Унаслідок цього формується імпульсна післядія порохових газів, яка може створювати додаткову складову швидкості у початковій фазі польоту снаряда. Крім того, зазначені процеси здатні впливати на результати інструментальних вимірювань, насамперед при використанні оптичних систем реєстрації.

Проведений аналіз наукових праць показав, що більшість досліджень у галузі внутрішньої та зовнішньої балістики зосереджена переважно на процесах руху снаряда в каналі ствола або на класичних моделях зовнішньої балістики. Водночас питання кількісного оцінювання впливу газодинамічної післядії порохових газів у зоні дульного зрізу на точність визначення початкової швидкості залишається недостатньо дослідженим. Існуючі роботи здебільшого описують структуру газового потоку та характер ударно-хвильових процесів без визначення їх внеску у похибку балістичних розрахунків.

У роботі запропоновано підхід до уточнення математичної моделі визначення початкової швидкості артилерійського снаряда з урахуванням імпульсного впливу порохових газів після виходу снаряда з каналу ствола. Виконано порівняльний аналіз табличних і розрахункових балістичних даних, оцінено величину систематичної похибки та проведено аналіз чутливості дальності стрільби до зміни початкової швидкості. Також обґрунтовується доцільність введення коригувального члена, що враховує імпульсну післядію порохових газів, до алгоритмів балістичних розрахунків цифрових систем управління вогнем.

Практичне значення дослідження полягає у підвищенні точності визначення балістичних параметрів стрільби та вдосконаленні алгоритмів цифрових систем управління вогнем за рахунок урахування газодинамічної післядії порохових газів у зоні дульного зрізу. Результати дослідження можуть бути використані під час удосконалення систем балістичного забезпечення артилерії, а також для підвищення точності розрахунку траєкторних параметрів стрільби.

Пастухов В.В.
Прокопенко В.В., канд. тех. наук
в/ч А5145
Глінко О.В.
НАСВ

ВОГНЕВЕ УРАЖЕННЯ ЕКІПАЖІВ БпАК(С) ПРОТИВНИКА НА МАЙДАНЧИКАХ ПУСКУ

Боротьба з атаками БпЛА противника повинна мати плановий та упереджуваний характер, тобто потрібно завчасно виявляти противника і планувати його знищення. Вогневе ураження екіпажів БпАК(С) противника на майданчиках пуску, пунктах дистанційного пілотування організовується структурним підрозділом об'єднаної вогневої підтримки в загальній системі вогневого впливу на противника.

Планування та виконання завдання з вогневого ураження екіпажів БпАК(С) противника на майданчиках пуску, як правило, здійснюється планово з залученням сил і засобів об'єднаної вогневої підтримки відповідно до повноважень керівників ОВгП. Також можливе виконання вогневих завдань (ВЗ) непланово при різкій зміні обстановки і наявності достатньої розвідувальної інформації про ці об'єкти.

Основні фази планування та вогневого ураження БпАК(С) противника

Фаза 1 – розпізнавання об'єкту – полягає у визначенні координат, місця знаходження на місцевості та характеристик об'єкта. Об'єкт виявляється засобами розвідки або інформація про нього одержується від інших джерел. Проводиться розвідка або дорозвідка з метою отримання необхідних даних про об'єкт. З метою відстеження дій об'єкта протягом певного часу призначаються відповідні засоби розвідки (як правило, засоби РЕР та БпЛА).

Фаза 2 – з'ясування (встановлення) ефекту – полягає у з'ясуванні спланованого ефекту або встановленні іншого, відповідно до поточної обстановки.

Фаза 3 – призначення вогневих засобів ОВгП – полягає у визначенні сил і засобів, необхідних для досягнення ефекту.

Фаза 4 – виконання ВЗ, що полягає у прийнятті рішення на ураження і безпосередньому виконанні ВЗ, яке, як правило, здійснюється силами і засобами підрозділів ракетних військ і артилерії та ударних БпЛА, шляхом здійснення вогневих нальотів та завданні 1-2 ударів fpv-дронами в перервах між вогневими нальотами з постійним корегуванням БпЛА- розвідника.

Фаза 5 – оцінка – полягає в оцінюванні результатів ураження цілі та прийнятті рішення щодо закінчення стрільби або повторного ураження цілі.

Рекомендації щодо ураження екіпажів БпАК(С) противника на майданчиках пуску: постійна взаємодія вогневих засобів із засобами повітряної розвідки, корегування вогню артилерії; одночасне залучення декількох засобів ураження; під час планування вогневого ураження противника, завдання ураження пілотів БпЛА на майданчиках злету визначати як пріоритетне.

Пастухов В.В.
Прокопенко В.В., канд. техн. наук
в/ч А5145
Глінко О.В.
НАСВ

ОБЛАШТУВАННЯ ВОГНЕВОЇ ПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ БОЙОВОГО ДОСВІДУ

Місце майбутньої вогневої позиції (ВП) потрібно вибирати із врахуванням довкілля, яке забезпечить максимальну скритність від противника (ліс, посадки, пагорби), з врахуванням відстані до переднього краю своїх військ. Вибір ВП завжди залежить від конкретної обстановки, характеру місцевості та завдань, але головний принцип – максимальне маскування та можливість швидкого переміщення. Підготовку місця стояння ВП потрібно здійснювати з мінімальними змінами місцевості. Під час облаштування ВП у лісистій місцевості забезпечити максимальну скритність від повітряної розвідки противника (вирубку лісу проводити тільки за необхідності). Розміщення на фоні однотипних ділянок місцевості, що збігаються кольором або штучно створених плям. Уникати добре помітних орієнтирів для забезпечення можливої прив'язки противника. Для забезпечення мобільності та безпеки ВП врахувати та облаштувати: приховані шляхи для підвозу боєприпасів та евакуації особового складу: у разі небезпеки; запасні вогневі позиції для швидкого внутрішньопозиційного маневру у разі потреби; укриття для особового складу бліндажі, перекриті щілини, погребки для боєприпасів. Принцип облаштування ВП: місце майбутнього укриття має бути вибране таким чином, щоб можливо було заглибитися на максимально потрібну глибину; для облаштування бокових стін укриття на рівні землі можна використовувати колоди невеликого діаметра, а також плівку (ці матеріали забезпечать укріплення і не дадуть землі осипатись під час стрільби); для облаштування основних (головних) опор потрібно використовувати колоди максимально можливого (наявного) діаметра; основні опори між собою рекомендовано скріплювати за допомогою металевих скоб; основне перекриття рекомендовано робити із колод максимально можливого діаметра; перекриття повинно складатися з декількох шарів колод і ґрунту для забезпечення максимального захисту особового складу та техніки; заїзд в укриття обладнується воротами та маскується маскувальною сіткою; підлога обладнується із залишків брусу, що забезпечить швидкий заїзд і виїзд техніки. Укриття для техніки повинно забезпечити не лише захист від ударів противника, але і швидкий підхід до машини і можливість швидкого виїзду у разі потреби. Перелік матеріалів для побудови укриття САУ: скоби металеві – 400 шт., дошка обрізна – 15 кубів, плівка – 2 рулони, цвяхи – 400 кг, колоди – 40 кубів.

Щоб досягти високої ефективності у виконанні вогневих завдань і зберегти особовий склад та техніку, потрібно максимально дотримуватись усіх вимог щодо обладнання вогневих позицій, спираючись на вивчений і отриманий досвід під час виконання бойових завдань підрозділами Збройних Сил України.

Пастухов В.В.
Прокопенко В.В., канд. техн. наук
в/ч А5145

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ПІДРОЗДІЛАМИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В КОРПУСНІЙ СИСТЕМІ

Організація виконання бойових завдань артилерією після формування армійських корпусів Збройних Сил України зазнала суттєвих змін, спрямованих на централізацію управління, підвищення вогневої потужності. В армійських корпусах створюється об'єднана вогнева підтримки для виконання завдань на головному напрямку ведення бойових дій.

Для якісного та дієвого підвищення ефективності об'єднаної вогневої підтримки потрібно здійснювати (проводити): безперервне вивчення, відображення, аналіз даних обстановки та прогнозування її розвитку; щоденну підготовку пропозицій щодо бойового застосування підрозділів артилерії, БПС; своєчасно та якісно визначати завдання та доводити до вогневих підрозділів; якісну організацію управління та організацію взаємодії; якісне розроблення бойових та плануючих документів; постійний контроль та надання допомоги підпорядкованим підрозділам; зосередження сил і засобів артилерії на пріоритетних напрямках, об'єктах противника; оперативне та своєчасне здійснення контрбатарейної боротьби; оперативне та своєчасне здійснення вогневого ураження по передньому краю та на глибину району оборони батальйонів першого ешелону противника в інтересах активної оборони.

Проблемні питання, які виникають в організації вогневих завдань структурою ОВгП: розподіл повноважень та вертикалі управління щодо планування, бойового застосування та управління силами і засобами, які залучаються до ОВгП; визначення пріоритетності цілі у бригадах базується на бойовому досвіді, а не на проведенні поглибленого аналізу; обмежена кількість далекобійних зарядів; перевага противника у повітрі за рахунок БпЛА великої дальності; відсутність достатньої кількості засобів розвідки, які можуть виявляти та обробляти можливі засоби ураження противника.

Рекомендації щодо вдосконалення роботи секцій (відділень) ОВгП: ОВгП здійснювати комплексне застосування всіх наявних засобів з метою якісного виконання вогневих завдань та максимального збереження своїх сил та засобів; пріоритетним завданням вважати здійснення вогневого впливу на противника шляхом ведення активних випереджувальних дій; здійснювати планування в єдиному інформаційному просторі для якісного розуміння ситуації та обміну досвідом між підрозділами; створити позаштатну бойову групу з боротьби з БпАК противника, які будуть мати можливість швидкого їх пошуку та ураження; використовувати нестандартні методи застосування FPV-камікадзе, таких як створення засідок ударних БпЛА в районах очікування, польоти з більшої дистанції на спеціальних антенах; здійснювати нанесення колективного вогневого ураження противнику ударними БпЛА та артилерією; безперервно проводити підготовку особового складу секцій ОВгП.

Пашковський В.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Отрох О.А.
НАСВ

ВДОСКОНАЛЕННЯ РАКЕТНИХ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЯК КЛЮЧОВИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ОВТ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

У сучасних умовах ведення бойових дій ракетні війська та артилерія залишаються основою вогневого ураження противника. Досвід війни за Незалежність підтвердив, що саме ефективне застосування артилерії та ракетних систем є запорукою досягнення оперативних і тактичних цілей, створює передумови для наступальних дій і стримує противника, а динамічний перехід до високоточної, далекобійної та інтегрованої в єдину інформаційну систему зброї робить вдосконалення ракетних та артилерійських систем одним із пріоритетних напрямів розвитку ОВТ Сухопутних військ Збройних Сил України.

Україна вже має значні напрацювання у сфері розвитку ОВТ. Вітчизняні розробки, зокрема РСЗВ “Вільха-М” та “Буревій”, а також САУ 2С22 “Богдана”, продемонстрували підвищену точність, мобільність та здатність швидко змінювати позиції після виконання вогневих завдань, забезпечуючи при цьому ураження як площинних, так і точкових цілей, що значно підвищує ефективність вогневого впливу та виконання бойових завдань. Не менш важливою особливістю сучасних вітчизняних систем є їх адаптація до стандартів НАТО, що розширює можливості інтеграції як із засобами розвідки та управління, так і щодо застосування 155-мм боєприпасів.

Подальший розвиток систем ОВТ повинен бути спрямований на підвищення їх ефективності та бойових можливостей, зокрема:

збільшення дальності ураження. Перехід від тактичного до оперативно-стратегічного рівня застосування (до 500-800 км) дозволить здійснювати глибоке ураження об’єктів противника, таких як командні пункти, логістичні вузли, склади боєприпасів та інфраструктура;

підвищення точності ураження. Використання сучасних систем наведення – супутникових, інерціальних, лазерних та комбінованих – забезпечує мінімальне відхилення від цілі, дозволяє зменшити витрату боєприпасів і підвищити ефективність кожного пострілу.

впровадження автоматизованих систем управління вогнем. Інтеграція артилерії з БпС, розвідувальними системами та цифровими платформами управління забезпечує оперативне виявлення цілей і швидке завдання ударів.

Суттєвий вплив на розвиток ракетних та артилерійських систем мають новітні технології: впровадження елементів штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процеси обробки інформації, вибору цілей та коригування вогню; гіперзвукові технології, які характеризується надзвичайно високою швидкістю, що значно скорочує час підльоту та ускладнює її перехоплення засобами ППО; технології підвищення живучості систем, включаючи зменшення їх помітності, застосування мобільних платформ і використання засобів РЕБ для захисту від ворожих засобів розвідки. Вдосконалені зразки ОВТ ракетних та артилерійських систем, інтегруючись із розвідувальними засобами, БпС та іншими компонентами, стають невід’ємною складовою єдиного інформаційного бойового простору Сил оборони України. Такий підхід повинен забезпечити реалізацію концепції мережецентричної війни, де основним фактором успіху є швидкість обміну інформацією та узгодженість дій. У цих умовах РВіА перетворюються на високоточний інструмент негайного реагування, здатний наносити вогневе ураження у режимі реального часу.

Отже, вдосконалення ОВТ ракетних та артилерійських систем є одним із ключових факторів забезпечення вогневої переваги Сухопутних військ. Сучасні тенденції розвитку свідчать про перехід до високоточної, далекобійної та інтегрованої зброї, здатної ефективно діяти в умовах сучасного бою, а реалізація перспективних напрямів розвитку, зокрема збільшення дальності ураження до 500-800 км, впровадження гіперзвукових технологій, цифровізація управління, поєднання інноваційних технологій, бойового досвіду та системного підходу до розвитку озброєння, дозволять суттєво підвищити ефективність застосування артилерії та ракетних військ і визначатимуть спроможність Сухопутних військ ЗС України успішно виконувати завдання в сучасних конфліктах.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
Петлюк О.І.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОТОЧНИХ, МОБІЛЬНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ У КОНФЛІКТАХ І ВІЙНАХ XXI СТОЛІТТЯ

Сучасну війну та військові конфлікти неможливо вести без застосування реактивних систем залпового вогню (далі – РСЗВ). У доповіді зроблений аналіз та розкрито РСЗВ, які використовувалися на початку XXI століття у конфліктах і війнах, при цьому особливий акцент зроблено на їх використанні у російсько-Українській війні.

Початок XXI століття ознаменувався вступом людства в якісно нову фазу свого розвитку, яку на Заході назвали “інформаційною”. Інформація для збройних сил в сучасних умовах набула особливого значення, для них вона є не лише постачальником і носієм необхідних даних, а також застосовується в якості зброї. Саме завдяки поширенню інформації світові лідери узнали про те, що сучасні РСЗВ станом на 2026 рік еволюціонували від засобів ураження площ до високоточної зброї, здатної завдавати удари на відстані сотень кілометрів. Підтвердженням цьому є російсько-Українська війна, в якій з обох сторін не тільки використовуються РСЗВ минулого століття, але й випробовуються найсучасніші зразки озброєння, військової техніки та боєприпаси різного призначення і потужності. Особливо актуальними питаннями на даний час є: модернізації, мультиплатформенності (здатність однієї установки використовувати ракети різних типів (реактивні снаряди, балістичні ракети, дрони)); високоточності (перехід від некерованих ракет до боєприпасів із GPS/INS наведенням); мобільності РСЗВ (тактика «стріляй і тікай» (shoot-and-scoot) для захисту від контрбатарейної боротьби та FPV-дронів). Сьогодні в провідних у військовому сенсі країнах світу продовжується модернізація тих, що існують, та розроблення нових РСЗВ, які відповідають вимогам сучасного бою і вогневого ураження. Основними напрямами таких робіт є: збільшення дальності і точності стрільби; вдосконалення систем управління вогнем (далі – СУВ); сумісність наявних пускових установок з новими перспективними реактивними снарядами, зокрема керованими; розширення номенклатури бойових частин боєприпасів; вдосконалення матеріальної частини. Важливе значення надається інтеграції бортових СУВ бойових машин з автоматизованими системами управління польовою артилерією і сухопутних військ загалом. На даний час РСЗВ – це

високоточні, мобільні артилерійські комплекси, призначені для ураження цілей на великих відстанях за допомогою керованих і некерованих ракет. Ключові системи, такі як M142 HIMARS(США), M270 MLRS (США/НАТО), K 239 Chunmoo (Південна Корея), PULS (Ізраїль), RM-70 Vampire (Чехія), українські Верба та Буревій, забезпечують швидке наведення, високу точність, можливість зміни позиції (“shoot-and-scoot”) та знищення командних пунктів, складів і техніки. Найпоширенішою зарубіжною РСЗВ, що перебуває на озброєнні армій більш ніж 14 держав світу, є M270 та удосконалена M270A1 MLRS (США). В цих РСЗВ встановлена цифрова СУВ, пов'язана з апаратурою прийому даних космічної радіонавігаційної системи NAVSTAR, вдосконалена система запуску боєприпасів і зменшена маса артилерійської частини. Це дозволило скоротити час підготовки артилерійської системи до відкриття вогню майже в 6 разів, а перезаряджання - в 3 рази.

Таким чином, у доповіді наведений аналіз основних РСЗВ, які використовувалися та використовуються у конфліктах і війнах XXI століття, та запропоновані зміни, які необхідно внести, на думку авторів, для забезпечення ефективного виконання завдань РСЗВ.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Пащетник О.Д., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Вознюк В.В.
НАСВ

ВИМОГИ ОСНОВНИХ КЕРІВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ

Ракетні війська і артилерія (далі – РВіА), відповідно до досвіду російсько-Української війни 2014–2026 років, залишаються одним із найважливіших засобів ураження противника. Об’єм завдань, що виконують підрозділи РВіА, з кожним днем збільшується, а це у свою чергу вимагає більшої кількості боєприпасів, гармат, пускових установок. Проблема, яка на даний час виникла, як існуючими запасами виконати зростаючий обсяг завдань щодо ураження противника, не знизивши при цьому ефективність вогневого ураження, уражаючого ефекту, а також досягнення ефекту несподіванки.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є підвищення точності визначення даних для стрільби артилерії (пуску ракет). Однією із складових точності визначення даних для стрільби артилерії (пуску ракет) є визначення координат, розмірів і характеру об’єктів (цілей). Для цього необхідно скористатись сучасними керівними документами, які розроблені на підставі результатів аналізу досвіду бойового застосування артилерійських частин і підрозділів під час відбиття збройної агресії росії проти України з урахуванням основних принципів доктринальних документів, прийнятих у Збройних Силах України та країнах-членів НАТО, використовуваними топогеодезичними приладами та способами обробки даних.

Так, одним із основних документів, в якому визначені вимоги щодо точності топогеодезичних даних та застосування способів визначення координат та дирекційних кутів об’єктів, цілей, елементів бойового порядку підрозділів, є “Настанова зі стрільби і управління вогнем артилерії (дивізіон, батарея, взвод, гармата)” (далі – Настанова).

Настанова передбачає вимоги щодо точності топогеодезичних даних при використанні різних способів визначення координат та дирекційних кутів, а саме: похибка при визначенні топогеодезичних даних координат вогневих позицій, спостережних пунктів, позицій засобів артилерійської розвідки, об'єктів, цілей (за допомогою штатної радіонавігаційної апаратури; за допомогою ЕКМ (ПК "Кропива"); за картами масштабу не менше 1:50 000; на геодезичній основі; за допомогою автономної навігаційної апаратури) повинна становити не більше 20 м; похибка при визначенні висот вогневих позицій, спостережних пунктів, позицій засобів артилерійської розвідки, об'єктів, цілей (використання штатної радіонавігаційної апаратури; ПК "Кропива"; карт масштабу не менше 1:50 000; кутовимірювальних приладів) повинна становити не більше 10 м; похибка при визначенні дирекційних кутів орієнтирних напрямків (астрономічним способом; за допомогою магнітної стрілки бусолі з урахуванням поправки, визначеної на відстані не більше 5 км від вогневих позицій, спостережних пунктів; за допомогою автономної навігаційної апаратури; гіроскопічним способом; геодезичним способом (вирішенням оберненої геодезичної задачі) повинна становити не більше 0-02.

Точність визначення координат залежить від типу приладу та умов прийому, коливаючись від 3 до 150 м. Звичайні GNSS - пристрої мають точність 5 - 10 м, а професійні, можуть досягати точності до 1 м або навіть до 30 см. Диференційований метод використовує наземні станції для виправлення похибок, що дозволяє досягти точності близько 1 м на 1 км відстані між станціями. В залежності від типу приладу та умов прийому точність стандартних GPS - навігаторів може становити від 3 до 150 м. В той же час точність у професійних GPS - приймачах може становити 1 м та вище.

Таким чином, у доповіді наведений аналіз точності топогеодезичних даних та запропоновані зміни, які необхідно внести в основні керівні документи, на думку авторів, для забезпечення ефективного виконання завдань РВіА.

Подлєсний О.В.
НАСВ

ВЕЛИЧИНА ПЕРШОЇ ВИЛКИ ПРИ ПРИСТРІЛЮВАННІ В КОНТЕКСТІ РОЗСІЮВАННЯ СНАРЯДІВ

Пристрілювання цілі є основним і найбільш точним способом визначення установок для стрільби, у т.ч. – для стрільби на ураження. Пристрілювання ведеться за виміряними відхиленнями або за спостереженням знаків розривів. За умов фізичної неможливості застосовувати засоби розвідки для визначення розривів в ході пристрілювання в підрозділах забезпечують спостереженість цілі, і пристрілювання виконують за спостереженням знаків розривів. Таке пристрілювання являє собою метод послідовного наближення розривів до цілі шляхом отримання розривів протилежних знаків (перельотів та недольотів). Ще його називають методом захоплення цілі у вилку.

Ефективність пристрілювання прямо залежить від розсіювання снарядів, яке підпорядковане закону нормального розподілу (закон Гаусса). Адже кожен постріл супроводжується випадковими відхиленнями, які характеризуються величиною серединного відхилення. Тож ймовірність того, що розрив матиме певний знак, залежить від відхилення середньої точки падіння від цілі, вираженого величиною серединних помилок за напрямками, які становлять шкалу розсіювання. Знак розриву визначається через функцію Лапласа (або інтеграл ймовірностей). Аналіз формули визначення ймовірності отримання

величини відхилення показує, що її величина залежить від величини серединного відхилення. Це дає можливість стверджувати, що чим менша величина серединного відхилення, тим більша ймовірність отримання знака розрива. Адже в сучасних умовах на практиці стрільба по цілях здійснюється на великі дальності, через що з причини великих значень серединних відхилень через розсіювання снарядів значно збільшується ймовірність отримання знака першого розриву, який може викривити очікувані результати пристрілювання.

Теорія стрільби рекомендує застосування наступних шляхів подолання наведених сладнощів. Так, із метою визначення першої вилки необхідно, щоб її величина перевищувала зону повну довжину шкали розсіювання. Для надійного визначення першої вилки, коли величина ймовірності отримання знаку розрива при пристрілюванні одиночними пострілами становила близько 90%, величина вилки має становити 2-3 серединних відхилення за певним напрямком. Якщо не дотримуватись цього правила, збільшується ймовірність отримання помилки знака наступного пострілу, що призводить до хаотичності процесу пристрілювання.

Іншим шляхом забезпечення зменшення ймовірності помилки знака розрива є застосування стрільби групою пострілів. Адже при стрільбі групою ймовірність помилки визначається за законом множення ймовірностей. Коротко, ймовірні і випадкові відхилення одиночних пострілів взаємокомпенсуються.

Загальний висновок наступний: на малих дальностях, коли величина розсіювання снарядів має менше значення, варто вести пристрілювання одиночними пострілами, що дасть можливість економити витрату снарядів. Пристрілювання при стрільбі на великі дальності через значну величину розсіювання снарядів необхідно вести стрільбу групою не менше як з чотирьох пострілів, адже при цьому з отриманням спостережень одного знака впевнено можна визначити величину першої вилки, а за умови отримання спостережень протилежних знаків – зробити висновок про продовження пристрілювання із застосуванням накриваючої групи.

Полоз О.А., д-р філософії
Захватихата Д.С.
Скоробагатов М.С.
Драган А.І.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЛІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ ВІЙНИ

Досвід світових збройних конфліктів та збройна агресія росії проти України показали потребу в зміні тактиці, плануванні, організації та поставили нові завдання, що зумовили до переходу від класичних форм ведення бойових дій до мережецентричної війни, в якій ключову роль відіграє збір інформації про противника, швидкість її обробки та інтеграція всіх елементів бойової системи в єдину мережу.

Кардинальні зміни відбулися з початком повномасштабного вторгнення у 2022 році. Масове застосування розвідувальних БпЛА, а також використання супутникового зв’язку, зокрема використання Starlink, забезпечили практично безперервний обмін інформацією між підрозділами. Усі елементи бойової системи - розвідка, командування, артилерія, піхота - були інтегровані в єдину мережу. Це дозволило значно скоротити час для ураження цілей.

Це зумовило артилерійським підрозділам трансформувався за такими напрямами.

По-перше, змінилася функціональна роль. Якщо раніше артилерійський підрозділ був лише виконавцем вогневих завдань, то тепер став активним елементом розвідувально-ударного процесу, здатним самостійно приймати рішення в межах поставленої задачі.

По-друге, відбулася децентралізація управління: значна частина повноважень передана на рівень дивізіону та батареї, що забезпечує високу оперативність дій.

По-третє, істотно підвищилася точність вогневого ураження, що було зумовлено через брак боєприпасів. Від масованого вогню по площах відбувся перехід до точкового знищення конкретних цілей, що стало можливим завдяки використанню БпЛА та коригуванню в реальному часі.

По-четверте, відбулася повна цифровізація процесів управління: застосування планшетів, цифрових карт, програмних комплексів.

Сучасний артилерійський підрозділ функціонує за принципом, який включає виявлення цілі, передачу даних, їх обробку, прийняття рішення, вогневе ураження та оцінку результатів.

Перспективи подальшого розвитку артилерійських підрозділів пов’язані з подальшою автоматизацією процесів, інтеграцією елементів штучного інтелекту, розвитком безпілотних систем та створенням єдиних цифрових екосистем управління військами.

Отже, трансформація артилерійських підрозділів є закономірним результатом розвитку та інтеграції сучасних технологій і зміни характеру та способів ведення бойових дій .

Артилерійський підрозділ перетворився на один із головних елементів мережецентричної системи, здатний діяти автономно, швидко та координовано.

Тепер його ефективність визначається не лише кількістю озброєння, а насамперед рівнем інтеграції в інформаційне середовище одночасної роботи з загальновійськовими підрозділами, підрозділами розвідки та іншими підрозділами бойового забезпечення.

Полоз О.А., д-р філософії
Козловець В.В.
Тищенко Ю.В.
Руденко О.В.
НАСВ

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ЗА ДОСВІДОМ 2022 – 2025 років

На даний час поняття контрбатарейної боротьби (КББ) розглядалась як комплекс заходів з протидії артилерії противника шляхом застосування власних артилерійських систем. Сучасними керівними документами передбачається, що КББ ведеться гарматою, взводом, батареєю або дивізіоном проти одиночно розташованих вогневих засобів або групи близько розташованих один від одного.

Ймовірні шляхи підвищення ефективності контрбатарейної боротьби:

1. Збільшення ролі і ефективності артилерії механізованих бригад як результат вивільнення артилерії АГ (загальної підтримки) від нетипових завдань і зосередження її на виконання завдань КББ;

2. Виконання вогневих завдань відповідно до пріоритетності цілей та завдань, які покладаються на АГ;

3. Надання та не перешкоджання командиру РВК у прийнятті рішення на ведення вогню і ведення вогню, минаючи ланки старшого начальника, з послідуючою доповіддю про результати ураження;

4. Зосередження вогню КББ не тільки по артилерійських засобах, а й по інших складових системи вогневого впливу противника;

5. Визначення пріоритетності щодо застосування далекобійних боєприпасів для КББ;

6. У разі неможливості або відсутності використання ВТБ максимізація використання стандартних боєприпасів та залучення до ураження FPV дронів дальнього радіуса дії;

7. Підвищення якості розвідки (застосування різних видів розвідки, синтез даних з різних джерел, навчання особового складу, використання ІКС для збору та обробки інформації);

8. Підвищення швидкість передачі даних (застосування стандартизованих форм повідомлень, використання декількох каналів зв'язку, використання ІКС для прийняття рішення командиром);

9. Виконання заходів РЕБ, а саме використання резервних засобів навігації та зв'язку, навчання особового складу роботі в умовах РЕБ придушення;

10. Комплексна дія всіх засобів ураження на логістичні маршрути противника, що призведе до затримок у забезпеченні та ремонті;

11. Тренування обслуг гармат в розгортанні для виконання завдань в різних умовах протидії противника;

12. Залучення додатково на вогневі позиції підрозділів охорони для ведення контр FPV боротьби, тим самим вивільнення обслуг;

13. Удосконалення системи раннього виявлення та оповіщення про повітряну небезпеку в районі вогневих позицій.

Отже, можна зазначити, що КББ буде ефективною в тому випадку, коли наш вогонь буде швидший та точніший за противника.

Полоз О.А., д-р філософії
Місін А.Є.
Коваль Р.О.
Давиденко Д.В.
НАСВ

МАСКУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОЇ МІСЦЕВОСТІ ТА ПРОМИСЛОВИХ ЗОН ЗА ДОСВІДОМ 2024 – 2025 років

Еволюція засобів розвідки в останні роки радикально змінила концепцію живучості артилерії на полі бою. Поява масових БпЛА, оснащених високочутливими тепловізійними камерами та потужною оптикою, зробила «прозорим» класичне маскування в лісосмугах. В умовах сучасної війни високої інтенсивності урбанізована місцевість та промислові зони стають не просто місцем ведення бойових дій, а стратегічним ресурсом для приховування артилерійських систем. Традиційні методи (стандартні зелені сітки) у місті не лише неефективні, а й демаскувальні. Таким чином, виникає гостра потреба у розробці та впровадженні нових підходів до маскування, що враховують геометрію бетону, теплові аномалії індустріальних об'єктів та загрозу з боку FPV-дронів.

Ймовірні шляхи підвищення живучості артилерійських систем через маскування:

1. Візуальна адаптація та «геометрія сміття»;
2. Теплове екранування: боротьба з ІЧ-розвідкою;
3. Використання капітальних споруд та тактика маневру;
4. Акустичне та світлове маскування
5. Протидія FPV-дронам та дезінформація.

Отже, сучасне маскування в урбанізованому середовищі – це не пасивне приховування, а активна інтелектуальна боротьба з технічними засобами ворога. Тільки системний підхід, що поєднує візуальну деформацію, термічне екранування, інженерне використання споруд та активну дезінформацію, дозволяє артилерії виконувати завдання в умовах «прозорого» поля бою. Дисципліна кожного номера розрахунку та розуміння фізичних принципів роботи розвідки ворога є запорукою збереження боєздатності підрозділу. Виживає той, хто здатен перетворити бетонні руїни на свою головну перевагу.

Полоз О.А., д-р філософії
Місін А.Є.
Козловець В.В.
Тищенко Ю.В.
НАСВ

КОНТРБАТАРЕЙНА БОРОТЬБА В ДУЕЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ ЗА ДОСВІДОМ 2024 – 2025 років

Сучасні бойові дії характеризуються високою маневреністю, широким застосуванням засобів артилерійської розвідки, БпЛА, радіолокаційних станцій та автоматизованих систем управління. У таких умовах контрбатарейна боротьба набуває вирішального значення, оскільки противник здатний у найкоротші терміни виявляти вогневі позиції та завдавати удари у відповідь. Саме тому мінімізація часу між виконанням пострілу та залишенням або зміною вогневої позиції є одним із головних чинників збереження боєздатності артилерійських підрозділів.

У дуельних ситуаціях перевагу отримує та сторона, яка швидше виявляє противника, оперативніше відкриває вогонь, виконує завдання та знижує час перебування під загрозою ураження. Отже, питання скорочення часу «постріл – відкат» є надзвичайно актуальним, оскільки безпосередньо впливає як на виживання підрозділу, так і на ефективність виконання вогневих завдань.

У сучасних умовах на ефективність контрбатарейної боротьби впливають такі чинники:

- швидкість виявлення цілей;
- оперативність передачі інформації;
- узгодженість роботи розвідки, управління і вогневих підрозділів;
- мобільність артилерійських систем;
- рівень підготовки особового складу;
- застосування автоматизованих систем управління.

Мінімізація часу «постріл-відкат» підвищує:

- живучість підрозділу, оскільки зменшується час перебування на позиції після відкриття вогню;
- ефективність вогневого ураження, адже підрозділ зберігає можливість повторного застосування;
- темп бойових дій, бо забезпечується швидше виконання вогневих завдань;
- стійкість управління, оскільки підрозділ діє більш організовано та злагоджено.

Отже, контрбатарейна боротьба в сучасному бою потребує максимальної оперативності дій, високої мобільності та чіткої організації управління. У дуельних ситуаціях саме скорочення часу «постріл-відкат» забезпечує зниження вразливості артилерійських підрозділів та підвищує їхню бойову ефективність.

Радівілов О.М.
Василюк М.П.
НАСВ

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ M270 MLRS

Підвищення бойової ефективності ракетного комплексу M270 MLRS у сучасних умовах ведення збройного конфлікту безпосередньо пов’язане з надійністю їхніх електромеханічних вузлів. Система підйомного та поворотного механізмів (Electrical Launcher Drive System, ELDS) забезпечує точне наведення пускового модуля у двох площинах та є критичним елементом пускової установки (ПУ): відмова будь-якого з її компонентів унеможливлює виконання вогневого завдання. Практика технічного обслуговування підрозділів у зоні бойових дій свідчить, що планово-попереджувальний підхід до ремонту не забезпечує своєчасного виявлення прихованих дефектів електроприводів – деградація компонентів розвивається поступово та залишається непоміченою до настання критичної відмови безпосередньо на стартовій позиції.

Розробка та обґрунтування системи контролю технічного стану електроприводів ELDS M270 MLRS на основі вимірювання споживаного струму датчиком INA219

Запропоновано метод діагностики, що ґрунтується на фізичній закономірності: будь-яка механічна несправність електроприводу (знос підшипників, деградація зубчастих передач, перевантаження, порушення ізоляції обмотки) проявляється у характерній зміні величини або форми споживаного струму. Вимірювання цього параметра є датчик, підключається зовнішнім чином до ланцюга живлення двигуна без жодних модифікацій штатного обладнання.

Розроблений діагностичний пристрій побудований на базі мікроконтролера Arduino Mega 2560 та двох датчиків струму INA219 (Texas Instruments) з цифровим інтерфейсом I2C. Шунтний резистор 0,001 Ом забезпечує вимірювання струму до 320 А, що перекриває пікове споживання ELDS (до 250 А). Пристрій реалізує триступеневу сигналізацію:

1. НОРМА (зелений індикатор) – струм підйому < 180 А, повороту < 150 А.
2. УВАГА (жовтий, 2 сигнали зумера) – відхилення 15–20% від норми.
3. КРИТИЧНО (червоний, безперервний сигнал) – перевищення критичного порогу, рекомендовано зупинку ELDS.

Алгоритм обробки використовує проміжне середнє з десяти послідовних вимірювань для фільтрації шуму та окремо відстежує пікові стрибки струму (понад 50 А за 50 мс) як ознаку ударного навантаження. Базова лінія вимірювань зберігається у EEPROM-пам’яті та може бути індивідуально налаштована для кожної ПУ.

Практична цінність: час монтажу пристрою – не більше 20 хвилин, вартість компонентів – близько 45 USD на ПУ. Порівняльний аналіз показує скорочення середнього часу виявлення несправності (MTTD) з 4-12 год до менш ніж 1 год та прогнозоване підвищення коефіцієнта технічної готовності з 0,72-0,78 до 0,85-0,90. Термін окупності для стартової батареї з шести ПУ M270 – менше одного тижня.

Редька В.В.
НДЦ РВіА

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ВІД БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сучасний характер збройних конфліктів характеризується широким застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які виконують розвідувальні, коригувальні та ударні функції. Досвід бойових дій в Україні переконливо засвідчує, що БпЛА становлять одну з основних загроз для артилерійських підрозділів. У зв'язку з цим актуальним завданням є розроблення та впровадження перспективних систем захисту, здатних ефективно протидіяти сучасним і майбутнім загрозам з боку БпЛА.

Основними напрямами розвитку систем захисту артилерійських підрозділів від БпЛА є вдосконалення засобів їх виявлення, засобів радіоелектронної боротьби, кінетичного та некінетичного ураження, а також інтеграція цих компонентів у єдину автоматизовану систему управління. Перспективні технології виявлення базуються на застосуванні багатоспектральних сенсорів, які поєднують радіолокаційні, оптико-електронні, інфрачервоні та акустичні засоби, що дозволяє забезпечити надійне виявлення БпЛА у складних умовах бойової обстановки.

Важливим компонентом системи захисту є засоби радіоелектронної боротьби. Сучасні РЕБ-комплекси здатні здійснювати придушення каналів управління, навігації (зокрема GPS/GLONASS) та передачі даних БпЛА в широкому діапазоні частот. Перспективним напрямом є створення адаптивних РЕБ-систем із використанням елементів штучного інтелекту, які забезпечують автоматичне розпізнавання типу безпілотника, аналіз його поведінки та вибір оптимального способу впливу. Це дозволяє значно скоротити час реакції та підвищити ефективність протидії в умовах швидкої зміни тактики застосування БпЛА.

Поряд із засобами РЕБ активно розвиваються системи кінетичного та некінетичного ураження. До кінетичних засобів належать зенітні установки малого калібру, кулеметні комплекси, керовані боєприпаси та інші системи, здатні фізично знищувати БпЛА. Водночас перспективними є некінетичні засоби, зокрема лазерні та мікрохвильові системи, які забезпечують високоточне, безконтактне знищення БпЛА на малих і середніх дистанціях без використання традиційних боєприпасів. Їх перевагами є висока швидкість ураження, низька вартість «пострілу» та можливість багаторазового застосування.

Окрему увагу доцільно приділити розвитку спеціалізованих БпЛА-перехоплювачів, здатних автономно виявляти, супроводжувати та знищувати БпЛА противника. Використання алгоритмів машинного навчання та групової взаємодії дозволить реалізувати ефективну боротьбу з масованими атаками БпЛА за типом "рою".

Таким чином, перспективи захисту артилерійських підрозділів від БпЛА полягають у створенні комплексних, адаптивних та інтелектуалізованих систем протидії, що поєднують різнорідні засоби виявлення й ураження в єдиному інформаційно-комунікаційному просторі. Реалізація зазначених напрямів сприятиме суттєвому підвищенню живучості артилерійських підрозділів і загальної ефективності їх бойового застосування в умовах сучасної війни.

Романенко М.С.
в/ч А2393

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 155-мм СГ 2С22 та БГ 2П22 “БОГДАНА”

За результатами практичної експлуатації у ході виконання бойових завдань встановлено, що зразок озброєння в цілому дозволяє виконувати поставлені завдання з вогневого ураження противника. Основні функції 2С22 “Богдана” передбачені виробником для виконання завдань за призначенням, працюють, проте деякі з них мають ряд зауважень і потребують доопрацювань.

Оцінка роботи систем, вузлів і агрегатів артилерійської частини. За час експлуатації 2С22 були виявлені наступні характерні поломки (несправності), конструктивні недоліки: постійні проблеми з клин-затвором (довготривале технічне обслуговування); під час переміщення по бездоріжжю виникала проблема з АКПП; під час роботи виходили з ладу блоки управління двигуном; прогорання дзеркал та прогорання обтюраторного кільця; проблема з праймерами (після пострілу розриває або закипає); в 2П22 виникали проблеми в гальмівній системі (з тягачем КрАЗ); домкрат підйому станини не тримає.

Однією з головних проблем є низька прохідність по бездоріжжю, гармата має дуже велику вагу, низький рівень маневреності, що під час поганих метеоумов (дощ, сніг, болото) ускладнює переміщення гармати та зайняття вогневої позиції, в деяких моментах навіть неможливо без спеціальної допомоги гусеничної техніки зайняти ВП або зробити своєчасне переміщення (маневр). Потреба тягача для евакуації потужнішого за БТС-4Р (як варіант БРЕМ-1);

слабке обтюраторне кільце. При роботі з неякісними зарядами (після пострілу залишається сміття в зарядній каморі) потрапляють навіть піщинки на обтюраторне кільце, що може призводити до прогару кільця, що в подальшому за собою веде до пошкодження дзеркала затвору;

часто клине гальмівна система, гальмівна система гармати не розрахована під тягач КрАЗ, через різні гальмівні системі на гарматі – одноконтурна, на тягачі – двоконтурна.

Таким чином, означені артилерійські системи не повною мірою задовольняють потреби підрозділів. Вказані конструктивні особливості впливають на часові показники та ефективність виконання завдань. Проведення конструктивних доробок означених зразків озброєння є необхідною складовою їх життєвого циклу, на що підприємству-виробнику слід звернути особливу увагу, зокрема на будову запірного механізму 2С22 та 2П22, а саме можливість заміни механізму клинового типу, на механізм запирання поршньового типу (як зразок використати будову М777).

Рудковський О.М.
Цицик М.В.
Ільницький І.Л.
НАСВ

ВИСОКОТОЧНА ЗБРОЯ ТА БОЄПРИПАСИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Аналіз бойових дій у війні московії проти України вказує на повну непридатність прорадянських стереотипних поглядів на тактику застосування озброєння, бойової техніки та військ. Провідними країнами світу та НАТО робиться ставка на високоточну, далекобійну зброю і боєприпаси, сучасну технологію їх виробництва і застосування. Назва такої зброї – «Smart weapons».

Високоточна зброя – це бойові системи та комплекси озброєння, що виготовлені на основі новітніх матеріалів і технологій, спроможні у межах досяжності цілі реалізувати принцип «постріл – ураження» за рахунок керування і корекції доставки зброї і боєприпасів на всій траєкторії їх польоту. Стійкою тенденцією розвитку збройної боротьби є підвищення ролі високоточної зброї, яка дозволяє здійснювати ефективне дальнє вибіркове ураження найбільш важливих об'єктів противника (елементи логістичної інфраструктури, командні пункти управління тощо). Необхідність застосування високоточних артилерійських боєприпасів обумовлена високою мобільністю сучасних бойових засобів, підвищенням їх захисних властивостей, а також особливостями ведення збройної боротьби на своїй території в густонаселених районах, у містах і промислових зонах. з огляду на безпеку мирного населення та промислових об'єктів підвищеної небезпеки.

У той же час основу боєкомплекту «совкових» артилерійських систем становлять переважно некеровані снаряди в осколково-фугасному спорядженні. Основними недоліками їх застосування є: нераціональне використання осколкових потоків при наземному розриві; значна витрата під час ураження групових цілей, що призводить до збільшення часу виконання вогневого завдання і як наслідок – зниження живучості артилерійських підрозділів.

Результати теоретичних досліджень та досвід воєнних дій показали, що застосування високоточних артилерійських боєприпасів забезпечує підвищення ефективності вогню артилерії в десятки разів під час ураження одиночних цілей (особливо броньованих), а також зменшення концентрації вогневих засобів на ділянках прориву. Тобто на сучасному етапі розвитку артилерійського озброєння його бойову ефективність підвищує створення та застосування артилерійських систем з високоточними снарядами (ракетами).

Програма щодо надання допомоги Україні від країн-партнерів по антиросійський коаліції дозволила нівелювати значну перевагу агресора у живій силі, бронетехніці та артилерії.

Використання таких систем передбачає окрему, спеціально створену і адаптовану під виріб рухому базу, відповідні засоби розвідки та управління вогнем. До систем розвідки належать космічні апарати, засоби фото і телевізійної, оптико-електронної і радіотехнічної розвідки; звукова і радіотехнічна розвідка, засоби повітряної розвідки – спеціально оснащені літаки та БпЛА.

Впродовж декількох останніх років американська компанія «Boeing» у співпраці з компанією «Nammo» (Норвегія) підійшли до цього питання з іншого боку, розробив перспективний артилерійський снаряд підвищеної дальності. Він являє собою гібрид ракети і артилерійського снаряда.

Боєприпаси нового покоління зможуть використовувати усі гармати, що є на озброєнні НАТО, типу L52 (155-мм).

Сай С.М.
НДЦ РВіА

АРТИЛЕРІЯ МАЙБУТНЬОГО: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА СТРАТЕГІЧНІ ПОГЛЯДИ ПАРТНЕРІВ

У сучасних збройних конфліктах артилерія залишається ключовим інструментом вогневого впливу, разом з тим її технологічне обличчя стрімко змінюється. Сучасна артилерія переживає етап глибокої технологічної трансформації, де основний акцент зміщується з масованості вогню на його точність, дальність та максимальну автоматизацію всіх процесів.

Світові лідери оборонної галузі активно працюють над збільшенням дальності стрільби артилерійських гармат до 80 – 100 кілометрів, що досягається за рахунок збільшення довжини ствола до 58-60 клб. Такі компанії, як Rheinmetall та BAE Systems, вже тестують системи з новими стволами та посиленими метальними зарядами, що водночас висуває нові вимоги до живучості техніки. Для вирішення проблеми швидкого зносу стволів впроваджуються інноваційні танталові та вольфрамові покриття, а також методи магнетронного розпилення та багатошарового хромування, що дозволяє збільшити ресурс ствола у кілька разів.

Паралельно із дальністю критично зростає і точність завдяки впровадженню автоматизованих систем керування наведенням і вогнем, таких як TOPAZ, ATLAS або UFCS, та обов'язковому використанню допплерівських радарів для вимірювання початкової швидкості снаряда. Це дозволяє зменшити розсіювання снарядів на 30%. Крім того, підвищення точності стрільби відбувається за рахунок використання керованих боєприпасів сімейства Excalibur, Vulcano або комплектів коригування PGK.

Автоматизація процесів заряджання досягла рівня, коли роботизовані артилерійські модулі, як у САУ RCH 155, здатні самостійно вибирати снаряд і заряд, виконувати наведення та навіть вести прицільний вогонь безпосередньо під час руху на швидкості до 30 км/год.

Важливим вектором розвитку є підвищення мобільності та живучості артилерійських гармат, що проявляється у домінуванні колісних базових шасі, які забезпечують високу швидкість пересування дорогами загального користування та зменшення часу залишення вогневої позиції. Системи на кшталт Archer або CAESAR здатні виконувати вогневе завдання та залишати вогневу позицію менш ніж за дві хвилини, що є ключовим фактором виживання в умовах сучасної контрбатарейної боротьби. Разом із цим розвиваються технології захисту, що включають багатоспектральний камуфляж Barracuda для зниження теплової та радіолокаційної помітності, а також встановлення дистанційно керованих кулеметних модулів на дахах САУ для автоматичного ураження ударних дронів.

Таким чином, сучасна артилерія еволюціонує у бік створення інтелектуальних систем, які поєднують значну глибину ураження з максимальною безпекою для особового складу, що досягається завдяки використанню безекіпажних платформ та засобів захисту від ударних БпЛА і високоточної зброї.

Салогор В.В.
Іваненко В.О.
Шеремет І.А.
ННВП

АРТИЛЕРІЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасні військові стратегії являють собою складний і динамічний комплекс тактичних та оперативних рішень, спрямованих на ефективне протистояння сучасним викликам бойових дій. Їх ефективність базується на інтеграції різних видів озброєння та силових структур, що забезпечує гнучкість і оперативність у веденні сучасного бою. Взаємодія авіації, артилерії, бронетанкових підрозділів, безпілотних літальних комплексів та систем, а також застосування засобів радіоелектронної боротьби формують новий підхід до ведення збройного протистояння.

З початком активних бойових дій українські підрозділи зіткнулися з чисельною перевагою противника та широкомасштабним використанням ним безпілотних літальних апаратів для розвідки та коригування вогню. В умовах, коли засоби протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби функціонують по всій лінії безпосереднього зіткнення, ефективне ураження противника без застосування артилерії є вкрай складним завданням.

Російська збройна агресія кардинально змінила традиційні підходи до використання артилерії. Нові методи та алгоритми застосування артилерійських підрозділів суттєво відрізняються від класичних підходів, що використовувалися раніше.

Однією з ключових переваг артилерії є можливість ураження цілей на різних напрямках без необхідності фізичного переміщення гармат чи установок. Це досягається за рахунок використання механізмів наведення та розрахунків траєкторії снарядів.

Загроза контрбатарейного вогню змусила артилерійські підрозділи розосереджувати свої вогневі позиції. Нанесення вогневого ураження зі статичних позицій поступилося місцем мобільній стрільбі, де кожна гармата розміщується окремо та веде вогонь по індивідуальній цілі. Це значно ускладнює організацію артилерійських ударів, оскільки кожен розрахунок потребує окремого прицілювання, коригування та орієнтації.

Самохідні артилерійські системи в сучасних умовах демонструють значні переваги над буксированими аналогами. Вони дозволяють швидко змінювати позиції після ведення вогню, що мінімізує ризик контратаки. Крім того, броньований захист самохідних артилерійських установок підвищує рівень безпеки екіпажу.

Однією з ключових складових сучасної артилерії стала розвідка з застосуванням безпілотних систем та комплексів, які дозволяють в режимі реального часу виявляти ворожі позиції та здійснювати коригування вогню. Використання роботизованих систем значно скоротило час реагування на виявлені цілі та підвищило точність ударів. До впровадження цих технологій артилерія змушена була застосовувати великі обсяги боєприпасів для ураження площинних цілей через відсутність точних координат.

Перехід до сучасних алгоритмів взаємодії, де дані з безпілотних систем та комплексів безпосередньо надходять на планшети артилерійських розрахунків, дозволяє суттєво підвищити ефективність вогневого ураження. Інтеграція артилерійських систем із безпілотними системами, автоматизованими системами управління та цифровими каналами обміну даними забезпечує суттєве підвищення ефективності вогневих завдань. Розвиток керованих боєприпасів, збільшення дальності стрільби, впровадження роботизованих рішень і новітніх принципів ураження формують якісно новий рівень бойових можливостей артилерії, що зберігає статус одного з ключових інструментів вогневого впливу.

Сезько А.Р.
НДЦ РВіА

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗДІЙСНЕННЯ МІЖПОЗИЦІЙНОГО ТА ВНУТРІШНЬОПОЗИЦІЙНОГО МАНЕВРУ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ АРТИЛЕРІЇ В ОБОРОНІ ТА НАСТУПІ

Аналіз досвіду ведення бойових дій Силами оборони України у війні з російською федерацією свідчить про вагому роль вогневої підтримки підрозділами артилерії. Разом з цим результати аналізу вказують, що під час здійснення вогневої підтримки дедалі частіше застосовуються ударні (розвідувально-ударні) безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА). Проте частка участі артилерійських підрозділів під час здійснення вищезазначеної підтримки

залишається на рівні близько 70%. Тому, враховуючи наявний бойовий склад артилерійських частин (підрозділів), актуальним питанням є забезпечення живучості підрозділів артилерії під час ведення ними бойових дій у операціях.

Проведене дослідження щодо ведення бойових дій підрозділами артилерії вказує, що однією з характерних їх особливостей є стійка тенденція до зменшення циклу “виявлення – ураження – залишення позиції (маневр)”. Короткотривалий час перебування підрозділів артилерії на вогневій позиції (ВП) та трансформація їх бойового порядку є ключовими чинниками, які продовжують впливати на успішне виконання бойових завдань. Із зменшенням тривалості вогневих нальотів та збільшенням використання противником ударних (розвідувально-ударних) БпЛА зросла важливість здійснення маневру підрозділами артилерії. Метою такого маневру є забезпечення живучості підрозділів артилерії як захисної функції під час виведення їх з-під можливого вогню (удару) противника, у тому числі з можливим використанням ним БпЛА.

З огляду на характер ведення бойових дій, очевидним є те, що здійснення маневру з метою забезпечення живучості підрозділів артилерії після виконання вогневого завдання у цілому є максимально ефективним під час проведення як оборонних дій, так і наступальних (з метою збільшення дальності стрільби та зменшення витрати боєприпасів для знищення/подавлення цілей). Як відомо, одним із принципів, який покладено в основу ведення бойових дій підрозділів артилерії, є забезпечення безперервної вогневої підтримки загальновійськових формувань. Особливо актуальним є дотримання цього принципу у наступі (особливо на переважаючого у живій силі противника).

Тому під час ведення бойових дій підрозділами артилерії у наступі виникає протиріччя між потребою здійснення маневру після виконання кожного вогневого завдання з метою забезпечення живучості та водночас забезпеченням безперервної вогневої підтримки загальновійськових формувань у наступі. У той же час здійснення маневру та залишення на попередній ВП макетів зразків озброєння може дезорієнтувати противника, що є вкрай важливим.

Отже, напрямами подальших досліджень можуть бути обґрунтування:

різниці тривалості перебування на ВП підрозділів артилерії у обороні та наступі;

доцільності міжпозиційного маневру під час ведення наступальних дій;

доцільної кількості ВП, районів зосередження та районів очікування підрозділів артилерії як для оборонних, так і для наступальних дій.

Сергієв С.В.
НДЦ РВіА

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАРЯДУ НА ПОЧАТКОВУ ШВИДКІСТЬ СНАРЯДА ТА ПОПРАВКИ ДАЛЬНОСТІ ПРИ СКЛАДАННІ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ

У сучасних методиках складання таблиць стрільби питання впливу температури заряду на балістичні характеристики снаряда розглядається недостатньо повно. Зокрема, при визначенні табличної початкової швидкості основна увага приділяється нормованим умовам стрільби, тоді як температурний фактор заряду часто враховується узагальнено або через спрощені поправки. Це призводить до накопичення систематичних похибок, особливо при експлуатації боєприпасів у широкому діапазоні температурних умов.

Температура заряду безпосередньо впливає на швидкість горіння пороху та, відповідно, на величину тиску в каналі ствола і початкову швидкість снаряда. Зі зниженням температури заряду спостерігається зменшення початкової швидкості, тоді як при її підвищенні – зростання. Визначення табличної початкової швидкості істотно залежить від коефіцієнта впливу температури заряду на початкову швидкість (lтз). Складова початкової швидкості (у відсотках від її значення), що відповідає за зміну температури заряду, може бути визначена як відношення відхилення реальної швидкості до різниці між реальною та табличною температурами, з урахуванням коефіцієнта lтз. Точність визначення цього коефіцієнта безпосередньо впливає на достовірність розрахунку табличної швидкості, максимальної дальності стрільби та поправок на зміну температури заряду.

Для підвищення точності визначення табличної початкової швидкості доцільно розширити програму балістичних випробувань. Зокрема, під час відстрілу необхідно проводити додаткові серії експериментів при різних температурах заряду. Окрім стрільб, що виконуються безпосередньо для складання таблиць, пропонується здійснювати відстріли щонайменше при температурах −10 °C та +10 °C відносно температури заряду в день проведення випробувань. Досягнення необхідних температурних умов може забезпечуватися шляхом контрольованого охолодження або нагріву зарядів перед стрільбою із забезпеченням рівномірності температурного поля. Це дозволить отримати більш типові експериментальні дані.

На основі отриманих експериментальних результатів слід визначати коефіцієнт впливу температури заряду на початкову швидкість снаряда з достатньою статистичною достовірністю.

Додатково слід враховувати, що температурний вплив може мати різний характер для різних типів порохів і конструкцій зарядів. Тому визначення відповідних коефіцієнтів має проводитися індивідуально для кожного типу зарядів і партій боєприпасів. Узагальнення без належної експериментальної бази може призводити до суттєвих похибок у практичному застосуванні, особливо при тривалому зберіганні або зміні умов експлуатації.

У разі відсутності детального врахування температури заряду похибки у визначенні початкової швидкості можуть досягати до 10–15 м/с, що критично впливає на точність стрільби, особливо на великих дальностях при значних відхиленнях температурних умов від табличних значень. Таким чином, розширення обсягу експериментальних досліджень, уточнення коефіцієнтів температурного впливу та впровадження більш точних поправок є необхідним кроком для підвищення ефективності сучасних артилерійських розрахунків і достовірності таблиць стрільби.

Сергієнко Р.В., канд. техн. наук, доцент
Лісненко О.І.
НАСВ

ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЗВУКОМЕТРИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

На сьогодні звукометричні комплекси є важливою складовою артилерійської розвідки ЗСУ, від більшості інших видів артилерійської він вирізняється відсутністю зондуючого випромінювання під час ведення розвідки, що дозволяє підвищити живучість комплексу за умови успішного виконання заходів інженерної підготовки. Проте звукометричні комплекси, з огляду на розвиток повітряних засобів розвідки та ураження на значній віддалі від ЛБЗ, мають істотний недолік у плані зниження живучості, зокрема необхідність періодичної заміни джерела живлення акустичної бази, що, зазвичай, знаходиться на відстані, що

дозволяє противнику застосовувати його засоби ураження по обслуговуючому особовому складу. Це обумовлює актуальність дослідження джерел живлення для приладів звукометричних комплексів.

Під час роботи було проаналізовано переваги та недоліки різних за принципом первинних джерел живлення: таких як сонячні панелі, термоелектричні генератори, генератори з ДВЗ, гальванічні елементи, акумуляторні батареї тощо. У результаті дослідження доведено, що найбільш оптимальним варіантом для автономного живлення приладів акустичної бази (звукоприймача) є акумуляторні батареї, оскільки інші опції є малопридатними в умовах бойових дій та інтенсивного застосування ударних дронів противником. Недоліки акумуляторних батарей не є критичними; переваги ж дозволяють застосовувати акумуляторні батареї для ефективного забезпечення електроживленням прилади звукометричних комплексів в умовах війни: вони не мають теплового випромінювання, що є важливим для забезпечення прихованості, їх масогабаритні характеристики дозволяють їх перенесення та приховане встановлення. Велика ємність забезпечує довгий час роботи без необхідності заміни акумулятора на позиції базного пункту.

Таким чином, серед всіх розглянутих хімічні джерела енергії є найбільш ефективними та оптимальними для використання у ролі джерела автономного живлення акустичної бази звукометричних комплексів, вони мають високу потужність, низький рівень теплового та звукового випромінювання, відносно довгий час роботи без потреби заміни, а також є економічно вигідним для багаторазового використання.

Серед акумуляторних батарей найбільш придатними до використання були визначені літій-залізо-фосфатні (LiFePO4) акумуляторні батареї, при температурі не нижче ніж -20 °С, оскільки ємність і напруга LiFePO4 різко падає при нижчій температурі. Для зимових умов було обрано літій-титанатні (LI4TI5O12) акумуляторні батареї, оскільки вони можуть ефективно працювати у зимових умовах, постійній низькій температурі з мінімальною втратою ємності, можуть заряджатися при температурах нижче 0 °С. Дослідження енергоспоживання звукометричних комплексів показало, що найбільш оптимальним балансом між часом роботи та масогабаритними характеристиками є акумулятори зазначених типів ємністю 100 А/год

Таким чином, це дослідження сприяло вирішенню проблеми використання нештатних засобів автономного живлення акустичних баз звукометричних комплексів, які на даний момент розраховуються у більшості випадків емпірично. Результати цього дослідження можуть бути використані командиром ПЗР для організації використання нештатних засобів електрозабезпечення в умовах сучасного поля бою.

Середа А.А.
НАСВ

МУЛЬТИПЛАТФОРМНІСТЬ РСЗВ: КОНЦЕПТУАЛЬНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АРТИЛЕРІЇ У МОБІЛЬНИЙ РАКЕТНИЙ ХАБ

Сучасна парадигма ведення бойових дій вимагає від артилерійських підрозділів не просто вогневої потужності, а універсальності, яка раніше здавалася технічно неможливою. Концепція мультиплатформності реактивних систем залпового вогню (РСЗВ), яскравим представником якої є американська система M142 HIMARS, докорінно змінює роль цього роду військ. Сьогодні РСЗВ перетворюється з інструменту площинного ураження на гнучку,

інтегровану платформу, здатну виконувати широкий спектр завдань: від тактичної підтримки піхоти до стратегічного стримування на великих відстанях.

Сутність та технічна реалізація концепції

Основна ідея мультиплатформності полягає у використанні уніфікованих пускових контейнерів та модульної архітектури управління вогнем. Замість того, щоб створювати окремі машини для тактичних ракет, крилатих ракет та некерованих снарядів, створюється єдине «шасі-носій». Це дозволяє розрахунку протягом лічених хвилин змінити спеціалізацію: замість касети з 227-мм керованими снарядами GMLRS (для знищення складів чи командних пунктів на дистанції до 80–90 км) встановити контейнер із балістичною ракетою типу ATACMS або новою PrSM (Precision Strike Missile), здатною вражати цілі на відстані понад 500 км.

Такий підхід базується на трьох «китах»:

Модульність – швидка заміна транспортно-пускових контейнерів у польових умовах без залучення спеціалізованої заводської техніки.

Цифрова інтеграція – універсальна система управління вогнем, яка автоматично розпізнає тип завантаженого боєприпасу та підключається до відповідних каналів супутникової або інерціальної навігації.

Логістична гнучкість – спрощення ланцюгів постачання, оскільки обслуговування потребує одна платформа, а не парк із п’яти різних типів машин.

Стратегічні та тактичні переваги

Мультиплатформність забезпечує непередбачуваність для ворога. Коли противник бачить на радарі чи з супутника пускову установку РСЗВ, він не може бути впевнений, чи готується залп по передньому краю, чи готується удар високоточною крилатою ракетою по стратегічному об’єкту в глибокому тилу. Це змушує ворога розосереджувати ресурси ППО та постійно змінювати місце розташування резервів.

Окрім того, інтеграція в одну платформу можливості запуску крилатих ракет та дронів-камікадзе (що зараз активно тестується провідними арміями світу) перетворює РСЗВ на елемент «великої мережі». Наприклад, одна установка може спочатку запустити дрон-розвідник для дорозвідки цілі, а наступним залпом – високоточну ракету для її знищення. Це реалізує концепцію «Long-Range Precision Fires» (LRPF), де артилерія бере на себе функції, які раніше виконувала виключно авіація.

Перспективи розвитку

У найближчі роки – в подальшу еволюцію в напрямі мільтидоменних операцій. Майбутні мультиплатформні системи зможуть запускати протикорабельні ракети, що дозволить артилерійським підрозділам сухопутних військ брати участь у морських битвах, перебуваючи глибоко в тилу на суші. Також критичним напрямом є адаптація під гіперзвукові боєприпаси, що потребуватиме нових матеріалів для пускових напрямних, але збереже загальний принцип модульності.

Мультиплатформність – це не просто зручність, це вимога часу. Вона дозволяє маневрувати не лише технікою, а й вогневими можливостями. Перехід від вузькоспеціалізованих систем до універсальних ракетних платформ робить Ракетні війська найбільш динамічним та небезпечним інструментом на сучасному полі бою, стираючи кордони між артилерією та стратегічною авіацією.

Сірий Ю.І.
Мартиненко С.А.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ДЛЯ УРАЖЕННЯ УКРІПЛЕНИХ СТАЦІОНАРНИХ СПОРУД

Сучасні збройні конфлікти характеризуються зростанням ролі укріплених стаціонарних об’єктів, які забезпечують стійкість систем управління, зберігання озброєння та захист критично важливих елементів військової інфраструктури. У зв’язку з цим особливого значення набуває застосування ракетного озброєння для їх ураження. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності вогневого впливу на заглиблені і добре захищені об’єкти противника.

Сучасні події на території Ірану демонструють особливості ураження укріплених та заглиблених об’єктів. У ході бойових дій основні зусилля були спрямовані на знищення підземних командних пунктів, ракетних сховищ та інших об’єктів, розміщених у товщі ґрунту або скельних порід. Застосування високоточного озброєння та боєприпасів підвищеної пробивної дії дозволило досягати часткового руйнування навіть добре захищених об’єктів, однак значна глибина їх залягання обумовлює необхідність багаторазового ураження.

Основною особливістю ураження укріплених споруд є забезпечення проникнення бойової частини в конструкцію об’єкта до моменту її підриву. Це досягається за рахунок високої кінетичної енергії боєприпасу, застосування спеціалізованих проникаючих бойових частин і підривників із затримкою. Важливу роль відіграє кут зустрічі ракети з ціллю, який визначає глибину проникнення та характер руйнування внутрішніх елементів.

Ефективність ураження визначається характеристиками об’єкта (міцність конструкцій, глибина залягання, інженерний захист) та параметрами боєприпасу (маса, тип вибухової речовини, пробивна здатність). Практика застосування сучасних ракетних систем, таких як M142 HIMARS та MLRS M270 із ракетами ATACMS і GMLRS, РСЗВ “Вільха” з реактивними снарядами Р-624, свідчить про обмежену ефективність стандартних осколково-фугасних бойових частин при ураженні укріплених і заглиблених цілей.

Досвід ведення бойових дій Сил оборони України під час відбиття повномасштабної збройної агресії російської федерації підтверджує, що досягнення необхідного ступеня руйнування можливе лише за умови комплексного підходу, який включає уточнення розвідувальних даних, вибір оптимальних параметрів ураження та багаторазовий вогневий вплив по одній цілі.

Ураження укріплених стаціонарних споруд характеризується високою складністю та потребує застосування спеціалізованих засобів із підвищеною пробивною здатністю. Основною умовою ефективності є проникнення бойової частини в об’єкт із подальшим руйнуванням його внутрішніх елементів, що часто досягається шляхом повторних ударів.

З огляду на сучасний досвід застосування, до перспективних ракет доцільно висунути такі ключові вимоги: підвищена пробивна здатність бойової частини; наявність керованих підривників із можливістю програмування затримки; збільшення маси або енергії бойової частини; висока точність ураження; можливість формування оптимального кута атаки; стійкість до засобів протиповітряної оборони. Реалізація зазначених вимог сприятиме підвищенню ефективності ураження укріплених об’єктів та забезпечить результативне виконання завдань ракетними військами і артилерією в сучасних умовах.

Скоробогатов М.С.
Халан О.В.
НАСВ

КОНЦЕПЦІЯ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АРТИЛЕРІЇ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВИХ БРИГАД

Постійна боротьба між технологічним розвитком засобів ураження та засобів протидії їм – ось характерна риса розвитку воєнного мистецтва протягом усієї писемної історії людства. «Революція безпілотних систем», що трапилася в ході спочатку 44-денного військового конфлікту між Вірменією та Азербайджаном наприкінці 2020 року, а потім особливо яскраво знайшла відображення в ході повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України (з 2022 року по т.ч.), внесла корективи у принципи застосування артилерії на сучасному полі бою. Зміна ролі артилерії вимагає своєчасної реакції не тільки в плані технологічного розвитку артилерійських систем, а і внесення певних змін до організаційно-штатної структури артилерійських підрозділів загальновійськових бригад, для більш раціонального використання наявних ресурсів і підвищення вогневих спроможностей вищевказаних підрозділів.

Аналізуючи проведені зміни в організаційно-штатній структурі підрозділів артилерії загальновійськових бригад з 2022 року, дії противника та перспективи розвитку його технологічних спроможностей, спираючись на розвиток виробництва та технологічні спроможності українських артилерійських систем, боєприпасів до них, відповідних потреб у вогневому впливі на сили і засоби противника в організаційній ланці «батальйон» - «бригада», а також необхідності реалізації повною мірою можливостей секцій та відділень об’єднаної вогневої підтримки для цих ланок зроблено перегляд перспектив розвитку організаційно-штатної структури підрозділів артилерії загальновійськових бригад.

Головними пріоритетами в даній концепції стали:

- збільшення дальності артилерійських засобів загальновійськового батальйону, оптимізація логістики, збільшення спроможностей підрозділів артилерії цієї ланки по розвідці і обслуговуванню стрільби;
- уніфікація засобів вогневого ураження артилерії бригади, чіткий перерозподіл ролей різних систем на полі бою, збільшення спроможностей по контрбатарейній боротьбі та ураженню цілей в глибині бойового порядку противника, оптимізація забезпечення боєприпасами, а також уніфікація елементів технічного забезпечення;
- формування розвідувально-ударних комплексів для організації більш якісного ураження артилерії, ЗПМ БпЛА та систем РЕБ і ППО противника;
- створення умов для більшої «гнучкості» дій артилерійських підрозділів бригади, що дозволяє адаптуватися до змін в обстановці та тактиці дій противника;
- повернення ролі реактивної артилерії середнього калібру в сучасних умовах ведення війни.

Отже, розглянувши всі аспекти даних пріоритетів та сформувавши на їх основі концепцію перспективного розвитку організаційно-штатної структури підрозділів артилерії загальновійськових бригад, досягається головна мета – а саме збереження за артилерією ролі одного з основних засобів ураження противника, адаптація артилерії під сучасні потреби та виклики, а також інтеграція новітніх розробок для оптимізації роботи артилерійських підрозділів.

Снітков К.І., д-р філософії
Бондаренко С.В., канд. тех. наук, доцент
Семів Г.О., канд. екон. наук, доцент
Поліщук А.М.
НАСВ

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ СНАРЯДА ЗАЛЕЖНО ВІД ЗНОСУ КАНАЛУ СТВОЛА 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

З початку повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України держава отримала значну військово-технічну допомогу від країн-членів НАТО, зокрема у вигляді артилерійських систем калібру 155-мм. Надання зазначених зразків озброєння суттєво підвищило спроможність Збройних Сил України до ведення контрбатарейної боротьби та стримування наступальних дій противника. Поряд із цим на озброєння було прийнято й вітчизняні артилерійські системи калібру 155-мм, зокрема 2С22 «Богдана».

Станом на сьогодні артилерійські системи калібру 155-мм продовжують активно застосовуватися у бойових діях. Однак інтенсивність їх експлуатації призводить до поступового вичерпання ресурсу стволів. Наслідком цього є зростання зносу каналу ствола, що, своєю чергою, спричиняє зменшення початкової швидкості снаряда та погіршення точності стрільби. Одним із ключових чинників, що визначають ефективність стрільби, є початкова швидкість, яка безпосередньо впливає на параметри траєкторії польоту снаряда.

У сучасних артилерійських системах визначення початкової швидкості здійснюється за допомогою балістичних станцій, які встановлюються безпосередньо на гарматах. Однак в умовах інтенсивної експлуатації такі засоби часто виходять з ладу або відсутні на окремих зразках озброєння, зокрема вітчизняного виробництва. Для артилерійських систем попередніх поколінь (наприклад, Д-30) існують методики оцінювання зниження початкової швидкості на основі зміни об’єму зарядної камори. Водночас для сучасних систем калібру 155-мм основним параметром технічного контролю є діаметральний знос каналу ствола, який не має прямого аналітичного зв’язку з балістичними характеристиками пострілу.

У зв’язку з цим актуальною є задача розроблення математичної моделі, яка дасть змогу встановити кількісну залежність між діаметральним зносом каналу ствола та зменшенням початкової швидкості снаряда з урахуванням процесів внутрішньої балістики.

Розв’язання поставленої задачі має бути спрямоване на встановлення аналітичної залежності між геометричними параметрами зношеного каналу ствола та балістичними характеристиками пострілу на основі узагальнення закономірностей внутрішньої балістики.

Перевірка адекватності розробленої моделі може бути здійснена як експериментальним шляхом на основі результатів стрільб і вимірювання фактичних значень початкової швидкості, так і математичним методом. Останній базується на порівнянні отриманих результатів із відомими моделями та розрахунками у сфері зовнішньої балістики, яка активно розвивається для боєприпасів калібру 155-мм. Значна кількість наукових досліджень у цьому напрямі створює підґрунтя для верифікації запропонованої моделі шляхом зіставлення розрахункових траєкторних параметрів із теоретично обґрунтованими залежностями.

Застосування розроблених моделей у практиці бойового використання артилерії дасть змогу підвищити точність визначення установок для стрільби, що безпосередньо вплине на ефективність ураження цілей. Крім того, це дозволить зменшити залежність від балістичних станцій, спростити експлуатацію артилерійських систем і підвищити їх загальну надійність.

Стегура С.І.
Зубченко Д.А.
НАСВ

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЛОТКА З ДОСИЛАЧЕМ ТЗМ 9Т234 ДЛЯ СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ПЕРЕЗАРЯДЖАННЯ РСЗВ

Одним із ключових чинників бойової ефективності реактивної системи залпового вогню (РСЗВ) є час перезаряджання. В умовах контрбатарейної боротьби противник здатний визначити координати вогневої позиції (ВП) та відкрити вогонь у відповідь протягом 2-4 хв після першого пострілу, тому скорочення часу перебування на ВП є критичним для виживання особового складу розрахунку.

Існуюча система електропривода лотка з досилачем

Транспортно-заряджальна машина (ТЗМ) 9Т234 має канатно-лебідкову кінематику з п’ятьма послідовними ланками, аналогові датчики положення на базі сельсинів ВТ-5 та відсутність плавного регулювання швидкості. Це призводить до точності позиціювання на ±10-15 мм, пускових струмів 160-220 А та необхідності ручної стиковки лотка з трубою бойової машини (БМ) 9А52-2 тривалістю 30-60 с.

Для покращення роботи вузлів та механізмів ТЗМ 9Т234 запропоновано замінити канатний механізм на рейкову передачу Rack & Pinion (m = 3 мм, z = 20), аналогові сельсини – на цифрові абсолютні енкодери SICK AHM36 (12 біт, SSI, IP65), а релейне керування – на мікроконтролерне з ШІМ-регулюванням на базі STM32F103C8T6. Алгоритм автоматичної стиковки реалізовано з використанням ПІД-регулятора (Kp = 2,0; Ki = 0,5; Kd = 0,1).

Порівняльний аналіз вказує, що модернізована система забезпечує точність позиціювання ±1-2 мм (покращення у 7-10 разів), пусковий струм до 47 А (зниження у 4-5 разів), час стиковки 5-10 с, а загальний час перезаряджання скорочується на 40-60%. Повний цикл перезаряджання БМ 9А52-2 РСЗВ (12 реактивних снарядів) зменшується на 5-10 хв.

Орієнтовна вартість модернізації однієї БМ 9А52-2 РСЗВ складає близько 85 000 грн. Головний ефект полягає не в економічній окупності, а у підвищенні бойової ефективності та живучості підрозділу в умовах сучасного збройного конфлікту.

Стегура С.І.
Смілянський І.І.
НАСВ

СИСТЕМА НАЛАШТУВАННЯ СУМІСНОСТІ КУТІВ У РСЗВ “ВІЛЬХА”

До складу реактивної системи залпового вогню (РСЗВ) 9К58 “Вільха” входить бойова машина (БМ) 9А52-2 та транспортно-заряджальна машина (ТЗМ) 9Т234. Призначення БМ 9А52-2 полягає у підготовці керованих реактивних снарядів (РС) до пуску та здійсненні їх пуску, а також для короткочасного транспортування та зберігання керованих РС у пакеті напрямних. ТЗМ призначена для заряджання і розряджання БМ, транспортування та, за необхідності, для зберігання керованих РС Р624. Коректність виконання операції заряджання визначається точністю сумісності кутів вертикального (ВН) та горизонтального (ГН) наведення між пакетом напрямних БМ та лотком із досилачем ТЗМ. Штатний механізм

забезпечення сумісності базується на використанні давачів кутового положення ВН та ГН, сигнал від яких обробляється системою керування. У разі виникнення розбіжностей налаштування сумісності кутів здійснюється за допомогою осцилографа шляхом досягнення мінімальної амплітуди сигналу, що відповідає правильному положенню механізмів. Така процедура має очевидні недоліки, такі як:

потреба в осцилографі та додатковому обладнанні;

залежність результату від рівня кваліфікації персоналу;

збільшення часу на обслуговування;

ускладнення реалізації в польових умовах.

Таким чином, пошук альтернативного способу забезпечення сумісності кутів наведення, який зменшував би часові витрати, підвищував оперативність технічного обслуговування та не вимагав би використання спеціальних діагностичних приладів, є актуальним технічним завданням.

Серед альтернативних способів згадаємо камерну систему з маркерами, інерційні вимірювальні модулі (IBM, inertial measurement unit – IMU), механічний шаблон, оптичний лазер та далекомір, цифрове моделювання. Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки. Наприклад, механічний шаблон має найнижчу вартість з перелічених способів, проте точність такого методу теж дуже низька. Лазер з далекоміром забезпечує високу точність та, водночас висуває високі вимоги до стабільності кріплення і має високу вартість. Цифрове моделювання, попри свою універсальність, є складним у реалізації. З урахуванням таких критеріїв, як вартість, оперативність, можливість застосування в польових умовах, оптимальним вбачається використання двох інерційних вимірювальних модулів, які здійснюють контроль у вертикальній та горизонтальній площині.

Запропонована система забезпечує безперервний контроль орієнтації елементів, обчислення різниці кутів наведення у реальному часі та не потребує спеціального діагностичного обладнання. Алгоритм функціонування полягає у вимірюванні кутів орієнтації та порівнянні їх між собою для формування сигналу про сумісність. Такому рішенню властиві низька вартість, простота експлуатації та автономність роботи, можливість подальшої інтеграції та автоматизації процесу налаштування сумісності кутів. Пропонований підхід доцільно розглядати як перспективний варіант заміни або доповнення штатної процедури контролю сумісності кутів наведення при роботі БМ 9А52-2 та ТЗМ 9Т234 РСЗВ “Вільха”.

Степаненко О.В.
НДЦ РВіА

ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ НА БАЗІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Досвід застосування артилерії, отриманий Силами оборони України в ході відсічі повномасштабної збройної агресії російської федерації, підтверджує те, що найбільшу загрозу для артилерійських систем становлять ударні безпілотні літальні апарати різного типу (далі – ударні БпЛА) та високоточні артилерійські боєприпаси (далі – ВТАБ). Протягом останніх років війни тенденція до збільшення чисельності та ефективності цих засобів

ураження тільки зростає і суттєво знижує бойові можливості артилерійських підрозділів. У зв'язку з цим виникає потреба у розробленні і впровадженні нових засобів захисту артилерійських систем (далі – АС) від ударних БпЛА та ВТАБ для підвищення їх живучості та збереження боєздатності. Для виконання цього завдання необхідно створити збалансовану систему комплексного захисту АС від ударних БпЛА та ВТАБ, яка має високу бойову ефективність та живучість у бойових умовах.

Сучасні артилерійські системи – це системи, до складу яких входять гармати, гаубиці, міномети та реактивні системи залпового вогню різного типу. Найбільш технологічними АС є самохідні гаубиці (далі – СГ) (наприклад, вітчизняна СГ 2С22 "Богдана", іноземні СГ PzH 2000, "Caesar"). Вони забезпечують велику дальність стрільби, автоматизоване управління вогнем, швидку зміну позиції та високу точність ураження завдяки інтеграції з розвідувальними БпЛА та цифровими системами. Разом з цим конструкція цих АС не забезпечує необхідний рівень захищеності від ураження ударними БпЛА та ВТАБ.

Під захищеністю АС від ударних БпЛА та ВТАБ розуміється їх здатність протидіяти уражаючому впливу зазначених засобів ураження противника і зберігати при цьому боєздатність. Захищеність зразка озброєння зі складу АС може досягатися різними способами і засобами, які умовно можна розділити на три групи: засоби активної протидії для фізичного впливу на ударний БпЛА або ВТАБ противника; засоби, які зменшують вірогідність влучання (маскування, маневреність, активний захист, комплекс оптико-електронного подавлення, постановки завад тощо); засоби, які зменшують вірогідність ураження при пробитті корпусу (броньовий захист, динамічний захист, захисні екрани (решітки, сітки) протипожежне обладнання тощо). У той же час можливості щодо розміщення на АС зазначених засобів суттєво обмежені конструктивними, ергономічними і технічними особливостями зразків артилерійського озброєння. Встановлення додаткового габаритного обладнання та збільшення ваги додаткового корисного навантаження суттєво знижуватиме бойові можливості АС і не зможе повністю захистити їх від ураження ударними БпЛА. Тому для підвищення захищеності від ударних БпЛА та ВТАБ доцільно створювати комплексну систему захисту, до складу якої будуть входити як засоби захисту, встановлені на АС, так і засоби активного захисту, встановлені на наземні роботизовані комплекси (далі – НРК), які обладнано системою управління, інтегрованою з системою управління АС.

Аналіз матеріалів досліджень і останніх публікацій щодо розроблення засобів та систем захисту зразків озброєння та військової техніки від ударних БпЛА та ВТАБ свідчить, що зазначеним питанням приділяється значна увага як в Україні, так і в інших розвинених країнах світу. Протягом останніх років наземні роботизовані комплекси і засоби відіграють важливе значення в боєздатності наших підрозділів. Досвід ведення бойових дій в Україні, а також аналіз тенденцій розвитку озброєння провідних у військовому відношенні країн світу дозволяють зробити висновок у перспективності розвитку цього напряму, у тому числі і для захисту АС.

Стецiв С.В., канд. техн. наук
НАСВ
Стецiв Б.В.
Командування РВіА КСВ ЗСУ

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ОБТІЧНИКА БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ РАКЕТ СІМЕЙСТВА ATACMS

Ракети серії M39 на відміну від модифікацій M48 та M57 сімейства ATACMS (Army Tactical Missile System) оснащуються касетною бойовою частиною (БЧ), яка може споряджатися різними типами суббоєприпасів залежно від модифікації:

- M39 Block I – 950 шт. M74;
- M39A1 Block IA – 300 шт. M74;
- M39A3 Block II – 13 шт. BAT (Brilliant Anti-Tank);
- M39A3 Block IIA – 6 шт. BAT.

БЧ ракет серії M39 складається із зовнішнього обтічника та силової секції, у якій розміщені суббоєприпаси. Обтічник БЧ є переднім конструктивним елементом ракети, що виконує функцію аеродинамічного захисного екрана. Його основне призначення полягає у забезпеченні плавного обтікання корпусу ракети повітряним потоком, зменшенні аеродинамічного опору повітря під час польоту, а також захисті внутрішніх систем і елементів БЧ від дії зовнішніх механічних і теплових впливів.

Для БЧ ракет серії M39 використовують оживало фон Кармана – форма носового обтічника, геометрія якої розрахована математично з метою мінімізації хвильового опору повітря на надзвукових швидкостях. Ключовим параметром, що визначає геометричне компонування та аеродинамічну ефективність корпусу, є коефіцієнт подовження (Kn) – характеризує співвідношення довжини БЧ (L, *мм*) до її калібру (D, *мм*) та визначається за формулою $Kn = L / D$.

Для ракет серії M39 коефіцієнт подовження варіюється залежно від модифікації, що безпосередньо корелює з внутрішнім об’ємом:

- для M39A3 Block II: Kn = 1,87, що відповідає довжині обтічника БЧ 1135 мм;
- для M39, M39A1, M39A3 Block IIA: Kn = 3,07, що відповідає довжині обтічника БЧ 1863 мм.

Аналіз конструкцій БЧ ракет серії M39 свідчить, що завдяки зменшенню довжини обтічника M39A3 Block II у її внутрішньому об’ємі вдалось розмістити 13 суббоєприпасів BAT, на відміну від 6 суббоєприпасів BAT у M39A3 Block IIA. Однак таке конструктивне рішення призвело до погіршення аеродинамічних якостей корпусу, що в результаті обмежило максимальну дальність польоту ракети до 140 км – найнижчого показника серед усієї серії.

Таким чином, форма обтічника БЧ ракет серії M39 не лише виконує захисну функцію, а й впливає на аеродинамічні характеристики ракети та забезпечує можливість адаптації під різні типи суббоєприпасів – від великої кількості осколкових елементів M74 до габаритних високоточних протитанкових боєприпасів BAT.

Стецiв С.В., канд. техн. наук
Ткаченко В.В.
НАСВ

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ EFCS MLRS M270

Сучасні умови ведення збройної боротьби характеризуються інтенсивним застосуванням противником розвідувально-ударних безпілотних систем, що суттєво підвищує ризик ураження особового складу (о/с) ракетних підрозділів під час виконання бойових завдань. Особливої актуальності ця проблема набуває у контексті експлуатації ракетних комплексів (РК), зокрема M270 MLRS, система управління вогнем (СУВг) EFCS якого архітектурно передбачає обов'язкову присутність обслуги безпосередньо в пусковій установці (ПУ) на етапах підготовки та здійснення пуску. Наявні штатні виносні пульти управління, реалізовані у ряді вітчизняних зразків ракетного озброєння (9А52-2, 1УП1), забезпечують лише часткову функціональність та не дозволяють у повному обсязі вирішити завдання підвищення рівня захищеності о/с. У зв'язку з цим розроблення апаратно-програмного комплексу дистанційного управління штатною СУВг EFCS без внесення конструктивних змін у ПУ є актуальним науково-технічним завданням.

У ході аналізу архітектури СУВг EFCS встановлено, що цифровий обмін даними між її функціональними блоками реалізовано на основі мережі стандарту 10Base2 зі швидкістю передавання даних 1 Мбіт/с у напівдуплексному режимі. Важливим результатом дослідження конструкції ПУ стало виявлення штатного роз'єму X10 блока MCU, який апаратно забезпечує можливість підключення зовнішніх засобів управління без внесення конструктивних змін до ПУ M270 MLRS. Проведений огляд існуючих підходів до дистанційного керування системами озброєння, зокрема дистанційно керованих бойових модулів, спеціалізованих програмних рішень та автономних систем, засвідчив, що жоден із них не забезпечує повною мірою реалізацію дистанційного повнофункціонального управління штатною СУВг EFCS.

Розроблена структурна схема апаратно-програмного комплексу передбачає використання двох резервованих каналів зв'язку: радіоканалу, реалізованого на базі точок доступу Mimosa C5X із вузькоспрямованими антенами Mimosa N5-X12, та кабельного каналу на основі витої пари довжиною до 200 м. Запропоноване рішення забезпечує повне дублювання функцій управління блоком MCU, включаючи відображення всієї службової та діагностичної інформації, введення вихідних даних і виконання пуску ракет із безпечної відстані до 300 м.

За умови використання номінальної потужності передавача на рівні 100 мВт розрахункова дальність стійкого радіозв'язку становить 2630 м. Водночас для забезпечення надійного функціонування системи на робочій відстані 300 м достатньою є потужність передавання близько 1,3 мВт, що досягається шляхом її програмного зниження. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню ймовірності виявлення радіоканалу засобами радіотехнічної розвідки противника.

Економічне обґрунтування підтверджує доцільність впровадження запропонованого рішення: вартість одного комплекту апаратури становить менше 0,05% від вартості ПУ. Впровадження комплексу не потребує змін у штатно-організаційній структурі підрозділів і може бути реалізоване в умовах діючих військових частин.

Запропонований підхід доцільно розглядати як перспективний напрям підвищення живучості обслуги РК М270 MLRS. Він може бути використаний під час модернізації існуючих зразків ракетного озброєння, розроблення перспективних систем дистанційного управління, а також у навчальному процесі вищих військових навчальних закладів.

Столяренко М.П.
НДЦ РВіА

ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ

З метою оптимізації затрат на розроблення (придбання) і експлуатацію ракетних комплексів (далі – РК) та їх складових, а також вибору з них найбільш економічно доцільного варіанта є нагальна потреба в розробленні або удосконаленні існуючої методики обґрунтування вартості їх життєвого циклу.

Вартість життєвого циклу – сумарні витрати трудових, матеріальних і фінансових ресурсів в їх грошовому вираженні, пов’язані з реалізацією життєвого циклу комплексу (системи, зразка).

Обґрунтування вартості життєвого циклу РК доцільно проводити з використанням кількісних методик та інструментів прогнозування матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, необхідних на відповідних стадіях його життєвого циклу. Обґрунтування вартості може проводитися як для всього життєвого циклу РК (складових РК), так і для окремих його стадій (етапів).

Постійними вхідними даними для розроблення методики є:

показники та критерії відповідних етапів життєвого циклу РК (складових РК);

інформація, яка накопичується у ході аналізу логістичної підтримки зразка РК;

конструкторська, експлуатаційна та ремонтна документація на РК (складових РК);

інформація технічних спеціалістів, які беруть участь у розробленні, виробництві та експлуатації РК;

облікова документація виробів, що експлуатуються (формуляри, картки обліку тощо);

нормативи витрати ресурсів;

вартість зразка-аналога;

дані про результати експлуатації аналогів;

дані про початкову вартість і вартість експлуатації комплектуючих РК;

тендерні матеріали тощо.

Основними складовими витрат за весь життєвий цикл РК (складових РК) є:

загальна вартість розроблення оперативно-тактичних (тактико-технічних) вимог до РК (складових РК);

загальна кошторисна вартість виконання науково-дослідних або дослідно-конструкторських робіт (далі - НДР (ДКР) з розроблення ракетного комплексу;

виробнича собівартість серійного виробництва нового ракетного комплексу або складових РК;

обсяг витрат на експлуатацію РК;

вартість капітального ремонту (КР) ракетного комплексу (складових РК);

вартість утилізації ракетного комплексу.

Враховуючи особливості витрат на відповідних стадіях життєвого циклу РК, обґрунтування вартості його життєвого циклу доцільно здійснювати на підставі комплексної методики, яка включає ряд часткових методик, а саме методики обґрунтування вартості: розроблення оперативно-тактичних (тактико-технічних) вимог до РК (складових РК); виконання НДДКР; закупівлі РК (складових РК) закордонного виробництва; серійного виробництва РК; експлуатації РК; капітального ремонту РК (складових РК); утилізації РК (складових РК).

Тищенко Ю.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЇ

У сучасних умовах ведення війни артилерія залишається одним із ключових засобів вогневого ураження, проте її ефективність визначається вже не лише технічними характеристиками гармат чи реактивних систем, а передусім рівнем інтеграції з розвідувальними засобами, зокрема безпілотними літальними апаратами. Досвід російсько-Української війни дає унікальну можливість простежити еволюцію цього процесу – від обмеженого та фрагментарного використання БпЛА під час Антитерористичної операції до їх повної інтеграції в єдині розвідувально-ударні контури після 2022 року. У період АТО безпілотні системи виконували здебільшого допоміжні функції: вони застосовувалися для ведення розвідки, спостереження за противником і частково для коригування вогню, однак цей процес залишався повільним і залежним від людського фактора. Передача координат цілей здійснювалася голосовими каналами або через несистематизовані засоби зв’язку, що призводило до затримок, які могли сягати десятків хвилин. За цей час противник нерідко змінював позиції, що істотно знижувало ефективність артилерійського вогню і вимагало значних витрат боєприпасів для досягнення потрібного результату. Відсутність єдиних цифрових систем управління вогнем і недостатня насиченість підрозділів БпЛА не дозволяли створити замкнений цикл «виявлення – ураження» в режимі реального часу.

Після початку повномасштабного вторгнення російської федерації у 2022 році сформувався так званий розвідувально-ударний контур, у межах якого безпілотник виконує функції виявлення цілі, передачі координат, коригування вогню та оцінки результатів ураження. Практичні приклади цього можна спостерігати у щоденній бойовій діяльності підрозділів Збройних Сил України, де навіть комерційні квадрокоптери використовуються для коригування артилерійського вогню з високою точністю. Це дає змогу уражати цілі мінімальною кількістю боєприпасів, іноді обмежуючись кількома пострілами замість десятків, як це було раніше. Особливо показовим є застосування безпілотників у контрбатарейній боротьбі, коли виявлення артилерійських позицій противника за допомогою дронів дозволяє майже миттєво завдати удару у відповідь, не залишаючи противнику часу на зміну позиції. Іншим важливим аспектом є інтеграція безпілотних систем із високоточними засобами ураження, такими як реактивні системи залпового вогню, що дало змогу ефективно знищувати склади боєприпасів, командні пункти та інші важливі об’єкти противника в глибині його оборони. Окрім цього, широкого поширення набули FPV-дрони, які фактично доповнили артилерію, виконуючи функції точкового ураження техніки та живої сили там, де застосування традиційних артилерійських засобів є менш ефективним або економічно недоцільним.

У перспективі інтеграція безпілотних систем у бойове застосування артилерії повинна лише поглиблюватися. Важливим напрямом є створення мережецентричних систем управління, у яких усі елементи – безпілотники, артилерія, розвідка та засоби радіоелектронної боротьби будуть об'єднані в єдину інформаційну мережу. Перспективним також є застосування роїв дронів, здатних діяти узгоджено і долати системи протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби. Окрему увагу варто приділити підвищенню автономності безпілотних систем і їх стійкості до впливу засобів РЕБ, що передбачає використання альтернативних навігаційних рішень і елементів штучного інтелекту.

Толмачов О.М.
НДЦ РВіА

ПОГЛЯДИ НА МОДЕРНІЗАЦІЮ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ ДО РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

У сучасних умовах повномасштабної війни російської федерації проти України реактивні системи залпового вогню (РСЗВ) залишаються одним із ключових засобів вогневого впливу на об'єкти противника як одиночні, так і групові в тактичній та оперативно-тактичній глибині його бойових порядків. Досвід бойових дій 2022-2026 років переконливо свідчить, що застосування РСЗВ дозволяє забезпечити раптовість, високу щільність та ефективність вогню.

Досвід контрбатарейної боротьби та ураження тилових об'єктів противника свідчить, що наявність сучасних РСЗВ дозволяє суттєво підвищити бойові можливості з досягнення фізичних (функціональних), оперативних ефектів в умовах в умовах обмеженого ресурсу.

Особливу роль у цьому відіграє інтеграція РСЗВ із засобами розвідки, насамперед безпілотними літальними апаратами, що забезпечують виявлення цілей і обслуговування стрільби в реальному масштабі часу.

Багато країн світу, враховуючи досвід сучасних конфліктів, активно працюють як над створенням нових зразків РСЗВ, так і над модернізацією існуючих.

Найбільш відчутних результатів у розвитку РСЗВ досягли провідні у військовому відношенні країни, зокрема США, Ізраїль, Китай та інші. Водночас для України актуальним є не лише імпорт сучасних рішень, але й розвиток власних систем із урахуванням специфіки ведення бойових дій в умовах активного застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), протиповітряної оборони та маскування.

На основі аналізу сучасних тенденцій розвитку РСЗВ, а також досвіду їх застосування у війні російської федерації проти України можна сформувати основні напрями подальшої модернізації реактивних снарядів до РСЗВ:

збільшення дальності стрільби – досягається за рахунок застосування сучасних твердопаливних ракетних двигунів із покращеними енергетичними характеристиками, нових типів палива, а також оптимізації аеродинамічних рішень;

підвищення точності – реалізується шляхом впровадження систем корекції траєкторії польоту, використання супутникової та інерціальної навігації, а також елементів самонаведення, що особливо актуально в умовах активної протидії РЕБ;

розширення номенклатури бойового оснащення – включає створення різних типів бойових частин: осколково-фугасних, касетних із різними варіантами бойових елементів, а також термобаричних та спеціалізованих боєприпасів для ураження бронетехніки чи живої сили противника;

розвиток високоточного озброєння – забезпечення можливості вибіркового ураження цілей завдяки застосуванню інтелектуальних систем наведення та ідентифікації об’єктів, що підвищує ефективність використання боєприпасів і зменшує їх витрати;

зменшення видимості та виявленості – використання технологій, щоб зменшити радіоелектронну видимість та інші параметри, що можуть сприяти виявленню снарядів противником.

Фіщук І.М., доктор філософії
Звонко А.А., канд. техн. наук, доцент
Рапута О.О.
НАСВ

МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ МІНОМЕТІВ НА 105-мм ГАРМАТИ

Міномети тривалий час залишаються одним із основних засобів вогневої підтримки піхотних і механізованих підрозділів. Їхніми головними перевагами є висока траєкторія польоту міни, можливість ураження цілей, розташованих за укриттями, відносна простота конструкції, швидке розгортання та зручність застосування в тактичній глибині противника. Проте головним недоліком мінометів є обмежена дальність стрільби, яка для 120-мм мінометів зазвичай не перевищує 7–8 км, що в сучасних умовах є недостатнім. Крім того постійне розширення kill зони робить мінометну позицію легкою здобиччю для удару fpv-дроном.

У зв’язку з цим усе більшої уваги набуває доцільність використання 105-мм гармат як альтернативи або доповнення до мінометів.

На відміну від мінометів 105-мм гармати займають проміжне місце між легкими системами вогневої підтримки та класичною ствольною артилерією. Вони поєднують відносно високу мобільність із більшою дальністю стрільби, яка залежно від типу гармати і боєприпасів може досягати 12–17 км. Це дозволяє значно розширити зону вогневого ураження, забезпечити підтримку підрозділів на більшій глибині, зменшити потребу в частій зміні вогневих позицій, а також підвищити живучість мінометних розрахунків.

Важливою перевагою 105-мм гармат є також вища потужність снарядів порівняно з мінометною міною. Артилерійський снаряд має кращі балістичні характеристики, стабільнішу траєкторію, вищу точність і ефективність при стрільбі як по відкритих, так і по слабо укритих цілях. Крім того, 105-мм системи можуть застосовуватись не лише із закритої вогневої позиції, а й для стрільби прямим наведенням, що підвищує їхню універсальність на полі бою.

Не менш важливим фактором є зміна характеру сучасної війни. Масове використання безпілотних літальних апаратів, засобів розвідки, цифрового управління вогнем і контрбатарейної боротьби висуває нові вимоги до тактики застосування артилерійських систем. Підрозділам потрібні вогневі засоби, які здатні швидко реагувати на виявлені цілі, діяти на середніх дистанціях, завдавати точного вогневого ураження і при цьому зберігати високу маневреність та живучість. Саме в цьому контексті 105-мм гармати є перспективним рішенням, оскільки забезпечують оптимальний баланс між мобільністю, дальністю, вогневою потужністю та живучістю.

Отже, актуальність розгляду питання заміни мінометів на 105-мм гармати обумовлена насамперед зміною вимог сучасного бою. При цьому найбільш доцільним підходом на сьогодні є не повне витіснення мінометів, а формування комбінованої системи вогневої підтримки, у якій міномети і 105-мм гармати будуть взаємодоповнювати одне одного. Такий підхід дозволить підвищити ефективність вогневого ураження, розширити бойові можливості підрозділів та краще адаптувати артилерійську підтримку до умов сучасного поля бою.

Флис І.М., канд. техн. наук, доцент
Кирилін В.О.
Мілочкін В.В.
Давиденко Д.В.
Вінник К.М.
НАСВ

ПРОБЛЕМИ У ЗАСТОСУВАННІ САУ CAESAR ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Самохідну артилерійську установку (САУ) Caesar виготовляє фірма Nexter (Франція). Уряд Франції, яка є членом НАТО, в 2022 році прийняв рішення і розпочав постачання цієї артилерійської системи артилерійським підрозділам Збройних Сил України (ЗСУ). Тому САУ Caesar перебуває на озброєнні артилерійських підрозділів ЗСУ та інших Сил Оборони України (СОУ) з 2022 року і від того часу успішно виконує бойові завдання з вогневого ураження російських окупантів.

Самохідна артилерійська установка (САУ) Caesar, порівняно з іншими, полегшує роботу її обслуги, оскільки не потребує значного обсягу заходів з підготовки стрільби і управління вогнем (СіУВ), зменшує затрати часу на топогеодезичну, балістичну та технічну підготовки. Перевагою цієї гаубиці є те, що обладнання її вогневої позиції (ВП) не потрібне виконання значного обсягу інженерних робіт, оскільки САУ працює, практично, з «коліс».

Колісна самохідна гаубиця Caesar, порівняно з іншими САУ, практично не мала проблем у бойовому застосуванні в регламентованих заводом-виробником (фірма Nexter) умовах експлуатації. Проте, в ході бойових дій російсько-Української війни 2022-2025 років проявились певні проблеми в застосування САУ Caesar, а саме:

1) інтенсивна стрільба з цих гаубиць призводила до швидкого зносу каналу ствола і потреби в його заміні;

2) значне розсіювання снарядів на великих дальностях стрільби (більше 30 км);

3) ускладнювались умови проведення технічного обслуговування і ремонту в бойових умовах через активні дії ударних дронів та баражуючих боєприпасів армії рф;

4) з цієї ж причини часто виникали проблеми з логістичним забезпеченням бойового застосування САУ Caesar як в районах вичікування, так і в районах ВП.

Опираючись на проведений аналіз проблем у бойовому застосуванні САУ Caesar, які проявились в ході бойових дій артилерійських підрозділів ЗСУ та інших СОУ, що використовували вказану артилерійську систему під час російсько-Української війни

2022-2025 років, прийшли до висновку, що дана гаубиця має суттєві переваги перед іншими самохідними установками, не зважаючи на певні проблеми в її бойовому застосуванні.

Враховуючи бойовий досвід застосування САУ Caesar в ході російсько-Української війни 2022–2025 років, для підвищення ефективності бойового застосування САУ Caesar пропонуємо наступні рекомендації:

1) допуск до експлуатації гаубиці тільки фахово підготовленого особового складу обслуг;

2) чітке дотримання особовим складом обслуг САУ Caesar правил експлуатації та заходів безпеки як під час підготовки до вогневого ураження, так і під час виконання вогневих завдань;

3) системний аналіз доцільності застосування САУ Caesar для виконання вогневих завдань, що не стосуються контрбатарейної боротьби;

4) скритне пересування САУ і вчасний маневр з основного району ВП в запасний, а також і вчасний внутрішньопозиційний маневр в ході виконання вогневих завдань;

5) ретельне виконання заходів інженерного обладнання і маскування ВП, захист від повітряних ударів, особливо – баражуючих боєприпасів і ударних дронів, створення хибних ВП;

6) якісне сортування боєприпасів, ретельне проведення заходів з СіУВ;

7) вчасне і якісне проведення заходів з технічного обслуговування САУ Caesar після кожного бойового застосування.

Храпач Д.О.
НДЦ РВіА

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ

Досвід сучасних бойових дій підтверджує високу ефективність застосування високоточного боєприпасу (ВТБ). Наразі для наведення ВТБ застосовуються, зокрема, системи лазерного наведення (наприклад, 155-мм снаряд М712 «Copperhead»). Підсвічування цілі може виконуватись як із повітря за допомогою бортових електрооптичних систем БпЛА літакового типу, так і з наземних спостережних пунктів із переносними лазерними далекомірами.

У доповіді проаналізовано проблемні аспекти застосування таких систем під час бойових дій (зокрема, досвід російсько-Української війни), визначено основні загрози та сформульовано тактико- технічні вимоги до БпЛА, які забезпечують надійне підсвічування цілей і захист оператора.

При використанні бортових електрооптичних систем, встановлених на БпЛА літакового типу, виникають такі проблеми:

вплив засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника, що може унеможливити або значно ускладнити підсвічування цілі;

необхідність розгортання майданчика запуску БпЛА, що демаскує обслугу та підвищує ризик ураження.

При використанні наземного переносного лазерного далекоміра:

спостережний пункт має розміщуватись якомога ближче до цілі, що підвищує імовірність ураження наших розвідників FPV-дронами та іншими засобами ураження противника.

Ці факти зумовлюють потребу в розробленні технічних та тактичних рішень, які забезпечать надійне підсвічування цілей з мінімальним ризиком для особового складу.

Одним із шляхів вирішення зазначених проблем є впровадження дистанційного управління БпЛА з прихованих (укритих) пунктів управління із використанням оптоволоконного каналу зв'язку. Такий канал управління має забезпечувати:

захищеність оператора від засобів ураження противника на відстані не менше 7000 м;

тактико-технічні характеристики БпЛА та бортової ЕО-системи:

забезпечення несення бортової електрооптичної системи підсвічування на відстань не менше 10 000 м;

час роботи зі спостереження за районом підвищеної уваги – не менше 1 години;

щодо функціональних можливостей – надійне підсвічування цілі і спостереження за результатами ураження на відстань до 10 000 м.

Реалізація оптоволоконного каналу управління дозволяє значно знизити ризики виявлення та радіоелектронного впливу, водночас збільшуючи безпеку оператора.

Як приклад вітчизняного рішення розглядається БпЛА типу «Горобець» з радіусом дії 7-500 м. За наявності двоосьової гіростабілізованої бортової електрооптичної системи (наприклад, еОріс-8) дальність підсвічування може досягати 10 000 м. У такому поєднанні відстань від пункту управління до місця ураження цілей ВТБ може сягати 18 000 м (сукупна глибина впливу: радіус дії управління плюс дальність підсвічування).

Аналіз практичного досвіду бойових дій показує, що для ефективного застосування ВТБ необхідна інтеграція платформи підсвічування (БпЛА) з каналами захищеного керування. Використання оптоволоконного управління та бортових гіростабілізованих електрооптичних систем дозволяє:

підвищити безпеку обслуги;

зменшити вплив РЕБ;

збільшити оперативну глибину застосування ВТБ.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію каналу управління, підвищення стійкості ЕО-систем до перешкод та розроблення тактичних процедур використання таких комплексів у сучасних умовах бойових дій.

Чередєєв М.В.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ КАМЕР СИСТЕМИ “FILIN” У КОНТРБАТАРЕЙНІЙ БОРОТЬБІ

Ефективність сучасних систем артилерійської розвідки значною мірою визначається здатністю забезпечити стійке спостереження за районом бойових дій та формування достовірної інформації про вогневу активність противника. У цьому контексті важливу роль відіграють оптико-електронні засоби, які функціонують на основі фіксації світлових проявів пострілів у нічний час. Система “FILIN” реалізує багатопозиційний принцип спостереження, що передбачає визначення координат цілей шляхом аналізу напрямків із декількох спостережних пунктів. При цьому ключовим фактором результативності системи виступає не лише її апаратно-програмна складова, а насамперед правильна організація просторового розміщення камер і конфігурація мережі спостереження.

Нами було обґрунтовано основні принципи раціонального розміщення камер системи “FILIN”. Встановлено, що оптимальна відстань між спостережними пунктами становить 5-10 км, що забезпечує необхідне перекриття секторів спостереження та створює сприятливі умови для визначення координат методом перетину напрямків. Водночас відстань розташування камер від лінії бойового зіткнення має становити орієнтовно 7-12 км, що дозволяє досягти балансу між шириною сектору огляду, якістю зображення та безпекою розміщення обладнання. Розміщення камер на більших відстанях сприяє розширенню зони контролю, однак може призводити до зниження точності спостереження за несприятливих умов.

Особливістю ефективного застосування системи є формування оптимальної геометрії спостереження. Встановлено, що найбільша точність визначення координат досягається при кутах перетину напрямків, близьких до 90°, що забезпечує мінімізацію похибок засічки. Для цього доцільно використовувати дворядну схему розгортання спостережних пунктів – ближній та дальній ряди відносно лінії бойового зіткнення. Камери ближнього ряду доцільно орієнтувати вздовж лінії фронту, тоді як камери дальнього ряду – перпендикулярно до неї, що дозволяє забезпечити як високу точність визначення координат, так і широкий сектор спостереження.

Важливими умовами раціонального розміщення камер є їх встановлення на домінуючих висотах місцевості, забезпечення відкритої лінії горизонту та правильне орієнтування оптичної системи. Камери повинні розташовуватися вище природних і штучних перешкод, таких як дерева, будівлі або лінії електропередач, що дозволяє мінімізувати вплив рельєфу та покращити умови спостереження. Особлива увага приділяється надійності кріплення обладнання, оскільки навіть незначні коливання можуть призводити до зниження точності визначення координат. Додатково враховується необхідність вибору безпечних позицій розміщення, зокрема уникнення встановлення камер на найбільш уразливих елементах інфраструктури.

Отже, результати дослідження свідчать, що раціональне розміщення камер є ключовим фактором ефективного функціонування системи “FILIN”. Оптимізація інтервалів між спостережними пунктами, правильний вибір відстаней до лінії бойового зіткнення, забезпечення сприятливої геометрії спостереження та врахування особливостей місцевості дозволяють суттєво підвищити точність визначення координат цілей і загальну ефективність контрбатарейної боротьби. Застосування цих підходів сприяє створенню стійкої мережецентричної системи оптико-електронної розвідки, здатної забезпечувати своєчасне виявлення та ураження вогневих засобів противника.

Щенякін Д.О.
НДЦ РВіА

РОЗВИТОК РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ

Метою розвитку реактивних систем залпового вогню є підвищення ефективності вогневого ураження противника за рахунок збільшення точності, дальності та керованості реактивних снарядів при збереженні існуючих платформ пускових установок.

Реактивні системи залпового вогню залишаються одним із ключових засобів вогневого ураження, однак їх класичні боєприпаси, зокрема снаряди до БМ-21 «Град», характеризуються значною круговою ймовірною похибкою та обмеженою точністю ураження цілей.

Модернізація реактивних снарядів – це комплекс заходів, спрямованих на оснащення штатних боєприпасів системами наведення та корекції траєкторії польоту з метою підвищення точності стрільби.

Основними напрямами модернізації є:

впровадження інерційних систем навігації;

застосування лазерних систем наведення;

використання аеродинамічних або газодинамічних органів керування;

інтеграція бортових обчислювальних модулів для обробки навігаційної інформації.

Інерційна система наведення забезпечує автономне визначення параметрів руху снаряда шляхом використання гіроскопів та акселерометрів, що дозволяє здійснювати корекцію траєкторії польоту на маршовій ділянці. Така система не залежить від зовнішніх сигналів і має високу завадостійкість, однак характеризується накопиченням похибки з часом польоту.

Лазерна система наведення передбачає підсвітку цілі лазерним цілевказівником, після чого головка самонаведення снаряда здійснює захоплення відбитого сигналу та коригує траєкторію польоту. Це дозволяє значно зменшити відхилення від цілі та забезпечити ураження малорозмірних і рухомих об’єктів.

Поєднання інерційної та лазерної систем наведення дозволяє реалізувати принцип “інерційне наведення на маршовій ділянці – лазерне донаведення на кінцевій”, що є ефективним рішенням для модернізації снарядів до БМ-21 «Град».

Конструктивна реалізація модернізації передбачає встановлення в головній частині снаряда блока керування, інерційного модуля та напівактивної лазерної головки самонаведення, а також оснащення корпусу керуючими поверхнями або імпульсними двигунами корекції. При цьому важливим є забезпечення сумісності модернізованих боєприпасів із штатними пусковими установками без суттєвих змін їх конструкції.

Основним напрямом подальших досліджень є розроблення оптимальних алгоритмів керування польотом снарядів, підвищення стійкості систем наведення до радіоелектронної протидії та зменшення вартості модернізації.

Існуючі підходи до модернізації реактивних снарядів не повною мірою реалізують потенціал підвищення точності та ефективності вогневого ураження, що обумовлює необхідність подальшого вдосконалення технологій наведення та корекції.

Розвиток реактивних систем залпового вогню шляхом модернізації боєприпасів є одним із найбільш перспективних напрямів підвищення бойових можливостей РВіА в умовах сучасних збройних конфліктів.

Щигло В.О.
НДЦ РВіА

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ДОЦІЛЬНОСТІ БОЙОВОГО ВИКОРИСТАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ, ЩО МАЮТЬ НАСТРІЛ СТВОЛІВ, ЯКИЙ ПЕРЕВИЩУЄ НОРМАТИВНИЙ (ГАРАНТІЙНИЙ) РЕСУРС

Аналіз воєнних конфліктів, у тому числі відбиття повномасштабного вторгнення рф, свідчить, що артилерія відіграє ключову роль у забезпеченні вогневої переваги на полі бою. Ефективність застосування артилерійських гармат безпосередньо залежить від їх технічного стану, при цьому ствол гармати є однією із найважливіших складових. Під час інтенсивного ведення бойових дій нерідко виникає необхідність експлуатації артилерійських гармат, ствол яких вичерпав встановлений нормативний (гарантійний) ресурс.

Ствол, настріл якого перевищує нормативний (гарантійний) ресурс, може мати суттєвий вплив на балістичні властивості артилерійських гармат: зменшення початкової швидкості снаряда, зниження точності стрільби, а також підвищення ризику виникнення нештатних ситуацій, включаючи розрив ствола. Ці фактори безпосередньо впливають на бойову ефективність артилерійських підрозділів та створюють додаткові загрози для обслуги артилерійських гармат під час виконання вогневих завдань.

Тому виникає необхідність щодо визначення доцільності подальшої експлуатації артилерійських гармат, настріл стволів яких перевищив встановлений нормативний (гарантійний) ресурс. Вирішити дане завдання можливо шляхом проведення теоретичного дослідження щодо визначення впливу зносу каналу ствола на ефективність бойового використання артилерійських гармат.

Результати теоретичного дослідження свідчать, що бойове використання артилерійських гармат, що мають настріл стволів, який перевищує нормативний (гарантійний) ресурс призводить до суттєвого збільшення як помилок підготовки, так і характеристик розсіювання та, як наслідок, – до зростання загальної помилки пострілу. Разом з цим, досвід виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами вказує, що основним способом визначення установок для стрільби на ураження є пристрілювання цілі. До основних чинників, які впливають на помилки пристрілювання та переходу до стрільби на ураження, відносяться: точність визначення вирахуваних установок, точність визначення координат розривів, а також характеристики розсіювання. Значення характеристик розсіювання снарядів для артилерійських гармат з повним вичерпаним ресурсом ствола обумовлюють збільшення витрати снарядів для досягнення того ж ефекту ураження цілі. Крім того, збільшення витрати снарядів призводить до збільшення часу виконання вогневих завдань, що, як наслідок, знижує живучість артилерійського підрозділу.

Отже, проведене дослідження вказує, що використання артилерійських гармат, які мають знос каналу ствола, що перевищує нормативний (гарантійний) ресурс, негативно впливає на виконання вогневих завдань та живучість артилерійського підрозділу. Тому необхідно своєчасно вживати заходів із заміни стволів гармат з метою недопущення негативних наслідків.

Таким чином, бойове використання артилерійських гармат, що мають настріл стволів, який перевищує нормативний (гарантійний) ресурс, є недоцільним.

Юнда В.А., канд. техн. наук, доцент
Крічко М.Д.
НАСВ

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО РАДІОМОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ СТАРТОВОЇ ПОЗИЦІЇ

Зростання ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та засобів радіоелектронної розвідки (РЕР) в сучасних збройних конфліктах визначає необхідність надійного контролю електромагнітної обстановки на стартових позиціях (СП) ракетних комплексів. Наявні комерційні та промислові системи радіомоніторингу не повною мірою задовольняють вимоги щодо автоматизації, гнучкості та оперативності, що зумовлює актуальність розробки спеціалізованого рішення на основі технології програмно-визначеного радіо (SDR).

Розробка архітектури системи автоматизованого радіомоніторингу повітряного простору на СП, яка забезпечує виявлення та ідентифікацію джерел радіовипромінювання у режимі реального часу, формування аналітичних даних про електромагнітну обстановку та підвищення рівня інформаційної безпеки об'єкта.

Запропонована система має модульну архітектуру та включає:

антенний модуль для широкосмугового прийому сигналів (25 МГц – 6 ГГц);

SDR-приймач (HackRF One або USRP B200) для оцифрування радіосигналів;

блок цифрової обробки сигналів (DSP) із реалізацією швидкого перетворення Фур'є (FFT), фільтрації та класифікації;

базу даних типових сигналів для автоматичної ідентифікації джерел;

програмний модуль управління та графічний інтерфейс оператора.

Програмне забезпечення розроблено з використанням середовища GNU Radio, мови Python і бібліотеки PyQt5. Система підтримує безперервний моніторинг із часом оновлення спектрограми до 1 с.

Експериментальна перевірка підтвердила ефективність системи: ймовірність виявлення сигналів $Pd \geq 0{,}91$ при відношенні сигнал/шум до -6 дБ у польових умовах та $Pd = 0{,}99$ у лабораторних умовах. Середній час обробки не перевищує 40 мс, що забезпечує роботу в режимі реального часу. Завантаження процесора стандартного ноутбука (Intel Core i7, 16 ГБ ОЗП) становить 38-42%, що свідчить про можливість застосування без спеціалізованого обладнання.

Порівняно з промисловими аналогами (Rohde & Schwarz PR100, Aaronia Spectran V6 вартістю від 20 000 до 30 000 USD) розроблена система забезпечує зіставну точність виявлення при вартості менше 1 000 USD. Перевагою є висока гнучкість завдяки програмній реалізації алгоритмів обробки, що дозволяє адаптувати систему до нових загроз без заміни апаратної частини.

Розроблена система автоматизованого радіомоніторингу повітряного простору на SDR-базі є ефективним і економічно доцільним рішенням для контролю електромагнітної обстановки на стартових позиціях. Модульна архітектура забезпечує масштабованість та інтеграцію з іншими системами безпеки. Перспективи розвитку включають впровадження нейронних мереж для класифікації сигналів, інтеграцію з ГІС та побудову розподіленої мережі моніторингових пунктів.

Юнда В.А., канд. техн. наук, доцент
Мізін В.С.
НАСВ

ВИВІРКА ТА ЮСТИРУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЧАСТИНИ M270 MLRS

В умовах застосування противником засобів радіоелектронного боротьби (РЕБ), які суттєво впливають на точність ракет класу GMLRS з комплексованими системами управління (інерціальною та супутниковою навігацією), ракетні підрозділи можуть застосовувати такі ракети, спираючись виключно на інерціальну навігаційну систему (ІНС). Основною перевагою ІНС є її автономність: вона не залежить від зовнішніх сигналів і здатна функціонувати в умовах активного радіоелектронного придушення. Безумовно, точність застосування ракет зменшиться, однак цей недолік частково може бути компенсований збільшенням кількості пусків.

Основним завданням ІНС є встановлення кореляції між бортовою ІНС (на базі лазерних або волоконно-оптичних гіроскопів) та наземною ІНС (прилад PNU (Position Navigation Unit). Виконання цього завдання ускладнюється наявністю двох транспортно-пускових контейнерів, розміщених у пусковому модулі M270 MLRS по обидва боки від приладу PNU. Відтак, вивірка артилерійської частини передбачає визначення паралельності поздовжніх осей транспортно-пускових контейнерів із ракетами або реактивними снарядами відносно приладу PNU. Це обумовлено тим, що під час розрахунку даних польотного завдання кутове положення PNU визначає початкову (стартову) систему координат ракети.

Вивірка та юстирування артилерійської частини M270 MLRS проводяться з метою приведення всіх опорних плит, на яких встановлено транспортно-пускові контейнері з реактивними снарядами класу MLRS або ракетами класу GMLRS, до горизонтального положення, а також виконання їх горизонтального і вертикального юстирування. Засоби, які застосовуються для проведення вивірок та юстирування:

- теодоліт Т2;
- гідравлічні домкрати;
- юстирувальні наконечники, лінійки;
- квадрант оптичний;
- макет PNU.

Приведення до горизонту опорних плит здійснюється за допомогою теодоліта, який встановлюється на відстані 4 м від приладу PNU з вертикальним кутом 1600 мілс, а також із використанням юстирувальних лінійок, розміщених на опорних плитах пускового модуля. Максимальне відхилення на зовнішніх кутових опорних плитах не повинно перевищувати 0,5 мм. У разі перевищення допустимого значення вирівнювання виконується шляхом зняття або встановлення регулювальних пластин.

Вертикальне юстирування проводиться за допомогою макета PNU та теодоліта, який розташовується на відстані 4 м від макета PNU з вертикальним кутом в 1600 мілс та юстирувальних лінійок, що розташовані на юстирувальних гвинтах. Максимальне відхилення не повинно перевищувати 0,5 мм, а в разі відхилення відрегулювати юстирувальні гвинти.

Горизонтальне юстирування здійснюється за допомогою юстирувальних наконечників, встановлених на центрувальних стержнях пускового модуля, макета PNU та теодолітів. Теодоліти встановлюються на відстані 8 м від лівої шахти та 4 м від правої шахти з вертикальним кутом 1600 мілс. Після встановлення необхідно навести теодоліти на юстирувальні наконечники таким чином, щоб вони знаходилися на одній прямій. Далі виконується автоколімація між теодолітами з подальшим визначенням величини поправки. Максимально допустима величина поправки становить ±0,864 мілс. Після цього теодоліт встановлюється на відстані 4 м від макета PNU та виконується автоколімація між ними з вертикальним кутом 1600 мілс. За результатами визначення показників горизонтального круга між теодолітами максимальне відхилення не повинно перевищувати ±1 мілс.

Після проведення вивірки та юстирування необхідно виконати перевірку відповідності кутового положення транспортно-пускового контейнера з ракетами або реактивними снарядами відносно приладу наземної ІНС за допомогою тахеометра. В умовах ведення бойових дій райони проведення вивірки перебувають майже під цілодобовим впливом РЕБ як противника, так і своїх військ, що супроводжується відсутністю сигналу GPS або його спуфінг. За таких умов доцільно використовувати гірокомпас 1Г17 та теодоліти Т2.

Юнда В.А., канд. техн. наук, доцент
Юнда Д.В.
Красник Я.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗ ВИТКУ РАКЕТНО–АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Ключовим напрямом розвитку є підвищення точності та дальності ураження. Використання високоточних боєприпасів, зокрема керованих реактивних снарядів типу GMLRS (дальність до 70–80 км) та оперативно-тактичних ракет (ATACMS – до 300 км), що дозволяє ефективно уражати критично важливі об’єкти противника: пункти управління, склади боєприпасів, логістичні вузли. Практика застосування сучасних реактивних систем залпового вогню підтверджує, що зростання точності зменшує потребу у масованому вогневому впливі, що, у свою чергу, оптимізує витрати ресурсів і знижує побічні втрати.

Важливим компонентом розвитку є перехід на цифрову систему та автоматизацію процесів управління та координації вогнем. Впровадження автоматизованих систем управління (АСУ) що забезпечує інтеграцію розвідувальних даних, їх обробку в реальному часі та оперативне прийняття рішень. Особливу роль відіграє поєднання артилерії з безпілотними літальними апаратами, що дозволяє реалізувати принцип “sensor-to-shooter” (від сенсора до засобу ураження) у мінімально можливий час. Наприклад, використання БпЛА для коригування вогню артилерії та ракетних систем. що скорочує цикл ураження цілей до кількох хвилин, значно підвищуючи ефективність бойового застосування.

Окремої уваги заслуговує розвиток контрбатарейної боротьби. Використання сучасних радіолокаційних станцій артилерійської розвідки (типу AN/TPQ) у поєднанні з високоточними артилерійськими системами дозволяє швидко виявляти позиції противника та здійснювати їх ураження. Це підвищує живучість власних підрозділів та знижує вогневий потенціал противника.

Наступним пріоритетом є підвищення мобільності та живучості артилерійських систем. Сучасні самохідні артилерійські установки, такі як CAESAR, PzH 2000 або Krab, здатні виконувати завдання за принципом “постріл – зміна позиції” протягом кількох хвилин. Це суттєво знижує ризик ураження у відповідь в умовах активної контрбатарейної боротьби та застосування засобів розвідки противником.

Перспективним напрямом є також розвиток далекобійних засобів ураження та інтеграція ракетних комплексів різного класу. Важливим є створення та модернізація вітчизняних систем, здатних забезпечувати ураження цілей на оперативно-тактичному рівні. Це дозволяє впливати на тилову інфраструктуру противника, порушуючи його систему управління та логістики.

Крім того, значна увага приділяється підвищенню ефективності боєприпасів, зокрема за рахунок удосконалення їхньої бойової частини, впровадження програмованих підривників касетних і керованих елементів ураження. Це забезпечить адаптивність застосування залежно від типу цілі (жива сила, бронетехніка, укріплення).

Таким чином, основні перспективи розвитку ракетно-артилерійського озброєння та військової техніки Сухопутних військ України полягають у переході до високоточної, цифрової системи та мобільного вогневого ураження, інтегрованої з сучасними засобами розвідки. Реалізація зазначених напрямів сприятиме підвищенню ефективності застосування сил і засобів, забезпеченню вогневої переваги над противником та зміцненню обороноздатності держави в умовах сучасних загроз.

Яровенко В.В.
НДЦ РВіА

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ РОЗВІДКИ НАЗЕМНИХ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ЇХ НА БЕЗПІЛОТНІ НАЗЕМНІ ПЛАТФОРМИ

Радіолокаційна розвідка наземних рухомих цілей в умовах сьогодення ведеться за допомогою мобільних радіолокаційних станцій типу GO-12, GO-80, Squire тощо, які прийшли на заміну застарілим радіолокаційним станціям типу ПСНР-5 та СНАР-10.

За досвідом бойових дій, використання радіолокаційних станцій розвідки наземних рухомих цілей є особливо актуальним у осінньо-зимовий період, коли знижується ефективність застосування БпЛА для ведення розвідки через несприятливі погодні умови (туман, дощ, сніг тощо). У таких умовах саме радіолокаційні станції типу GO-12, GO-80, Squire дозволяють вчасно виявляти та реагувати на переміщення ворога.

Окрім цього, за сприятливих умов більшість таких станцій можуть виявляти ще й повітряні цілі, зокрема БпЛА противника, що дозволяє вчасно здійснювати оповіщення підрозділів про загрозу та виявляти точки зльоту ворожих БпЛА.

У той же час такі радіолокаційні станції потребують якомога частішої зміни позиції задля уникнення їх виявлення та ураження ворогом. Основними проблемними питаннями під час бойової роботи на радіолокаційних станціях є безпечне розгортання (згортання), обслуговування, заміна акумуляторних батарей особовим складом через високу насиченість лінії бойового зіткнення ворожими розвідувальними та ударними БпЛА.

Таким чином, існує необхідність пошуку шляхів вирішення наведених вище проблемних питань. Одним з таких шляхів може бути встановлення радіолокаційних станцій розвідки наземних рухомих цілей на дистанційно керовані безпілотні наземні платформи, що дозволить вирішити зазначені вище проблемні питання та не наражати на небезпеку обслуги радіолокаційних станцій під час бойової роботи на них.

Ключовою перевагою безпілотних наземних платформ є можливість мінімізувати ризики для життя особового складу. В умовах сучасних бойових дій присутність людей на лінії бойового зіткнення безумовно пов’язана з великим ризиком. Використання безпілотних наземних платформ у таких ситуаціях дозволяє виконувати складні та небезпечні завдання дистанційно, знижуючи ймовірність втрат особового складу.

Отже, дистанційно керовані безпілотні наземні платформи з встановленими на них радіолокаційними станціями розвідки наземних рухомих цілей можуть значним чином підвищити ефективність застосування цих радіолокаційних станцій, надаючи можливість оперативної зміни позиції для виконання завдань з розвідки, переміщення з району виконання завдань до укриттів для здійснення обслуговування та заміни акумуляторних батарей, при цьому не наражаючи на небезпеку особовий склад.

Babych K.
Piddubna A.
National Army Academy

APPROACHES TO THE MODERNISATION AND STANDARDISATION OF ARTILLERY SYSTEMS IN THE CONTEXT OF THE TRANSFORMATION OF THE MODERN COMBAT ENVIRONMENT

Within the structure of the Armed Forces, missile and artillery units remain the primary means of inflicting firepower on the enemy. Despite claims that they are losing their effectiveness due to the widespread use of drones, artillery units are introducing innovations and adapting to the challenges of modern warfare.

The main threat is the enemy's active use of unmanned aerial vehicles; this also affects other factors, for example: the 'kill zone' is currently expanding and in some places extends up to 20 km. This leads to a loss of effectiveness in the use of both 82-mm and 122-mm mortars. The firing range of this type of weapon varies from 3 to 7 km depending on the calibre and type of ammunition used. Consequently, their use is increasingly proving ineffective. Therefore, there are now prospects for replacing or supplementing mortar units with more powerful weapons, such as the 105-mm LG1 towed howitzers. This system was developed by the French company Nexter, which also manufactures the CAESAR self-propelled gun. Its advantages include high mobility, greater firing range and improved ballistic characteristics of the shells. A complete transition from mortars to 105-mm guns is not a mandatory step. It could be a step towards developing a new approach to warfare, where the key point would not be to replace them on the battlefield, but to use these weapons together.

Alongside the implementation of changes to mortar armaments, the question arises of moving away from a 'menagerie' of diverse systems in favour of a single, unified platform. Such standardisation paves the way for the creation of a network-centric fire control system, where each unit is integrated into a single digital data-sharing environment. The transition to a single model – the Bohdana self-propelled gun – is seen as a key step towards creating technologically homogeneous units, which will simplify logistical support and maintenance, as well as enabling a full transition to the NATO calibre. The implementation of the 155 mm calibre and the transition to domestically produced weaponry will not only bring Ukrainian artillery into line with that of NATO countries, but will also significantly increase firepower through the use of long-range and high-precision shells.

However, this process can only be implemented if the designers of the Bohdana are able to rectify the technical shortcomings encountered by artillery crews during active firing. Otherwise, it would be inappropriate, as the unwarranted scaling up of an unfinished product in the context of intense warfare would lead to the overburdening of repair bases (which is already occurring) and a reduction in the overall firepower of units. The creation of "technologically homogeneous units" requires not merely the presence of guns, but also the availability of reliable equipment. If the components of domestic self-propelled guns remain vulnerable to intensive use, the logistical simplification mentioned above will turn into a logistical collapse due to the constant need for scarce spare parts. Modernisation must be qualitative, not merely quantitative.

Technical reliability is of crucial importance today. The relevance of research into the development of artillery is primarily driven by the changing demands of modern combat. The combination of highly mobile weapons systems with standardised domestic armaments is not the only way to achieve firepower superiority. Only comprehensive modernisation, based on reliable logistics and innovative command and control systems, will enable the missile forces and artillery to remain a key factor in deterring enemy forces.

Rubtsov S.
Piddubna A.
National Army Academy

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT AND CURRENT ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF HIGH-PRECISION ARTILLERY AMMUNITION AND MISSILES (PROPELLANT-DRIVEN PROJECTILES) OF DOMESTIC MANUFACTURE

In modern armed conflicts, the decisive factor in hitting targets is the precision with which weapons are deployed, rather than simply the volume of fire. High-precision artillery is becoming key to minimising losses and conserving resources. Ukraine is already actively using Western-made high-precision munitions (such as Excalibur and GMLRS), which provides a basis for developing its own similar models. Such munitions enable targets to be hit with the first shot or salvo, which reduces expenditure on ammunition, logistics and the burden on rear services, whilst also enhancing personnel safety by allowing fire to be conducted from a safe distance.

Despite combat experience and the demand for high-precision weapons, Ukraine still faces challenges that are holding back development in this area. In particular, there is a significant technological dependency: the production of guided artillery shells requires complex components—gyroscopes, satellite navigation modules, homing heads and flight control systems. Furthermore, the mass production of some promising models, such as the ‘Kvitnik’ and ‘Typhoon-1’, is complicated by high production costs and a lack of certified suppliers for critical components.

Despite these challenges, Ukraine possesses significant scientific and technical potential for the development of high-precision artillery systems. One of the priority areas is the development of guided artillery munitions with laser or satellite-inertial guidance, designed for 152 mm and 155 mm calibre artillery with a range of 30–40 km. It is also important to standardise artillery shells for use in different types of systems — howitzers and multiple launch rocket systems (MLRS). This will reduce production costs, simplify logistics and improve the effectiveness of ammunition use in various combat conditions. There is also an ongoing modernisation of rocket projectiles for MLRS, in particular the ‘Vilha-M’ and ‘Typhoon-1’, which can reach ranges of over 100 km.

An important aspect is the integration of these munitions with automated fire control systems (AFCS) and unmanned aerial vehicles (UAVs) to ensure accurate, real-time target designation. To ensure production resilience, it is envisaged that critical components will be sourced within Ukraine; this can be achieved either by establishing domestic production facilities or through cooperation with foreign technology partners.

Furthermore, it is important to test ammunition not only at firing ranges but also in real combat conditions. This makes it possible to identify weaknesses, including the impact of electronic warfare (EW), weather conditions and changes in the tactical situation, which may affect the accuracy and reliability of the ammunition.

Ukraine has the potential to establish licensed production facilities or joint ventures with partners (the US, Poland, Turkey), which would accelerate the introduction of new technologies. Involving private companies in the defence sector could also significantly speed up the development of prototypes thanks to their flexibility, innovative approach and reduced bureaucracy.

The development of high-precision artillery is a key element in strengthening the country’s defence capabilities. Progress in this area is possible provided there is targeted state funding, scientific and technical support, cooperation with international partners, and the establishment of a full production cycle for critical components within Ukraine.

СЕКЦІЯ 3
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Адаменко А.А., канд. техн. наук, старш. наук. сспівроб.
Попов М.О., д-р філософії
Порохончук О.М.
ХНУПС

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасний етап російсько-Української війни свідчить про підвищення ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різних видів та класу, технічного оснащення та призначення. Для ефективної протидії БпЛА противника необхідне комплексування розвідувальної інформації від різних джерел (радіолокаційної, радіо- та радіотехнічної розвідки, акустичної розвідки, даних від постів візуального спостереження тощо).

Це можливе за умов комплексного застосування наявних інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) та спеціального програмного забезпечення (СПЗ), що здійснюють відповідні функції збору та обробки розвідувальної інформації в Збройних Силах (ЗС) України.

Для підрозділів радіоелектронної боротьби (РЕБ) ЗС України актуальним є формування окремої підсистеми збору та обміну розвідувальною інформацією з підрозділами (засобами) РЕБ та відповідними ІКС електронної підтримки та РЕБ ЗС України (“Кварц”, “Графіт”, “Дамба”, “Айсберг” тощо), а також ІКС та СПЗ, що здійснюють збір, обробку та доведення інформації про повітряну обстановку (ІКС “Віраж-Планшет” та її складові).

У свою чергу формування такої підсистеми потребує удосконалення існуючих методичних та практичних підходів (реалізацій) щодо організації функціонування наведених систем, удосконалення відповідного СПЗ та методичного забезпечення для відповідної підготовки особового складу.

У доповіді викладені методичні та практичні рекомендації щодо інтеграції ІКС “Віраж-Планшет” з відповідними ІКС, що здійснюють інформаційне забезпечення РЕБ з БпЛА противника. Викладені пропозиції щодо змісту інформації, що підлягає обміну, вимог та способів організації обміну в інтересах різних підрозділів Сил оборони України, що задіяні у протидії БпЛА противника (РТВ, ЗРВ, ППО СВ, РЕБ, а також мобільні вогневі групи).

Викладені варіанти схем організації збору розвідувальної інформації про застосування БпЛА противника, що отримується від різних джерел, окремі методи її комплексування, а також способи доведення до споживачів з урахуванням їх завдань за призначенням та специфіки функціонування.

Наведені приклади реалізації окремих рішень щодо інтеграції, викладені основні результати та сформовані проблемні питання, що потребують вирішення.

Алєксєєва М.В.
Кикоть О.О.
ВІКНУ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ: СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Сьогоденні бойові дії характеризуються високою динамічністю, частою зміною обстановки та зростанням обсягів отриманої інформації, що потребує оперативного аналізу. В цих умовах ключову роль відіграють автоматизовані системи управління військами (АСУВ), які забезпечують дієву координацію дій підрозділів і підвищують якість управлінських рішень.

Автоматизовані системи управління військами є комплексом програмно-технічних засобів, призначених для збору, обробки, аналізу та передачі інформації з метою забезпечення процесів управління. Їх використання дозволяє значно скоротити час прийняття рішень, підвищити їх обґрунтованість та забезпечити узгодженість дій на різних рівнях управління. У реальних умовах це виглядає як робота з цифровою картою, де постійно оновлюється інформація по ситуації.

Структура АСУВ включає інформаційно-аналітичні підсистеми, засоби зв’язку та передачі даних, обчислювальні комплекси та інтерфейси взаємодії користувачів. Інформаційно-аналітичні компоненти забезпечують збір і обробку даних про оперативну обстановку, включаючи результати розвідки та спостереження. Засоби зв’язку гарантують безперервний обмін інформацією між пунктами управління, а обчислювальні системи виконують аналіз і моделювання розвитку ситуації.

Головними функціями АСУВ є формування ситуаційної обізнаності, допомога у прийнятті рішень, планування операцій, координація дій своїх підрозділів та контроль виконання завдань. Більшого значення набуває здатність систем працювати в режимі реального часу, це забезпечує своєчасне реагування на зміни обстановки.

Важливим напрямом розвитку автоматизованих систем управління військами є їх практичне впровадження у сучасних збройних силах провідних держав світу. Зокрема, у країнах НАТО активно використовуються інтегровані системи управління, які об’єднують розвідку, зв’язок і командування в єдину цифрову мережу. Прикладом є системи по типу C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), що забезпечують повний цикл обробки інформації — від збору даних до прийняття рішень. Водночас важливим напрямом є забезпечення кібербезпеки, оскільки вразливість таких систем може призвести до порушення управління військами та витоку секретної інформації.

Таким чином, автоматизовані системи управління військами є важливою складовою сучасних Збройних Сил, що забезпечує ефективність управління підрозділом, оперативність реагування на зміну обстановки та перевагу в умовах сучасних бойових дій.

Андреєва Л.М.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД, ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦІЛЕЙ ТА ВИБОРУ БЕЗПЕЧНИХ МАРШРУТІВ У СУЧАСНОМУ ВОЄННОМУ КОНФЛІКТІ

Сучасний характер воєнних конфліктів визначається високою інтенсивністю бойових дій, швидкою зміною тактичної обстановки, значною кількістю джерел інформації та широким застосуванням роботизованих систем. У таких умовах ефективність бойового управління значною мірою залежить від швидкості збору, обробки та інтерпретації даних. Традиційні методи аналізу інформації дедалі частіше виявляються недостатніми через перевантаження операторів великими масивами даних. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження технологій штучного інтелекту як засобу автоматизації процесів спостереження, навігації та виявлення загроз.

Науковий інтерес до цієї проблематики зумовлений тим, що штучний інтелект дозволяє перейти від реактивної моделі управління до прогнозно-аналітичної. Алгоритми машинного навчання здатні не лише розпізнавати об'єкти, а й виявляти приховані закономірності у зміні обстановки, оцінювати ризики та формувати варіанти дій для командира.

Одним із базових завдань є автоматичне виявлення перешкод на маршрутах руху особового складу, техніки або безпілотних платформ. У зоні бойових дій до таких перешкод належать вирви після обстрілів, зруйновані переправи, інженерні загородження, мінні поля, залишена техніка та руйнування міської інфраструктури. Для вирішення зазначеної задачі доцільно використовувати мультисенсорний підхід, що поєднує дані відеокамер, тепловізійних систем, радарів та лазерних сканерів. Подальша обробка даних за допомогою нейронних мереж дозволяє класифікувати тип перешкоди та оцінювати ступінь її небезпеки.

Наукова новизна такого підходу полягає у переході від простого виявлення об'єкта до контекстного аналізу середовища. Наприклад, система може не лише визначати наявність вирви, а й оцінювати можливість її подолання залежно від типу платформи, погодних умов та навантаження.

Другим важливим напрямом є автоматизоване розпізнавання цілей. У сучасному конфлікті швидкість виявлення та класифікації об'єкта безпосередньо впливає на цикл бойового реагування. Застосування алгоритмів комп'ютерного зору дозволяє в режимі реального часу розпізнавати бронетехніку, артилерійські системи, транспортні засоби, позиції противника або підготовку до маневру. Особливо ефективними є згорткові нейронні мережі, які демонструють високу точність під час аналізу аерофотознімків і відеопотоку з безпілотних літальних апаратів.

Практична цінність таких рішень підтверджується сучасними бойовими діями між Україною та росією, де масове застосування дронів створило потребу в автоматизованому аналізі тисяч годин відеоматеріалів. Використання штучного інтелекту дозволяє скоротити час між виявленням цілі та передачею координат засобам ураження, що підвищує оперативність вогневого впливу.

Третім важливим завданням є побудова безпечних маршрутів. Класичні алгоритми навігації орієнтуються переважно на найкоротший шлях, однак у бойових умовах пріоритетним є не мінімальна відстань, а мінімальний ризик. Тому доцільно застосовувати адаптивні моделі маршрутизації, які враховують щільність вогневого впливу, ймовірність мінування, рівень спостереження противника, доступність укриттів та стан дорожньої мережі.

Науково обґрунтованим є використання функції інтегрального ризику, де кожна ділянка маршруту оцінюється за системою критеріїв. Наприклад, ризик артилерійського ураження; ризик виявлення з повітря; складність прохідності; ймовірність інженерних загороджень; час проходження ділянки тощо.

У результаті система формує маршрут, який є не найкоротшим, а найбільш безпечним з урахуванням поточної обстановки. Такий підхід має значну практичну цінність для логістичних колон, евакуаційних груп та роботизованих платформ.

Сучасні приклади демонструють реалістичність зазначених рішень. В Америці випробовуються автономні наземні комплекси забезпечення, що використовують сенсорні системи для самостійного пересування складною місцевістю. В Ізраїлі інтелектуальні прикордонні платформи здатні автоматично виявляти рух цілей та прогнозувати маршрути порушників. В Україні активно впроваджуються системи цифрової координації, де безпілотні комплекси передають дані в єдину мережу управління.

Разом із тим існують науково-технічні проблеми, що потребують подальших досліджень. До них належать нестача якісних навчальних вибірок для військових сценаріїв, вплив погодних умов на сенсори, стійкість до радіоелектронної боротьби, захищеність каналів передачі даних та етичні аспекти автономного прийняття рішень. Особливо важливим є питання об’єму або повноти інформаційності алгоритмів, оскільки командир повинен розуміти логіку рекомендацій системи.

Перспективним напрямом подальших досліджень є створення гібридних систем підтримки прийняття рішень, у яких штучний інтелект виконує попередній аналіз, а остаточне рішення приймає людина. Така модель дозволяє поєднати швидкість обчислень із професійним досвідом командира та знизити ризик помилок.

Отже, використання штучного інтелекту для виявлення перешкод, ідентифікації цілей та побудови безпечних маршрутів має значну наукову й практичну цінність. Інтелектуальні алгоритми забезпечують підвищення швидкості реагування, точності оцінки обстановки та ефективності управління підрозділами. У перспективі такі системи можуть стати основою цифрового поля бою та ключовим елементом сучасних військових операцій.

Аулін О.А., канд. філософ. наук
Єсаулов М.Ю.
ВІТІ ім. Героїв Крут

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ У ЗАДАЧАХ ПРОТИДІЇ ГІБРИДНИМ ЗАГРОЗАМ

Сучасне міждержавне протиборство характеризується домінуванням гібридних загроз, де інформаційно-психологічний вплив спрямований на дестабілізацію державного управління та підрив суспільної довіри. У контексті відсічі збройній агресії завдання моніторингу та оперативного аналізу таких впливів потребує розробки спеціалізованих архітектурних рішень для автоматизованих систем, здатних опрацьовувати великі масиви неструктурованих даних у режимі реального часу. Метою роботи є обґрунтування архітектурної побудови інформаційної системи, призначеної для виявлення, ідентифікації та комплексної оцінки параметрів інформаційних операцій противника.

Запропонована архітектура системи базується на модульному принципі та сервіс-орієнтованому підході (SOA), що дозволяє забезпечити масштабованість та інтероперабельність з існуючими автоматизованими системами управління військами. Функціональна побудова передбачає наявність модуля інтелектуального збору даних, який реалізує механізми багатоканального пошуку інформації з відкритих джерел (OSINT), соціальних мереж та медіа-ресурсів за допомогою адаптивних алгоритмів обходу фільтрації. На рівні попередньої обробки здійснюється дедуплікація та нормалізація даних, що дозволяє суттєво зменшити навантаження на обчислювальні потужності за рахунок відсікання інформаційного шуму та структурування вхідних потоків.

Центральним елементом архітектури є аналітичне ядро, що базується на комбінованому використанні методів машинного навчання (ML) та глибокої обробки природної мови (NLP). Воно забезпечує інтелектуальний сентимент-аналіз, виявлення прихованих наративів та ідентифікацію аномальної активності ботоферм. Важливою складовою ядра є блок семантичного аналізу, призначений для виявлення складних маніпулятивних технік та когнітивних пасток, характерних для ворожої пропаганди. Додатково передбачено блок оцінки загроз, який за допомогою математичних моделей (зокрема регресійного аналізу) прогнозує динаміку розповсюдження інформації та тривалість її деструктивного ефекту на цільові аудиторії.

Система завершується модулем візуалізації та підтримки прийняття рішень, що представляє результати у вигляді динамічних графів зв'язків та геопросторових звітів, формуючи конкретні сценарії контрзаходів. Проєктування архітектури передбачає використання захищених хмарних технологій для забезпечення відмовостійкості, а безпека реалізується через суворий багаторівневий контроль доступу та шифрування каналів передачі даних, що є критичним для систем військового призначення.

Запропонований підхід дозволяє автоматизувати виявлення гібридних загроз на ранніх стадіях, фокусуючись не лише на факті атаки, а й на її стратегічній меті та потенційних наслідках. Перспективним напрямом подальших досліджень є інтеграція технологій генеративного штучного інтелекту для автоматизованого створення адаптивного контр-контенту. Практичне впровадження таких рішень у ситуаційні центри Сектору безпеки і оборони є необхідною умовою забезпечення інформаційного суверенітету держави в умовах сучасної високотехнологічної війни.

Афанасьєв Ю.В.
ХНУРЕ

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОНОМНОЇ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Протидія військовій агресії російської федерації обумовила суттєві зміни в тактиці та розвитку озброєння та військової техніки складових Сил оборони України в умовах розвитку даного напряму з боку противника. Особливою рисою ведення бойових дій стало широке впровадження безпілотних систем, що має такі переваги, як збереження життя особового складу, підвищення рівня ситуаційної обізнаності на пунктах управління різних рівнів, що надає можливість своєчасно прогнозувати та реагувати на загрози воєнного характеру. Складовими безпілотних систем є наземні роботизовані комплекси (НРК), безпілотні авіаційні комплекси з безпілотними літальними апаратами (БпЛА), морські безекіпажні апарати (комплекси) (МБеА).

Однією з основних умов їх застосування є забезпечення надійного функціонування системи керування та обміну даними. З урахуванням вимоги щодо автономності застосування таких систем актуальним є завдання підвищення рівня автономності. Для збільшення дальності застосування безпілотних систем здійснюється розгортання мережі ретрансляторів, які також можуть бути встановлені на рухомих платформах наземного, повітряного, морського базування, в тому числі і безпосередньо на самих НРК, БпЛА, МБеА. Усі елементи, що забезпечують керування та обмін даними, є складовими автономної інфокомунікаційної мережі (АІКМ) для комплексного застосування безпілотних систем.

В якості основного фактору, який визначає час автономного функціонування АІКМ розглядається енергетична деградація, яка залежить від інтенсивності функціонування кожного вузла ретрансляції, прийому (передачі) даних. В умовах побудови розголуженої АІКМ рівень автономності залежить від режимів роботи кожного вузла (активний на прийом/передачу, режим ретрансляції, режим очікування), які залежать в свою чергу від маршруту передачі даних. Для забезпечення ефективної маршрутизації в мережі в роботі представлено метод забезпечення адаптивного функціонування АІКМ для комплексного застосування безпілотних систем. Основним змістом структури методу є модель АІКМ, яка представлена у вигляді графової моделі. Її топологія визначається просторовим розташуванням вузлів, в якості яких виступають НРК, БпЛА, МБеА та окрема мережа ретрансляторів. Маршрутизація АІКМ здійснюється за критерієм забезпечення максимальної кількості переданої інформації. За результатами імітаційного моделювання, на прикладі аналізу трьох маршрутів однакової довжини, визначено, що за рахунок керування послідовністю передачі даних можна визначити оптимальну послідовність. У варіанті, що було досліджено, рівень автономності АІКМ було збільшено на 30% у порівнянні з вихідним варіантом маршрутизації. Модель маршрутизації забезпечує вибір маршруту передачі даних, який базується на аналізі моделі деградації вузлів внаслідок їх енергетичного виснаження. Комплексне застосування стаціонарних та рухомих вузлів передачі/ретрансляції даних дозволяє змінювати топологію АІКМ. Для врахування таких умов в роботі запропоновано здійснювати аналіз радіочастотного середовища. Умовою передачі даних в мережі є рівень запасу автономних джерел, а також можливість передачі даних, яка визначається рівнем завантаженості радіочастотного спектру. Таким чином, властивість адаптивного функціонування автономної інфокоммунікаційної мережі для комплексного застосування безпілотних систем досягається за рахунок врахування енергетичної деградації вузлів та проведення радіочастотного моніторингу для керування частотним ресурсом та оптимальної маршрутизації.

Балан Д.Д.
ВІТІ імені Героїв Крут

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ТА C4ISR

Сучасні підходи до ведення бойових дій передбачають широке застосування інформаційно-комунікаційних систем у межах концепції C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), що забезпечує інтеграцію процесів управління, обміну інформацією та підтримки прийняття рішень. У цьому контексті ключовим фактором ефективності функціонування таких систем є їх інтероперабельність та здатність до інтеграції у єдине інформаційне середовище.

Аналіз існуючого стану інформаційно-комунікаційних систем у Збройних Силах України свідчить про наявність проблем, пов’язаних із недостатнім рівнем інтеграції та сумісності систем різного призначення. Використання гетерогенних програмно-апаратних рішень, недостатня уніфікованих стандартів обміну даними та обмежена підтримка міжнародних стандартів, зокрема STANAG, ускладнюють забезпечення ефективної взаємодії між підрозділами та партнерами. Фрагментованість інформаційного простору та орієнтація на ізольовані системи призводять до дублювання функцій, втрат інформації та затримок у її обробці, що негативно впливає на оперативність управління військами. У сучасних умовах

виникає необхідність переходу до інтегрованих, мережецентричних підходів, що базуються на принципах data-centric architecture та забезпечують безперервний обмін даними у реальному масштабі часу.

Метою є визначення проблем інтеграції інформаційно-комунікаційних систем та обґрунтування перспективних напрямів їх розвитку на основі принципів інтероперабельності та концепції C4ISR.

Перспективним напрямом є впровадження сервісно-орієнтованих та мікросервісних архітектур, що забезпечують гнучку інтеграцію систем через стандартизовані інтерфейси та API. Це дозволяє реалізувати принципи loose coupling та забезпечити масштабованість і адаптивність інформаційних систем.

Важливим аспектом є забезпечення багаторівневої інтероперабельності, що включає технічний, семантичний та організаційний рівні. На технічному рівні це передбачає використання сумісних протоколів та стандартів обміну даними, включаючи STANAG; на семантичному – уніфікацію форматів та моделей даних; на організаційному – узгодження процедур взаємодії між підрозділами.

Доцільним є створення інтеграційних платформ (middleware), які забезпечують трансформацію, маршрутизацію та агрегацію даних між різними системами, а також впровадження єдиних сховищ даних та центрів обробки інформації. Використання хмарних та розподілених технологій дозволяє підвищити доступність даних, забезпечити відмовостійкість та підтримку функціонування систем у складних умовах.

Окремим напрямом є реалізація принципів federated mission networking, що забезпечують інтеграцію національних систем у багатонаціональне середовище з урахуванням вимог безпеки та розмежування прав доступу до інформації.

Застосування зазначених підходів дозволить сформувати єдине інтегроване інформаційне середовище, забезпечити ефективну взаємодію між компонентами C4ISR, підвищити швидкість обміну інформацією та якість управлінських рішень у Збройних Силах України.

Баландін М.В., д-р філософії
Білокопитов Б.В.
Горбач М.П.
НАСВ

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БОЄМ ТАКТИЧНОГО КЛАСУ ТИПУ С6

Системи управління боєм типу C6 (Command, Control, Communications, Computers, Collaboration, and Cyber) є ключовим елементом сучасних збройних сил, оскільки саме вони забезпечують збір інформації, прийняття рішень і координацію дій військ у реальному часі. Досвід сучасних конфліктів, зокрема в Україні, показує, що ефективність управління часто визначає результат операцій. У цих умовах відбувається активна трансформація систем управління боєм – від традиційних моделей до нових, більш гнучких і технологічних рішень.

Однією з ключових тенденцій є інтеграція штучного інтелекту та машинного зору. Сучасні системи управління здатні обробляти великі масиви даних із різних джерел – безпілотників, супутників, сенсорів та формувати рекомендації для командирів. Це значно скорочує час прийняття рішень і підвищує ефективність дій. Водночас людина залишається центральною ланкою управління, контролюючи й затверджуючи рішення, сформовані алгоритмами.

Ще одним важливим напрямом розвитку є перехід від лінійної моделі послідовного ураження цілей до мережевої взаємодії. У межах цього підходу всі елементи бойової системи об'єднуються в єдину інформаційну мережу, що дозволяє забезпечити швидкий обмін даними та підвищити гнучкість реагування. Це також підвищує живучість системи, оскільки вона не залежить від одного центру управління. Сучасні системи управління надають більше повноважень підрозділам нижчого рівня, що дозволяє їм діяти автономно у складних умовах, зокрема при порушенні зв'язку або впливі радіоелектронної боротьби. Для цього впроваджуються розподілені мережі зв'язку, автономні вузли та резервні канали передачі інформації.

Характерною рисою сучасних систем є їхня орієнтація на дані. Обробка великих обсягів інформації, її аналіз і наочне представлення стають основою ефективного управління. У цьому контексті використовуються хмарні обчислення та обробка даних безпосередньо на місці їхнього збору. Водночас зростає значення кібернетичного захисту, оскільки ураження інформаційної інфраструктури може призвести до втрати управління військами.

Як приклад сучасного зарубіжного підходу до розвитку систем управління боєм можна навести систему Joint All-Domain Command and Control (JADC2), яку розвиває Міністерство оборони США. Її мета - об'єднати всі роди військ і сенсорні системи в єдину мережу обміну даними, що дозволяє командирам отримувати повну картину бойової обстановки в реальному часі. У рамках цієї концепції використовуються сучасні цифрові технології, автоматизовані системи аналізу інформації та засоби швидкої передачі даних, що значно скорочує цикл прийняття рішень.

Таким чином, сучасні системи управління боєм типу розвиваються у напрямі підвищення швидкості, гнучкості та стійкості до загроз. Інтеграція штучного інтелекту, перехід до мережевих структур, децентралізація управління, активне використання безпілотних систем і орієнтація на дані формують нові правила ведення бойових дій. Саме здатність ефективно інтегрувати технології та адаптуватися до швидкозмінного середовища визначатиме успішність збройних сил у сучасних конфліктах.

Беззубцева Т.Г.
Ринський І.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО УПРАВЛІННЯ У СИСТЕМІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

Сучасний характер збройної боротьби визначається високою динамікою бойових дій, розосередженістю сил, широким застосуванням безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби та інформаційно-комунікаційних технологій. За таких умов традиційні ієрархічні моделі управління не забезпечують необхідної швидкості реагування та рівня адаптивності. Це обумовлює необхідність переходу до нових підходів, серед яких мережецентричне управління (МЦУ) посідає провідне місце як базова модель розвитку інформаційних та автоматизованих систем управління.

МЦУ передбачає інтеграцію всіх елементів системи управління в єдину інформаційну мережу з безперервним обміном даними. Його функціональна сутність полягає у досягненні переваги над противником за рахунок скорочення часу отримання, обробки та використання інформації. У цьому контексті ключовими напрямами розвитку є: формування єдиного інформаційного простору; забезпечення ситуаційної обізнаності у режимі, наближеному до

реального часу; скорочення циклу управління; децентралізація процесів прийняття рішень; підвищення стійкості системи управління.

Перспективним напрямом є впровадження модульних цифрових платформ, здатних інтегрувати різнорідні джерела даних (безпілотні системи, сенсорні мережі, підрозділи, елементи цивільної інфраструктури) та забезпечувати їх узгоджене використання. Інтеграція сенсорів, аналітичних інструментів і засобів доведення рішень у межах єдиного інформаційного контуру забезпечує скорочення циклу «виявлення – рішення – дія» та створює передумови для переходу від реактивних до проактивних форм ведення бойових дій.

Важливим елементом є децентралізація управління, що передбачає передачу частини повноважень на нижчі рівні за умови забезпечення їх необхідною інформацією. У таких умовах визначальним стає не детальний контроль дій підрозділів, а формування чіткого задуму операції та підтримання єдиного інформаційного поля.

Для Сил територіальної оборони України впровадження МЦУ має особливе значення. Діяльність підрозділів у зоні (районі) ТрО характеризується одночасною участю значної кількості різнорідних суб'єктів, обмеженістю ресурсів зв'язку, необхідністю взаємодії з органами державної влади та місцевого самоврядування, а також високою динамікою обстановки. За таких умов саме ефективність організації інформаційних потоків і швидкість прийняття рішень визначають результативність виконання завдань.

Разом із тим впровадження МЦУ супроводжується низкою ризиків, зокрема перевантаженням інформацією, зростанням залежності від технічних засобів, кіберзагрозами та недостатнім рівнем підготовки персоналу. Це обумовлює необхідність поєднання технологічних рішень із організаційними змінами та розвитком системи підготовки кадрів.

Таким чином, МЦУ виступає базовою моделлю розвитку сучасних систем управління. Його реалізація передбачає створення єдиного інформаційного середовища, стандартизацію обміну даними та інтеграцію різнорідних систем. Для Сил територіальної оборони пріоритетним є розвиток адаптивних, стійких і децентралізованих систем управління, здатних функціонувати в умовах обмежених ресурсів і високої динаміки обстановки. Подальші дослідження доцільно зосередити на узгодженні технологічних рішень із організаційними змінами у діяльності органів військового управління.

Баган А.В., PhD
Атамась Р.О.
НАСВ

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЛУЧЕННЯ СТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ З ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Цифровізація навчального процесу у вищих військових навчальних закладах висуває нові вимоги до способів опрацювання джерельної бази, яка формується з нормативних документів, керівництв службової діяльності, описів конструкцій зразків озброєння та методичних розробок кафедр. Специфіка цих матеріалів полягає у наявності неоднорідного контенту: суцільного тексту, числових даних у вигляді зведених відомостей, графічних схем вузлів та механізмів, умовних позначень на тактичних кресленнях, формульних залежностей балістичних розрахунків. Наявні рішення на основі класичних алгоритмів розпізнавання символів забезпечують прийнятну якість лише для гомогенних текстових фрагментів і не

здатні коректно інтерпретувати змістові зв'язки між різнотипними елементами сторінки, що унеможливлює їх застосування для побудови баз знань навчального призначення.

Предметом представленого дослідження є програмний засіб, що реалізує комплексну обробку військово-технічної документації шляхом покадрового аналізу зображень сторінок мультимодальними нейромережевими моделями з подальшою валідацією отриманих результатів. Серверна складова побудована засобами мови Python із застосуванням асинхронного веб-фреймворку та сегментуванням бізнес-логіки за шарами доменної моделі, сценаріїв використання та інфраструктурної взаємодії. Клієнтська складова виконана у вигляді односторінкового веб-додатку, що забезпечує користувачеві покроковий робочий процес: завантаження вхідного документа, спостереження за прогресом виконання завдання, перегляд проміжних результатів та внесення коригувань.

Методологічною особливістю роботи є інтеграція нейромережевого ядра з процедурами контрольованого доопрацювання, коли після первинного проходу обробки сформований результат аналізується окремим програмним агентом, який ідентифікує потенційні розбіжності та пропонує варіанти їх усунення. Прийняття або відхилення запропонованих змін здійснюється користувачем у діалоговому режимі, що запобігає накопиченню помилок у подальших ітераціях та дозволяє фіксувати раніше перевірені фрагменти документа для захисту від небажаних модифікацій. Така організація процесу реалізує парадигму кероване доопрацювання замість автономного виконання.

Практична цінність розробки полягає у можливості формування машиночитаних описів військово-технічних матеріалів для подальшого використання у системах комп'ютеризованого навчання, віртуальних тренажерах вогневої та тактичної підготовки, інтерактивних довідниках зі зразків озброєння. Додатково отримані структуровані масиви даних становлять основу для побудови семантичних пошукових механізмів, що дозволяють оперативно знаходити відповіді на запити користувачів у великих колекціях документації.

Проведене дослідження підтверджує, що раціональним підходом до автоматизації опрацювання спеціалізованої військової літератури є поєднання обчислювальних можливостей сучасних моделей штучного інтелекту з експертним супроводом на етапах верифікації результатів, що забезпечує одночасно продуктивність обробки, прогнозованість витрат на виклики зовнішніх сервісів та достовірність сформованих навчальних ресурсів.

Баган А.В., д-р філософії
Гера В.Я., д-р філософії
НАСВ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ВЕКТОРНИХ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ЧУТЛИВОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Широке впровадження інтелектуальних асистентів на основі архітектури розширеної генерації з пошуком (Retrieval-Augmented Generation) у сферах, що оперують відомостями обмеженого доступу, актуалізує питання захищеності сховищ знань, на яких базується робота таких систем. Традиційні файлові сховища та реляційні бази даних у разі несанкціонованого доступу розкривають зловмиснику вихідний зміст документів у читабельному вигляді, що створює критичні ризики для організацій, які працюють з конфіденційною, службовою або таємною інформацією. Перехід до векторних представлень

документів у поєднанні з криптографічними механізмами захисту відкриває принципово нові можливості для побудови захищених систем підтримки прийняття рішень.

Особливість векторної бази знань полягає у тому, що кожен документ після смислового сегментування перетворюється у послідовність числових векторів високої розмірності, які відображають семантичні характеристики вихідного тексту у багатовимірному просторі ознак. Отримані вектори самі по собі не містять безпосередньо читабельного тексту і є результатом нелінійного перетворення, виконаного нейромережевою моделлю-енкодером. Теоретично відновлення вихідного тексту з векторного представлення є обчислювально складною задачею, розв'язання якої потребує доступу до тієї самої моделі, що використовувалася на етапі векторизації, та застосування спеціалізованих алгоритмів інверсії, результати яких мають обмежену якість.

Додатковий рівень захисту забезпечується шляхом симетричного шифрування як самих векторних представлень, так і пов'язаних з ними метаданих та оригінальних текстових фрагментів, що зберігаються для подальшого подання у контексті генеративної моделі. Застосування сучасних криптографічних алгоритмів, зокрема стандарту AES з ключем довжиною 256 біт, у поєднанні з надійними схемами управління ключами забезпечує стійкість сховища до відомих атак на обчислювально доступних засобах. У разі компрометації фізичного носія або несанкціонованого доступу до сховища зловмисник отримує лише масив зашифрованих числових послідовностей, що без відповідного криптографічного ключа не несе семантичного навантаження та не дозволяє відновити вихідний зміст документів.

Суттєвою перевагою запропонованого підходу є можливість розділення контурів зберігання зашифрованих даних та управління ключами доступу, коли криптографічні ключі розміщуються у спеціалізованих апаратних модулях безпеки або у захищених сховищах з контролем доступу на основі ролей користувачів. Така архітектура реалізує принцип глибокоешелонованого захисту, за якого подолання одного рубежу безпеки не призводить до повного розкриття інформації, що зберігається у системі.

Проведений аналіз засвідчує, що векторні бази знань з інтегрованими механізмами криптографічного захисту становлять технологічно обґрунтоване рішення для організацій, що потребують поєднання аналітичних можливостей сучасних мовних моделей з жорсткими вимогами до конфіденційності оброблюваних відомостей, включно з установами Сектору безпеки та оборони, медичними закладами, юридичними службами та фінансовими організаціями.

Баістов Ю.В.
Мельник С.В.
ХНУПС
Колесник В.О.
НАСВ

ОЦІНКА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ У ЗМІННИХ УМОВАХ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У сучасних умовах стрімкого розвитку авіаційних технологій та зростання інтенсивності використання повітряного простору проблема ефективного управління повітряним рухом набуває особливої актуальності. Це пов’язано з необхідністю забезпечення безпеки польотів як цивільної, так і військової авіації в умовах динамічної повітряної обстановки, що характеризується високою щільністю трафіку, появою безпілотних літальних апаратів,

впливом радіоелектронної боротьби, а також швидкою зміною параметрів повітряного середовища.

Метою дослідження є оцінка сучасних методів управління повітряним рухом з урахуванням їх ефективності в умовах змінного повітряного простору. Було використано аналітичні та порівняльні методи дослідження.

У результаті аналізу встановлено, що сучасні методи управління повітряним рухом доцільно поділяти на шість основних груп: традиційні диспетчерські методи, методи на основі траєкторій (TBO), методи управління потоками повітряного руху (ATFM), методи інтеграції безпілотних літальних апаратів (UTM/U-space), методи динамічного управління повітряним простором (DAM) та методи, що базуються на використанні цифрових технологій. Встановлено їх основні принципи роботи, їх основні переваги та недоліки та рівень ефективності роботи методів у змінних умовах повітряного простору.

Традиційні методи управління повітряним рухом характеризуються високою надійністю та стандартизованістю, однак мають низьку адаптивність і обмежену ефективність у динамічних умовах. Методи на основі траєкторій забезпечують підвищену точність прогнозування та оптимізацію маршрутів, проте залежать від якості інформаційного забезпечення. Методи управління потоками повітряного руху дозволяють ефективно балансувати навантаження на повітряний простір, але мають обмежену здатність реагувати в режимі реального часу.

Особливу увагу приділено сучасним підходам, пов’язаним із інтеграцією безпілотних систем, які характеризуються високим рівнем автоматизації та масштабованістю, а також методам динамічного управління повітряним простором, що забезпечують адаптивну зміну структури повітряного простору відповідно до поточної обстановки. Найбільш перспективними визначено методи, що базуються на використанні цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту та великих даних, які забезпечують високий рівень автоматизації, оперативності та ситуаційної обізнаності.

Оцінювання методів здійснювалося за такими критеріями, як адаптивність, оперативність, масштабованість та рівень автоматизації. Результати показали, що найбільш ефективними в умовах динамічного повітряного простору є методи динамічного управління повітряним простором та цифрові підходи, тоді як традиційні методи поступово втрачають свою ефективність.

Таким чином, подальший розвиток систем управління повітряним рухом має бути спрямований на підвищення рівня автоматизації, впровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, забезпечення гнучкості та інтеграції різнорідних користувачів повітряного простору. Це дозволить підвищити безпеку польотів та ефективність використання повітряного простору в умовах його постійної змінності.

Напрямом подальших досліджень є розробка методу управління повітряним рухом з урахуванням сучасних умов динамічної повітряної обстановки.

Баліцький Н.С., д-р філософії
Баліцька О.Я.
НАСВ

ЗАСОБИ ПРОТИДІЇ ДРОНАМ, ПОБУДОВАНИМ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ “ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ”

Традиційні засоби РЕБ стають менш ефективними проти дронів, оснащених “штучним інтелектом”. Автономні системи використовують алгоритми автоматичного супроводження цілі (ATR – Automatic Target Recognition), що дозволяє їм ігнорувати втрату зв’язку з

оператором та придушення GPS. Основним «органом чуття» такого дрона є камера, а «мозком» – нейромережа. Станом на сьогодні російська федерація все більше застосовує їх у прифронтових містах, здебільшого це дрони V2U, розміри якого забезпечують важкість візуального виявлення та відповідній протидії, відповідно у жовтні 2025 року в один день за допомогою вищезазначених засобів було знищено 3 заправні станції в м. Краматорськ та 1 в Дружківській територіальній громаді.

Основним способом в боротьбі є оптико-візуальна дезорієнтація (Adversarial Attacks). Найбільш перспективним методом є “обман” алгоритму на етапі обробки зображення, в свою чергу це “спотворення геометрії”, використання агроволокна, маскувальних сіток зі змінною текстурою та фальш-конструкцій ламає силует об’єкта. Нейромережа, навчена на чітких формах (наприклад, прямокутник бензоколонки), не ідентифікує об’єкт як ціль. “Текстурне маскування” – нанесення паттернів, що імітують навколишнє середовище (трава, бетон, бруд) безпосередньо на дахи та критичні вузли об'єктів. “Видалення маркерів” – демонтаж брендованих написів та яскравих логотипів, “штучний інтелект” часто використовує їх як опорні точки для підтвердження типу об'єкта. Створення «цифрового шуму» та візуальних пасток.

В умовах ведення інтенсивних бойових дій для того, щоб “штучний інтелект” “схибив”, необхідно змінити контекст сцени:

муляжі та хибні цілі – створення об'єктів, що мають ідентичні для “штучного інтелекту” ознаки (тепловий слід + візуальна схожість), але розташовані на безпечній відстані;

аерозольні та димові завіси – використання специфічних димів, що непрозорі не лише у видимому, а й в ІЧ-діапазоні, що робить термальне наведення “штучним інтелектом” неможливим;

зміна теплової сигнатури – екранування гарячих елементів об’єктів для запобігання наведенню по тепловому контуру;

фізичні бар'єри – сітки-вловлювачі, які не дають дрону наблизитися до об'єкта, навіть якщо він його розпізнав.

Протидія дронам побудованим на основі використання технології “штучного інтелекту” переходить у сферу візуальної інтелектуальної боротьби. Основним завданням стає не просто приховати об’єкт, а зробити його незрозумілим для алгоритму, слід врахувати, що для “штучного інтелекту” навіть 5% невпевненості в об’єкті можуть привести до того, що алгоритм не спрацює або змінить пріоритет цілі. Комбінація фізичного маскування (агроволокно, зміна форм, хибні цілі) та технологічних рішень (дезорієнтація, ІЧ-екрани) є єдиним ефективним способом захисту критичної інфраструктури в умовах повної автономності засобів нападу.

Баранов С.М.
Головне управління супроводження
ракетних програм МО України

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ПРИВАТНИХ ВІЙСЬКОВИХ КОМПАНІЙ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

Сучасні гібридні конфлікти відзначаються системним і дедалі інтенсивнішим залученням приватних військових компаній (ПВК) як інструменту реалізації військово-політичних інтересів держави за умов свідомого збереження формальної невизначеності їх участі. Фактично йдеться про використання ПВК як керованого, але юридично опосередкованого елемента збройного впливу, що дозволяє поєднувати досягнення оперативних цілей із мінімізацією політичних і правових ризиків. За таких обставин

традиційні підходи до оцінювання військових спроможностей виявляються недостатніми, оскільки не враховують ні гібридної природи застосування ПВК, ні їх багатовимірної функціональності. Це, у свою чергу, зумовлює необхідність розроблення формалізованих, науково обґрунтованих підходів до оцінювання їх діяльності та спроможностей із подальшою інтеграцією у сучасні інформаційно-аналітичні системи військового управління.

Метою дослідження є розроблення методики оцінювання ПВК на основі багатокритеріального аналізу з можливістю інтеграції у автоматизовані системи підтримки прийняття рішень.

Запропоновано методичний підхід до оцінювання приватних військових компаній, що ґрунтується на системній обробці сукупності взаємопов'язаних показників у межах інформаційно-аналітичної системи військового управління. Концептуально підхід передбачає інтеграцію різнорідних даних у єдине аналітичне середовище з подальшим їх узагальненням на основі багатокритеріальної моделі. Оцінювання здійснюється за комплексом взаємодоповнювальних критеріїв, які відображають ключові аспекти функціонування ПВК. До них належать оперативно-тактичні характеристики, що визначають рівень підготовки персоналу, наявність бойового досвіду та здатність до автономного виконання завдань; технічні параметри, які характеризують ступінь оснащеності сучасними зразками озброєння, безпілотними системами та засобами зв'язку; економічні показники, що відображають ефективність використання ресурсів і витратність залучення таких структур; політико-правові аспекти, зокрема рівень контрольованості з боку держави, ступінь легітимності та можливість заперечення участі у збройних конфліктах; а також інформаційно-психологічні чинники, що визначають спроможність впливу на інформаційний простір і участь в інформаційно-психологічних операціях.

Особливістю запропонованого підходу є формування інтегрального показника ефективності ПВК, який визначається шляхом зважування окремих критеріїв із врахуванням умов їх застосування, характеру завдань та типу конфлікту. Така побудова забезпечує гнучкість і адаптивність методики, дозволяючи використовувати її як на оперативному, так і на стратегічному рівнях військового управління.

Практична реалізація зазначеного підходу в інформаційно-аналітичних системах дозволяє підвищити обґрунтованість рішень щодо оцінювання загроз, прогнозування дій противника та планування заходів протидії нерегулярним формуванням.

Висновки. Застосування багатокритеріальної методики оцінювання приватних військових компаній у складі автоматизованих систем військового управління сприяє підвищенню точності та об'єктивності аналізу їх спроможностей, що є важливим чинником забезпечення ефективності дій у сучасних умовах гібридних конфліктів.

Бєляков Р.О., д-р техн. наук, доцент
Ковальчук О.О.
ВІТІ ім. Героїв Крут

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА БАРАЖУЮЧИХ БОЄПРИПАСІВ

Проведено дослідження математичної моделі інформаційно-керуючої системи безпроводових сенсорних мереж для виявлення безпілотних літальних апаратів та баражуючих боєприпасів у тактичній ланці управління. Актуальність дослідження

обумовлена зростанням інтенсивності застосування засобів повітряного нападу, обмеженістю часу реагування підрозділів та необхідністю формування достовірного рішення на основі різнорідних сенсорних даних. Формалізовано просторову область спостереження, множини повітряних об'єктів, сенсорних вузлів і підсистем виявлення, зокрема радіоелектронної, акустичної та оптико-електронної. Запропоновано опис стану повітряного об'єкта, геометрії візування, динамічного графа сенсорної мережі, моделей радіоелектронного, акустичного та оптико-електронного каналів. Особливістю моделі є врахування нестаціонарної коваріаційної матриці похибок вимірювання, коефіцієнта довіри до сенсора, ймовірності умовно-правильного виявлення, хибної тривоги та пропуску цілі. Для об'єднання різнорідних даних сенсорами введено ф'южн-оцінку наявності повітряної загрози, що може формуватися на основі ймовірнісного об'єднання локальних рішень підсистем або через спільне відношення правдоподібності для корельованих вимірювань. Проведено імітаційне моделювання впливу дальності до цілі та інтенсивності появи повітряних об'єктів на оперативну інформативність ф'южн-рішення і час його формування. Показано, що багатосенсорність підвищує імовірність виявлення лише за умови адаптивного комплексування даних, оскільки додавання сенсорних каналів за високої інтенсивності застосування ворогом БпЛА збільшує інформаційне навантаження та час формування рішення до неприпустимих значень.

Запропонована математична модель описує функціонування багатосенсорної системи виявлення БпЛА та баражуючих боєприпасів як ієрархічний стохастичний процес, у якому фізичні параметри середовища, характеристики каналів поширення сигналів, якість сенсорних вимірювань, часові затримки, геометрія розміщення вузлів та алгоритми комплексування даних об'єднуються в єдину формалізовану систему.

На відміну від спрощених підходів, що оцінюють лише факт виявлення за окремою сенсорною ознакою, запропонована модель дозволяє одночасно враховувати локальну ймовірність умовно-правильного виявлення, ймовірність хибної тривоги, ймовірність пропуску цілі, якість сигналу за показником, коваріаційну матрицю похибок вимірювання, коефіцієнт довіри до сенсора та ф'южн-оцінку наявності повітряної загрози. Це забезпечує можливість формалізованого дослідження достовірності виявлення та прийняття рішення в умовах різнорідності сенсорів, нестаціонарного середовища, впливу завад і неповної апріорної інформації щодо типу та інтенсивності появи повітряних загроз.

Сутність моделі полягає у переході від ізольованої оцінки ефективності окремого сенсора до інтегрального оцінювання багатосенсорної інформаційно-комунікаційної системи, у якій результат виявлення визначається не лише значенням локальної ймовірності, а й якістю каналу, довірою до вимірювання, часовою синхронізацією, геометрією розміщення вузлів та здатністю системи сформувати достовірне рішення в межах допустимого часу реагування.

Напрям подальших досліджень обумовлений результатами імітаційного моделювання ключовою тезою – багатосенсорність має сенс лише тоді, коли вона супроводжується адаптивним комплексуванням даних, а не механічним додаванням нових каналів спостереження, і полягає в алгоритмізації процесу прийняття рішення з урахуванням обмежень існуючих методик комплексної обробки (злиття) даних, отриманих від сенсорів різних типів.

Бібік А.В.
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Сучасний етап розвитку інформаційного суспільства характеризується швидким ускладненням процесів збирання, оброблення, передавання та використання даних. У цих умовах інформаційні та автоматизовані системи перетворюються з допоміжного інструмента на базову інфраструктуру управління, виробництва, безпеки, логістики, освіти та публічного адміністрування. Їх подальший розвиток визначається не лише зростанням обчислювальних можливостей, а й переходом до інтелектуального аналізу даних, автоматизації робочих процесів, платформної взаємодії, проактивного надання послуг і підвищення кіберстійкості. За даними Eurostat, у 2025 році вже 20,0% підприємств ЄС використовували щонайменше одну технологію штучного інтелекту, а серед великих підприємств цей показник досяг 55,0%, що свідчить про стале прискорення цифрової трансформації та розширення практик інтелектуальної автоматизації.

Мета роботи полягає в узагальненні основних напрямів і перспектив розвитку інформаційних та автоматизованих систем, а також у визначенні ключових чинників, що впливатимуть на їх ефективність у найближчі роки.

Однією з головних тенденцій є інтеграція технологій штучного інтелекту в архітектуру інформаційних систем. Йдеться не лише про класичний аналіз даних, а й про використання засобів розпізнавання мовлення, генерації тексту й програмного коду, оброблення зображень, машинного навчання, роботизованої автоматизації процесів та підтримки прийняття рішень. Такий підхід дає змогу підвищити швидкість оброблення інформації, зменшити навантаження на персонал, мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити адаптивну реакцію систем на зміну зовнішніх умов. Водночас NIST підкреслює, що розвиток і впровадження ШІ мають здійснюватися на засадах керування ризиками, надійності, відповідальності та захисту прав, тобто перспективними будуть не просто «розумні», а довірені й безпечні системи.

Важливим напрямом розвитку є перехід від розрізнених рішень до інтегрованих цифрових екосистем. OECD зазначає, що ефективна цифрова трансформація спирається на сильне врядування, узгоджені міжвідомчі стратегії та стійку цифрову інфраструктуру, зокрема цифрову ідентичність і системи обміну даними. Це означає, що перспективи інформаційних та автоматизованих систем пов’язані з побудовою єдиних платформ, у межах яких дані, сервіси та аналітичні модулі функціонують узгоджено. Саме така архітектура створює передумови для переходу до принципів digital by design, data-driven public sector, government as a platform і проактивного сервісу, коли система не лише реагує на запит, а й випереджає потреби користувача.

Суттєвими стримувальними чинниками залишаються кадрові, правові та організаційні бар’єри. Eurostat фіксує, що головною причиною відмови від впровадження ШІ у 2025 році був дефіцит відповідної експертизи: цю проблему назвали 70,9% малих, 69,2% середніх і 65,1% великих підприємств. Значущими також є невизначеність правових наслідків, занепокоєння щодо захисту персональних даних і конфіденційності, а також несумісність із наявними програмними та технічними засобами. Це свідчить про те, що реальні перспективи розвитку інформаційних та автоматизованих систем визначаються не тільки рівнем технологій, а й якістю нормативного регулювання, наявністю фахівців, культурою управління даними та готовністю організацій до комплексних змін.

Отже, у найближчі роки конкурентоспроможними будуть ті системи, які поєднуватимуть високу швидкодію, інтегрованість, масштабованість та надійний захист даних. Таким чином, подальший розвиток інформаційних та автоматизованих систем слід розглядати як комплексний процес, що охоплює технічну модернізацію, організаційне оновлення, розвиток компетентностей персоналу та впровадження сучасних підходів до управління ризиками.

Білецька В.О.
Гармаш Н.В.
ХНУПС

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ КОДУВАННЯ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ З ПЕРЕШКОДАМИ

У період інтенсивного розвитку цифрових технологій, що сприяють становленню України, стратегічно важливим завданням є забезпечення доступності та високої достовірності передачі даних в умовах інтенсивних перешкод. Сучасні телекомунікаційні системи функціонують в умовах постійно зростаючого електромагнітного навантаження, навмисних радіоелектронних завад та природних атмосферних явищ. З'являються нові джерела завад, що вимагає застосування кроків із удосконалення методів кодування, які сприяли б забезпеченню високої точності передачі даних.

Відповідно до визначення завадостійке кодування включає в себе "певний клас математичних та алгоритмічних перетворень сигналу, що допомагають своєчасно виявляти, диференціювати та виправляти помилки, які виникають під час передачі інформації різноманітними каналами зв'язку". Основним завданням таких методів є мінімізація імовірності бітових помилок (BER) при мінімально можливих витратах пропускної здатності каналу. Теоретичним підґрунтям завадостійкого кодування слугує теорема Шеннона про пропускну здатність каналу, яка доводить принципову можливість передачі інформації з довільно малою імовірністю помилки за умови, що швидкість передачі не перевищує пропускну здатність каналу. Практична реалізація цього принципу й становить основну мету сучасних систем завадостійкого кодування.

Використання схем каскадного кодування залишається пріоритетною стратегією для забезпечення високої надійності передачі даних у складних завадових умовах. Специфікою цих кодів є поєднання двох або більших рівнів кодування, що у відповідності дозволяє досягти значного покращення та виявлення і виправлення помилок.

Оптимально використовувати блокові коди в різноманітних каналах, які характеризуються пакетною передачею даних та помірним рівнем шуму. Згорткові коди є доцільними при використанні у бездротових системах і мобільному зв'язку, де характер шуму є змінним. Турбокоди мають місце для використання та застосування у високошвидкісних мережах з критичними вимогами до якості.

Важливим напрямом також є адаптивне кодування, яке передбачає зміну параметрів коду залежно від поточного стану каналу зв'язку, що дозволяє досягти оптимального співвідношення між швидкістю передачі та завадостійкістю. Адаптивні механізми спираються на безперервний моніторинг якості сигналу та автоматичне перемикання між кодовими схемами – від мінімальної надмірності при сприятливих умовах до максимального захисту при погіршенні каналу. Поєднання адаптивного кодування з технологіями HARQ (гібридний автоматичний запит на повторну передачу) забезпечує додатковий рівень надійності у динамічних середовищах.

Реалізація завадостійкого кодування сприятиме оптимізації функціонування телекомунікаційних мереж, підвищенню ефективності бездротових комунікаційних систем, розвитку супутникового зв'язку та мультимедійних технологій, що ґрунтуються на цифровій обробці даних, а також забезпечить стійкість інформаційних систем до впливу зовнішніх перешкод.

Богачьов О.І.
Бондарук В.О.
НАСВ

НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВУ СФЕРУ

Те, що сучасні технології, зокрема дрони, можуть забезпечити суттєву чи навіть вирішальну перевагу на полі бою, стало вже загальновідомим фактом. Подальший пошук, розробка та впровадження військових інновацій може повністю змінити перебіг війни. Постійний аналіз нових технологічних рішень ворога та методів їхнього застосування свідчить про те, що суттєва перевага в ресурсному забезпеченні звичайними видами ОВТ вже не гарантує перемогу на полі бою. Час від виникнення інноваційної ідеї до її втілення в конкретний вид зброї, який отримають наші воїни, повинен бути максимально коротким.

Наразі немає загально прийнятого визначення штучного інтелекту (ШІ) як концепції. Необхідно окреслити рамки використання цього терміна. ШІ можна визначити як галузь комп'ютерних наук, що фокусується на створенні систем, які демонструють інтелектуальну поведінку шляхом аналізу даних та здійснення дій з певним рівнем автономії для досягнення конкретних цілей. Ці системи здатні розпізнавати шаблони, робити прогнози та приймати рішення, часто з більшою точністю та ефективністю, ніж людина. З наукової точки зору – це інтеграція математичних методів, таких як алгебра, статистика, теорія ймовірності і диференціальне числення, з програмними алгоритмами та структурами даних.

До основних загальноприйнятих напрямів застосування ШІ у військовій сфері можна віднести наступні:

- швидкість прийняття рішень: найбільш відома категорія, яка часто поєднується з посиланням на цикл СОРД (С – спостереження, О – орієнтація, Р – рішення, Д – дія);
- використання ШІ для аналізу великого масиву даних: інформація з різноманітних сенсорів значно прискорює отримання результату;
- удосконалення наведення і машинного зору: механізми розпізнавання та виявлення об'єктів можуть перевищувати людські можливості, особливо при необхідності ідентифікації швидкоплинних подій (таких як спалах при стрільбі) або замаскованої техніки;
- підтримка прийняття рішень: виходячи з алгоритмічної природи ШІ ці системи можуть дуже швидко вибирати найбільш вірогідний або найбільш прийнятний варіант;
- пом'якшення проблем нестачі особового складу: результат автоматизації деяких процесів – це зменшення кількості особового складу, необхідного для виконання цих завдань;
- покращення акуратності та точності: у загальному розумінні машини мають вищу точність, ніж люди;
- покращення розвідки: можливість збору автономної розвідінформації за допомогою БпЛА, датчиків у наземній сфері, космосі та у кіберпросторі суттєво збільшує кількість даних;
- можливість використання у важкодоступних або недоступних середовищах;

- покращення обманних та інформаційних операцій: штучний інтелект вже може створювати хибні, але реалістичні зображення, відео та аудіо людей;

- потенційне використання моделей машинного зору на ударних FPV-дронах може проходити наступні еволюційні етапи: базова система донаведення та керування засобом для подальшого ураження цілі; система наведення з розпізнаванням слабких зон на цілі; системи машинного зору, які дають можливість повністю автономного польоту до цілі, наведення і ураження; формування так званого «рою» дронів, що містять розподілений ШІ і можуть комунікувати між собою під час виконання завдання задля автономного визначення цілей, цілевказання, виконувати різні ролі, як «розвідник» або «ударний дрон», міняти ролі залежно від зміни обставин або втрати частини «рою».

Бондарук А.Б., канд. техн. наук
Радзіковський С.А.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ ПЛАТФОРМИ BRAVE1 DATAROOM У ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРСЬКИХ КАДРІВ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Згідно зі Стратегією воєнної безпеки та Концепцією розвитку Збройних Сил України ключовим пріоритетом є цифровізація та перехід до мережецентричних операцій.

Сучасний театр воєнних дій (ТВД), насичений робототехнікою та засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ), потребує інтелектуалізації озброєння. Платформа Brave1 Dataroom стає ключовим інструментом цього переходу, надаючи бойові дані для навчання штучного інтелекту (ШІ). Інтеграція таких технологій у вищих військових навчальних закладах (ВВНЗ) є необхідною для підготовки офіцерів, здатних проектувати автономні інформаційно-керуючі системи (ІКС) та застосовувати високоточне імітаційне моделювання. Метою роботи є обґрунтування впровадження Brave1 Dataroom у підготовку офіцерів для розробки автономних систем та використання імітаційного моделювання. Наукова новизна полягає у формулюванні концепції “дата-центричного навчання” для формування алгоритмічної грамотності офіцера. Запропоновано механізм використання динамічних бібліотек сигнатур із Dataroom для створення адаптивних “цифрових двійників” реального операційного середовища замість статичних моделей.

Перехід від загальних стратегій цифровізації до конкретних технологічних рішень у межах ВВНЗ через платформу Brave1 Dataroom реалізується у трьох взаємопов’язаних площинах:

проєктування та розвиток автономних ІКС ОВТ – інтеграція з Dataroom дозволяє науковим школам ВВНЗ та слухачам працювати з реальними відео- та радіосигнатурами цілей у захищеному “пісочному” середовищі (Data Sandbox). Це створює фундамент для розробки автономних ІКС, здатних до семантичної сегментації зображень та автоматичного виявлення об’єктів у режимі реального часу. Офіцер у цій системі перетворюється з безпосереднього керуючого на “коректора алгоритмів”, який верифікує цілевказання на стратегічному рівні;

високоточне імітаційне моделювання на основі Big Data – традиційні методи імітаційного моделювання часто спираються на умовні або застарілі параметри ОВТ. Використання спроможностей Brave1 Dataroom дозволяє наповнити моделюючі комплекси (такі як JCATS або аналогічні) актуальними даними про динаміку бою, ефективність засобів ураження та патерни поведінки техніки ворога. Це забезпечує: валідацію тактичних рішень – перевірку нових прийомів ведення бою у віртуальному просторі, де характеристики засобів РЕБ та ППО противника відповідають їхнім реальним профілям; сценарне прогнозування – автоматизоване програвання тисяч варіацій зіткнення для виявлення найбільш ефективного алгоритму застосування наявних сил і засобів;

трансформація підготовки офіцерських кадрів – плавний перехід до нової освітньої парадигми передбачає залучення курсантів до роботи з хмарними обчисленнями та аналітикою Palantir. Це формує офіцера–лідера, який розуміє природу “алгоритмічної війни”. Навчання включає роботу з інтерфейсами інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (DSS), де курсант вчиться критично оцінювати висновки ШІ, аналізувати теплові карти активності противника та координувати дії автономних підрозділів. Такий підхід забезпечує підготовку фахівців, готових до роботи в єдиному інформаційному просторі НАТО.

Впровадження результатів дослідження дозволить реалізувати концепцію “розумної оборони” через: модернізацію навчально-тренажерної бази ВВНЗ із використанням реальних сигнатурних бібліотек; скорочення циклу впровадження інновацій від лабораторії до бойового підрозділу завдяки єдиному середовищу тестування; автоматизацію процесів управління вогнем, що мінімізує часові показники циклу OODA (спостереження–орієнтація–рішення–дія).

Інтеграція платформи Brave1 Dataroom у діяльність ВВНЗ є критичною умовою переходу до якісно нової моделі військової освіти та розробки ОВТ. Використання реальних бойових даних дозволяє готувати офіцерів, здатних керувати автономними системами в умовах алгоритмічної війни, та забезпечує наукове підґрунтя для створення інтелектуалізованих ІКС, що гарантують технологічну перевагу Збройних Сил України на сучасному полі бою.

Бриковський А.Г.
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО МОБІЛЬНОГО КОНТУРУ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ШЛЯХОМ МОДУЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПАК «КРОПИВА» В ЕКОСИСТЕМУ “DELTA”

Сучасний досвід ведення високоінтенсивних бойових дій підтверджує, що ключовим чинником перемоги на полі бою є не лише наявність засобів ураження, а насамперед швидкість та якість обробки інформації в межах циклу OODA (спостереження, орієнтація, рішення, дія). На сьогодні в Силах оборони України сформувався певний технологічний розрив між такими системами, як інформаційно-комунікаційна система «Delta» та спеціалізованим програмно-апаратним комплексом ПАК «Кропива». Попри наявні

можливості взаємного обміну геопросторовими даними та синхронізації окремих інформаційних шарів ці системи функціонують як автономні програмні середовища. Це зумовлює ситуацію, за якої для ефективного виконання вогневого завдання підрозділ змушений одночасно використовувати кілька фізичних пристроїв (планшетів), що потребує залучення додаткового особового складу для паралельного моніторингу обстановки та проведення математичних розрахунків стрільби.

Проблема «двох пристроїв» призводить до виникнення критичних часових затримок, оскільки процес передачі координат цілі з системи ситуаційної обізнаності до системи управління вогнем часто здійснюється шляхом ручного введення або голосового дублювання. У динамічних умовах сучасного бою, де час на ураження виявленої цілі обчислюється секундами, такий підхід є неефективним та призводить до розпорошення уваги командира. Вирішенням цієї проблеми вбачається перехід від фрагментарної синхронізації до повної функціональної інтеграції можливостей ПАК «Кропива» безпосередньо в інформаційно-комунікаційну систему «Delta»(включно із «Delta Mobile») у форматі окремого програмного модуля. Така інтеграція дозволить реалізувати концепцію «єдиного термінала воїна», де в межах одного програмного інтерфейсу забезпечується повний цикл роботи: від отримання даних про противника до розрахунку балістичних поправок та видачі цілевказання конкретному вогневому засобу.

Запропонований підхід до створення інтегрованого модуля в ІКС «Delta» дозволяє кардинально оптимізувати штатну структуру та логістичне навантаження підрозділу. Принцип «один пристрій – один оператор» забезпечує суттєву економію людського ресурсу, оскільки один підготовлений фахівець отримує змогу одночасно володіти ситуаційною обстановкою та керувати підпорядкованими вогневими засобами. Важливим аспектом функціонування такої системи є її гібридна архітектура. Максимальний потенціал інтегрованої системи розкривається в режимі реального часу (онлайн), коли користувачу доступний повний функціонал ІКС «Delta», включаючи стрімінги з БпЛА, супутникові дані та автоматизовані сервіси розпізнавання цілей. У цьому режимі інтеграція з модулем «Кропива» дозволяє миттєво верифікувати ціль та передавати команду на ураження в автоматизованому режимі.

Разом із тим, враховуючи специфіку бойового застосування в умовах активної протидії засобів радіоелектронної боротьби противника, особлива увага при розробці модуля має бути приділена роботі в офлайн-режимі. У ситуаціях відсутності стабільного зв’язку система повинна зберігати базовий рівень ситуативної обізнаності через кешовані дані та забезпечувати повноцінне функціонування математичного апарату «Кропиви» для проведення артилерійських розрахунків. Таким чином, створення єдиного мобільного контуру на базі «Delta» дозволить ліквідувати інформаційну роз’єднаність між розвідкою та вогнем, забезпечуючи безпрецедентну швидкість реакції. Впровадження такої системи стане вагомим внеском у розвиток вітчизняних систематизованих систем управління та дозволить Силам оборони вийти на новий рівень мережецентричного протистояння, де інтелектуальна перевага конвертується в реальний успіх на полі бою.

Будзінська О.О.
ЖВІ

ІНТЕГРАЦІЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ОСВІТНЬО-НАУКОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Цифрова трансформація освітньо-наукової діяльності зумовлює необхідність удосконалення інформаційних та автоматизованих систем управління інформаційними ресурсами, що функціонують у складі сучасного освітнього середовища. Особливої актуальності набуває інтеграція методів семантичного аналізу даних, які забезпечують підвищення ефективності оброблення інформації, структуризації знань та підтримки прийняття управлінських рішень в умовах стрімкого зростання обсягів цифрових ресурсів.

Сучасне цифрове освітньо-наукове середовище характеризується значною кількістю електронних документів, наукових публікацій, навчальних матеріалів, баз даних та інформаційних сервісів, що потребують систематизації та змістової інтеграції. У цих умовах застосування семантичного аналізу дозволяє встановлювати змістові зв’язки між інформаційними об’єктами, автоматизувати процеси класифікації інформації, підвищувати релевантність пошуку та забезпечувати ефективне управління інформаційними потоками.

Інтеграція інструментів семантичного аналізу в інформаційні та автоматизовані системи сприяє формуванню єдиного цифрового науково-інформаційного простору, який забезпечує взаємодію між освітніми платформами, електронними бібліотеками, науковими репозитаріями та інформаційно-аналітичними системами підтримки наукових досліджень. Використання семантичних технологій дозволяє підвищити рівень автоматизації процесів оброблення інформації, оптимізувати структуру цифрових ресурсів та забезпечити інтелектуалізацію інформаційних систем освітньо-наукового призначення.

Одночасно з розвитком автоматизованих інформаційних систем зростає значення забезпечення належного рівня інформаційної безпеки. Розширення використання дистанційних освітніх платформ, хмарних сервісів та електронних ресурсів обумовлює необхідність застосування комплексних засобів захисту інформації, зокрема криптографічних механізмів, систем резервного зберігання даних, багаторівневої автентифікації користувачів і захищених інформаційно-комунікаційних мереж.

Важливим напрямом розвитку автоматизованих інформаційних систем є поєднання семантичної класифікації інформації з її правовим розподілом відповідно до встановлених режимів доступу. Такий підхід забезпечує ефективне управління інформаційними ресурсами з урахуванням вимог інформаційної безпеки, захисту персональних даних та забезпечення цілісності цифрових освітніх ресурсів.

Отже, інтеграція методів семантичного аналізу даних в інформаційні та автоматизовані системи цифрового освітньо-наукового середовища сприяє підвищенню ефективності управління інформаційними ресурсами, розвитку інформаційно-аналітичного забезпечення освітньої та наукової діяльності, а також формуванню безпечного та інтегрованого цифрового освітнього простору. Подальші дослідження у цьому напрямі мають бути спрямовані на створення інтелектуалізованих автоматизованих систем підтримки освітньо-наукової діяльності на основі семантичних технологій оброблення даних.

Булгаков А.А., д-р філософії
Бобрун О.В., канд. військ. наук
ЦНДІ ЗС України

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ У АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ ЗА ДОСВІДОМ ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ (БОЙОВИХ ДІЙ)

Сучасні тактичні операції сухопутних військ характеризуються високою динамічністю бойових дій та необхідністю координації різнорідних вогневих засобів у багатовимірному просторі. Аналіз досвіду збройних конфліктів XXI століття засвідчує, що від 15 до 25% випадків ураження своїх військ (сил) відбувається на тактичному рівні через відсутність ефективної інтеграції систем розпізнавання з автоматизованими системами управління (далі – АСУ) бригадного та батальйонного рівнів. Під час операції "Непохитна свобода" (Афганістан, 2001–2014) зафіксовано 23 інциденти ураження власних підрозділів артилерією та авіацією через неактуальність даних про розташування "своїх" об'єктів у системах наведення зброї. Досвід Збройних Сил України з відсічі збройній агресії демонструє, що неузгодженість даних у системах "Дзвін", "Дельта" та засобів ідентифікації об'єктів створює значні ризики помилкового ураження своїх сил при застосуванні високоточної зброї, реактивних систем залпового вогню та ударної авіації.

У доповіді зазначається, що дослідження організаційно-технічних рішень інтеграції виявило декілька важливих проблем. По-перше, відсутність єдиного протоколу обміну даними між радіотехнічними системами розпізнавання, GPS-трекерами підрозділів та системами управління вогнем призводить до затримок актуалізації інформації від двох до п'яти хвилин, що є неприйнятним в умовах маневреного бою. По-друге, існуючі технічні засоби розпізнавання розраховані переважно на повітряні об'єкти, тоді як ідентифікація наземних платформ залишається візуальною з використанням тактичних позначень, які легко копіюються противником. По-третє, обмежена пропускна здатність каналів передачі даних не дозволяє передавати геопросторову інформацію про всі дружні об'єкти в режимі реального часу. По-четверте, оператори АСУ отримують дані з різних джерел без автоматизованої верифікації їхньої узгодженості. Запропоновано архітектуру інтегрованої системи: автоматичне поєднання даних через захищені канали зв'язку за стандартом Link-UA, створення єдиної бази розташування з оновленням кожні 30-60 секунд, інтеграцію попередження про небезпеку в інтерфейс АСУ артилерії, багатофакторну верифікацію через зіставлення даних розпізнавання та відомих координат підрозділів.

Ефективна інтеграція засобів ідентифікації в АСУ тактичного рівня вимагає комплексного підходу: технічної модернізації обладнання, стандартизації протоколів обміну даними, організаційних змін у процедурах планування та ведення вогню, удосконалення підготовки операторів. Пріоритетним напрямом є забезпечення автоматизованого синтезу інформації з множинних джерел. Досвід свідчить, що навіть часткова автоматизація процесів верифікації знижує ризики помилкового ураження на 40-55% порівняно з ручною обробкою.

Для вирішення виявлених проблем пропонується: розробити та впровадити єдиний стандарт протоколу обміну даними на базі архітектури Link-UA з криптографічним захистом; створити програмно-апаратний модуль автоматизованої верифікації для інтеграції в існуючі АСУ "Дзвін" та "Дельта"; розробити компактні GPS-маяки з функцією автоматичної передачі координат для встановлення на бойову техніку підрозділів першого ешелону; впровадити в практику бойової підготовки тактичні навчання з відпрацюванням процедур координації вогню в умовах роботи інтегрованих систем ідентифікації.

Бурсала О.О.
Грищенко О.Л.
Зройчиков Д.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ КОМПЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Інтенсивне впровадження інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) для потреб Збройних Сил України, зокрема в бойових умовах, окреслює широке коло задач, що вирішуються за їх допомогою, при цьому забезпечуючи максимальну безпеку передачі інформації. Застосування автоматизованих систем управління військами та новітніх зразків озброєння та військової техніки потребує високого ступеня безвідмовності спеціальних комп'ютерних програм (СКП) перспективних ІКС.

Враховуючи різнотипність функціонального призначення ІКС, широкий спектр їх застосування і вимоги до безпеки, постає нагальна потреба в стандартизації набору вимог до оцінки якості СКП. Дослідження в сфері визначення якості СКП ІКС охоплюють такі напрями, як методи, моделі та інструменти, необхідні для забезпечення, оцінювання та контролю властивостей СКП ІКС протягом всього життєвого циклу.

При визначенні якості СКП та забезпеченні її належного рівня існують певні проблеми: методологічний розрив між теоретичними вимогами і практичними методами верифікації та проблема переведення якісних характеристик в кількісні. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю переходу від суб'єктивного оцінювання до об'єктивного метричного контролю та гармонізації процесів випробувань дослідних зразків з вимогами стандартів НАТО в частині взаємосумісності та якості програмних продуктів. З цією метою розроблено типову методику оцінювання якості СКП перспективних ІКС, призначену для використання в Збройних Силах України з урахуванням серії стандартів ДСТУ ISO/IEC 250XX та з використанням результатів наукових досліджень. Для оцінки якості СКП пропонується використовувати комбінований підхід з використанням атрибутивного та метричного підходу.

Таким чином, розроблена типова методика випробувань для оцінювання якості СКП перспективних ІКС дозволить забезпечити отримання обґрунтованого висновку, що результати випробувань наданих зразків СКП ІКС відповідають заданим вимогам.

Буряк А.А.
Криволап А.С.
ВІКНУ

РОЛЬ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ВІЙСЬКОВОМУ УПРАВЛІННІ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасна війна різниться своєю високою динамічністю бойових дій, швидкою зміною обстановки та значним обсягом інформації, що надходить до командирів різних рівнів. У таких умовах ефективність військового управління безпосередньо залежить від впровадження та використання автоматизованих систем управління. Вони забезпечують швидке отримання, обробку, передачу та аналіз даних, що дозволяє приймати більш обґрунтовані та своєчасні рішення.

Одним із ключових напрямів розвитку військового управління є впровадження автоматизованих систем, які об'єднують різноманітні джерела інформації. До них належать дані розвідки, супутникового спостереження, безпілотних літальних апаратів та інших технічних засобів. Завдяки інтеграції цих даних формується єдина інформаційна картина бойової обстановки, що суттєво підвищує ефективність планування операцій, координації дій підрозділів та контролю виконання поставлених завдань.

Також важливу роль відіграють сучасні засоби зв'язку та передачі інформації. Використання захищених цифрових каналів зв'язку, мобільних систем управління та мережевих технологій дозволяє значно скоротити час передачі наказів і розпоряджень. Це особливо важливо в умовах бойових дій, коли швидкість реагування може визначати успіх операції і збереження життя особового складу. Водночас інформаційні технології сприяють покращенню взаємодії між підрозділами та органами управління різних рівнів.

Окрему увагу варто приділити використанню безпілотних систем та засобів дистанційного спостереження, які забезпечують оперативне отримання розвідувальної інформації. Дані, отримані за допомогою таких технологій, дозволяють своєчасно виявляти противника, оцінювати обстановку та регулювати дії підрозділів.

У сучасних умовах важливим складником автоматизованих систем є забезпечення кібербезпеки. Військове управління дедалі більше залежить від здатності протидіяти кібератакам, радіоелектронній боротьбі та спробам перехоплення інформації. Тому захист інформаційних ресурсів, стійкість систем до зовнішніх впливів і підготовка особового складу до роботи з автоматизованими комплексами стають невід'ємною частиною ефективного управління військами.

Впровадження сучасних автоматизованих систем значною мірою впливає на систему військового управління, підвищуючи швидкість прийняття рішень, якість аналізу обстановки та ефективність взаємодії між підрозділами. Їх впровадження сприяє покращенню бойових можливостей військ та є важливою частиною успішного виконання бойових завдань у сучасних умовах ведення війни.

Варламова І.Є.
ВІКНУ

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВСЯКДЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВПРОВАДЖЕННЯ В СИСТЕМУ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НАТО

Ефективна автоматизація управління повсякденною діяльністю підрозділів в умовах гібридної війни та швидкозмінної обстановки набуває неабиякого значення для ефективного виконання завдань та якісного керування підрозділами. Оскільки Збройні Сили України трансформуються та переймають досвід та стандарти країн-членів НАТО, є доцільність у покращенні взаємодії та зв'язку як на полі бою, так і всередині підрозділу.

Новітнє застосування платформи ситуаційної обізнаності українського виробництва DELTA як центральної бази даних та протоколу НАТО Link 16 як безпечного та захищеного каналу передачі рішень управлінського характеру – ефективне та новітнє рішення для покращення управління підрозділами. В реальному часі за допомогою системи DELTA

командир може відслідковувати стан забезпеченості власного підрозділу боєприпасами, пально-мастильними матеріалами, технічним забезпеченням тощо. Для уніфікації цих даних та швидкої взаємодії, наприклад, для формування запитів на поповнення боєкомплекту, з логістичними центрами власними, або сусідів, доцільним є використання каналу передачі інформації, а саме Link 16. Завдяки цьому облік боєприпасів та техніки, як і логістика, стануть ефективніші та чіткіші.

За допомогою цієї ж комбінації (системи DELTA та Link 16) можна покращити організацію маршів для підрозділів, їх виходів на полігони або навчання, контроль за дотриманням їх маршрутів під час повсякденної підготовки та тренувань. Інтеграція в процес переміщення техніки двох новітніх розробок дозволяє автоматично відслідковувати кожну одиницю техніки, яка буде відображена на цифровій мапі DELTA.

Українські військові вже практикують передачу розпоряджень та завдань підрозділам за допомогою спеціальних програм, оскільки класичне доведення задач (усне або письмове) займає багато часу та є малоефективним, зважаючи на стрімкість подій та нагальну необхідність у швидкому управлінні та прийнятті рішень. За допомогою поєднання цієї ж розробки час реакції підрозділів та ризик перехоплення інформації значно знижується, навіть якщо противник знаходиться у пунктах постійної дислокації.

Велика перевага використання у комплексі DELTA та Link 16 є у тому, що створюється єдине інформаційне середовище, де адміністративні та бойові процеси управління об’єднані в одне ціле. Саме така універсальність інструментарію та гнучкість дозволяють плавно переходити з режиму повсякденної діяльності у стан бойової готовності підрозділу. Саме цей крок стане етапом переходу на цифрові стандарти C4ISR. На перспективу це забезпечить не лише ефективне виконання бойових завдань на полі бою зараз, а й повну інформаційну сумісність з підрозділами НАТО під час виконання спільних завдань у майбутньому та спільним навчанням зараз.

Войтович О.А., канд. техн. наук, доцент
Кузьмичов І.К., д-р фіз.-мат. наук, професор
Роєнко О.М., канд. фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб.
Лоян А.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
ІРЕ НАН України
Грибовський О.В., д-р фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб.
РІ НАН України

ШИРОКОСМУГОВА ЛОГОПЕРІОДИЧНА АНТЕНА З ДОВІЛЬНИМ ВИДОМ ПОЛЯРИЗАЦІЇ

У доповіді розглядається можливість використання двох широкосмугових логоперіодичних антен (ЛПА) з лінійною поляризацією. Антени розташовані в одному корпусі та можуть використовуватися як окрема система, так і в якості опромінювачів апертурних антен.

Масове виробництво безпілотних систем озброєння різного базування та призначення (повітряних, надводних або підводних, наземних) призводить до необхідності розробки засобів протидії.

Одним з етапів боротьби з безпілотними літальними апаратами (БпЛА) є їх виявлення на відстанях, достатніх для приведення в готовність засобів ураження. Одним із способів виявлення – радіолокаційний з використанням широкосмугових ЛПА.

В доповіді наводяться результати вимірювань параметрів ЛПА.

За відомою методикою були розраховані геометричні розміри ЛПА та виготовлені експериментальні зразки: з латуні методом фрезерування та на односторонньому та двосторонньому фольгованому склотекстоліті методом травлення.

Живлення зразків антени здійснювалось двома способами: з використанням SMA з'єднувачів та безпосередньою запайкою фідера до входу антени.

Перевагою такого типу антен є те, що:

- вони широкосмугові з коефіцієнтом перекриття більше 10;
- можуть використовуватися як антени комплексів виявлення БпЛА;
- можуть застосовуватись в якості опромінювачів, зокрема, дзеркальних антен з вузькою діаграмою спрямованості (ДС), призначених для передачі/приймання сигналів управління або відеосигналів на відстанях прямої видимості.

Важливо також враховувати те, що при зміні смуги робочих частот радіоелектронного комплексу при використанні ЛПА не потрібно замінювати опромінювач, хоча при цьому будуть змінюватись параметри дзеркальної антени (ширина ДС, рівень бокових пелюсток, коефіцієнт підсилення).

Результати вимірювань основних параметрів ДС ЛПА, виготовленої на діелектричній підложці:

- у смузі частот 0,8…3,2 ГГц коефіцієнт стоячої хвилі не перевищує 2;
- коефіцієнт підсилення в смузі частот 800…960 МГц не менше 4…5 dBi;
- ширина ДС на частоті 904 МГц: в Н-площині ~120º, в Е-площині~80º.

Вимірювання проводились в камері, яка з внутрішнього боку має радіопоглинаюче покриття.

Використання двох ЛПА в одному корпусі дозволить вибирати будь-який вид поляризації сигналу: лінійну (горизонтальну, вертикальну, похилу під необхідним кутом), кругову з правим або лівим напрямками обертання, еліптичну з довільним кутом нахилу великої осі еліпса поляризації.

Гаврилюк В.В.
Гаврилюк О.С.
ЖВІ

VR-ТЕХНОЛОГІЇ У ВІЙСЬКОВІЙ ПІДГОТОВЦІ: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Система військової освіти є ключовим елементом сфери безпеки та оборони України, а тому потребує постійного вдосконалення та інтеграції із новітніми технологіями. Традиційні методи навчання обмежують реалістичність сценаріїв бойових дій, тому дедалі ширшого застосування у військовій сфері набувають VR-технології, які перетворюються на інструмент, що допомагає відтворити умови реального бою. VR-технології (Virtual Reality, віртуальна реальність) – це сучасні інформаційні системи, які дозволяють моделювати бойові дії, проводити навчання особового складу та занурюють користувача у віртуальне середовище. Найпоширенішим способом занурення у віртуальну реальність є спеціальні шоломи або окуляри. Завдяки VR-технологіям користувач може опанувати певний вид озброєння або зануритись в обставини реального бою. Система також може змоделювати різні тактичні ситуації: наступальні дії, оборона позицій, зачистка будівель та ін. Тренування можуть проходити з урахуванням погоди та часу доби, із застосуванням димових завіс,

вибухів та несподіваних атак, де військовий може відчути стан, максимально наближений до реального бою, але без загрози життю чи здоров'ю. Наприклад, у країнах НАТО VR-технології застосовуються для бойових симуляцій, морських маневрів та кібербезпеки, й цей етап вважається вирішальним перед польовим тренуванням.

Тренування із застосуванням VR-технологій мають ряд переваг у порівнянні із традиційними тренуваннями у військовій сфері, а саме:

безпека – мінімізація можливості травмування військовослужбовців, безпечне освоєння нових зразків техніки із зануренням у складні бойові умови, а також мобільні комплекси можуть розгортатися як на тренувальній базі, так і в укритті, що дозволяє проводити навчання під час повітряних тривог;

зменшення витрат – такі тренування не потребують використання боєприпасів, пально-мастильних матеріалів та інших допоміжних матеріалів на відміну від польових тренувань;

зменшення витрат часу на навчання – під час таких тренувань військовослужбовець якісно та швидко засвоює базові навички, готовий до складніших завдань на полі бою;

масштабованість – системи можуть одночасно тренувати цілий підрозділ, злагоджуючи дії окремих бійців й таким чином зменшуючи загальні витрати часу на навчання.

Для удосконалення цієї технології доцільно розглянути:

поєднання VR-технологій зі штучним інтелектом для створення адаптивних сценаріїв навчання, що дасть можливість адаптуватись під рівень навченості окремого бійця;

зменшення габаритності та ваги окулярів (шолома);

створення спеціальних костюмів, які будуть інтегруватись із VR-окулярами (шоломом), оснащених датчиками та спеціальними модулями, щоб навчаємий міг відчувати тактильно ефекти віртуальної реальності;

інтеграція у комплексні автоматизовані системи, наприклад, поєднання VR-тренажерів із системами управління навчанням (LMS – Learning Managment System), що надасть можливість керувати процесом навчання та аналізувати результати.

Наприклад, протиповітряна оборона – один із найкритичніших напрямів підготовки, оскільки потребує швидкої реакції та точності військовослужбовця, від яких залежить безпека населення. Ці технології дають можливість відпрацьовувати наведення та стрільбу по повітряним цілям у різних умовах. Отже, VR-технології є одним із ключових напрямів розвитку інформаційних систем, які можуть пришвидшити та покращити підготовку військових без використання бойових боєприпасів.

Галій В.І.
Богуш В.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Анотація. У тезах досліджено основні напрями розвитку інформаційних та автоматизованих систем управління у військовій і безпековій сферах. Визначено значення цифрової трансформації, інтеграції даних, мережецентричного управління, кіберзахисту та застосування штучного інтелекту. Охарактеризовано роль систем DELTA та «Кропива» у формуванні сучасного цифрового середовища управління.

Сучасний розвиток інформаційних та автоматизованих систем управління є важливою складовою трансформації військової та безпекової сфери. Такі системи забезпечують не

лише автоматизацію окремих процесів, а й створення єдиного інформаційного простору, у межах якого здійснюються збір, обробка, аналіз та передача даних для підтримки управлінських рішень.

Одним із ключових напрямів розвитку є формування мережецентричної моделі управління, за якої всі елементи системи - штаби, підрозділи, засоби спостереження, логістичні структури та командири - функціонують у спільному цифровому середовищі. Це дозволяє підвищити швидкість обміну інформацією, рівень ситуаційної обізнаності та ефективність координації дій.

Важливу роль у цифровій трансформації відіграють українські системи DELTA та «Кропива». Система DELTA забезпечує інтеграцію цифрових карт, засобів зв'язку, планування та ситуаційного аналізу, формуючи комплексну платформу підтримки управління. «Кропива» автоматизує процеси управління на тактичному рівні та об'єднує засоби розвідки, координації й вогневого ураження в єдине інформаційне поле.

Перспективним напрямом розвитку є впровадження технологій штучного інтелекту для аналізу великих масивів даних, прогнозування змін обстановки та підтримки прийняття рішень. Водночас цифрові системи мають залишатися інструментом підтримки командира, а не заміною людського контролю.

Особливого значення набуває забезпечення кіберстійкості та захисту інформації. Автоматизовані системи повинні бути стійкими до кібератак, втрати зв'язку та радіоелектронного впливу, що потребує резервування каналів зв'язку, багаторівневого захисту даних і можливості функціонування в умовах часткового пошкодження мережі.

Отже, перспективи розвитку інформаційних та автоматизованих систем управління пов'язані зі створенням комплексних цифрових екосистем, які забезпечують інтеграцію даних, підтримку управлінських рішень, ситуаційну обізнаність, кіберзахист та сумісність із системами держав-партнерів. Практичний досвід використання DELTA та «Кропиви» підтверджує ефективність цифрової трансформації управління в сучасних умовах.

Гапеєва О.Л., канд. іст. наук, старш. наук. співроб.
ВА (м.Одеса)

ЦИФРОВІ РІШЕННЯ У СФЕРІ РОБОТИ З ПЕРСОНАЛОМ

Нормативно-правовим підґрунтям упровадження цифрового кадрового менеджменту у секторі оборони, переходу до єдиної інформаційної взаємодії з іншими електронними інформаційними ресурсами держави встановлено Положенням про Державний вебпортал електронних публічних послуг у сфері національної безпеки і оборони, яке затверджено Постановою Кабінету Міністрів України Міністрів від 30 липня 2024 р. №879 (зі змінами). Фактично, йдеться про створення цілісної екосистеми для забезпечення потреб і соціальних гарантій отримувачів електронних послуг – призовника, військовозобов'язаного, резервіста, військовослужбовця. Більшість сервісів існує у вигляді персоніфікованих веб-сторінок або мобільних додатків, таких як загальновідомі Армія+ та Резерв +.

Слід зауважити, що у період воєнного стану цифрова трансформація є одним із основних факторів ефективності сучасної армії. І якщо до повномасштабної війни цифровізація асоціювалася переважно із сучасними системами управління боєм, то на сучасному етапі війни значення набувають цифрові рішення у сфері роботи з персоналом.

Зокрема, до упровадження електронного обліку особового складу підрозділи по роботі з персоналом “страждали” через надмірну паперову бюрократію, дублювання інформації, складний обмін даними та ризики помилок через людський фактор. Саме тому цифрова трансформація роботи з персоналом стала не просто модернізацією, а й необхідністю.

Сучасні цифрові рішення дозволяють автоматизувати документообіг (система електронного документообігу СЕДО); мобільний додаток Армія+ надає військовослужбовцям швидкий доступ до необхідної інформації та сервісів, зокрема, навчальних. Вперше цифровий застосунок генерує електронне посвідчення захисника. Для військовослужбовців доступний перелік всіх типів рапортів, які використовуються у повсякденній діяльності. Нещодавно з’явився новий курс – “Адаптація рекрута”, навчальна програма якого охоплює широкий спектр питань з психологічної адаптації військовослужбовця, його прав, засад інформаційної безпеки та базових понять ведення бойових дій. ІКС “Імпульс” забезпечує персональний, штатно-посадовий та статистичний облік особового складу, генерує основні види наказів, які видаються у військовій частині щодо особового складу.

Проте цифровізація війська вимагає запровадження відповідної підготовки фахівців для роботи із сучасними інформаційними системами, адже попри зрозумілий інтерфейс ефективне використання таких систем потребує належних цифрових навичок, знання функціоналу програмного забезпечення та розуміння особливостей обліку особового складу.

Сучасна армія – це комунікація, ефективне використання людського потенціалу та управління. Саме цифрові рішення у сфері роботи з персоналом мають стати основою нової сучасної системи управління військами, що забезпечить оперативність, прозорість і ефективність ухвалення рішень.

Гера В.Я., д-р філософії
Бондар Р.В.
НАСВ

АРХІТЕКТУРА РОЗШИРЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ З ПОШУКОМ ЯК УНІВЕРСАЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ ПОБУДОВИ ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АСИСТЕНТІВ

Стрімкий розвиток великих мовних моделей відкрив нові можливості для побудови інтелектуальних помічників, однак виявив і суттєве обмеження базових моделей, що полягає у їх орієнтації на узагальнені знання з відкритих джерел мережі Інтернет. Для професійних задач, де необхідна точна робота з вузькоспеціалізованою інформацією, безпосереднє застосування таких моделей є недоцільним через ризик надання недостовірних відомостей, відсутність актуальних даних та неможливість посилання на першоджерела. Подолання зазначених обмежень досягається через застосування архітектури розширеної генерації з пошуком (Retrieval-Augmented Generation), яка в останні роки утвердилась як універсальний інструментальний засіб створення асистентів, здатних виконувати функції експерта у визначеній галузі знань.

Сутність запропонованого архітектурного підходу полягає у розділенні процесу відповіді на запит користувача на два послідовні етапи: пошук релевантних фрагментів у зовнішньому сховищі знань та генерацію відповіді мовною моделлю з використанням

знайдених фрагментів як контекстної основи. Завдяки такій організації модель перестає спиратися виключно на параметричні знання, отримані під час навчання, і починає оперувати перевіреними даними конкретної предметної галузі. Принциповою перевагою такого підходу є можливість оновлення корпусу без повторного навчання моделі, що забезпечує підтримання актуальності знань з мінімальними обчислювальними витратами.

Універсальність розглядуваного механізму обумовлена його здатністю інтегрувати різнорідні за типом та форматом джерела в єдине інформаційне середовище асистента. Сховище знань може одночасно містити нормативно-правові акти, технічну документацію виробника, наукові публікації з реферованих видань, внутрішні регламенти організації, стенограми експертних інтерв'ю, структуровані таблиці з базами даних, а також мультимедійні матеріали з попередньо витягнутими текстовими описами. Кожне джерело піддається процедурі смислового сегментування та векторизації, після чого стає рівноправною частиною пошукового простору асистента. Такий підхід забезпечує цілісне бачення предметної галузі, оскільки відповідь на одне запитання користувача може одночасно спиратися на положення нормативного документа, технічну характеристику з довідника та результати наукового дослідження.

Практична цінність архітектури розширеної генерації виявляється у широкому спектрі її застосувань: від медичних довідкових систем, де точність посилань на клінічні протоколи є критичною, до юридичних помічників, військових інформаційно-довідкових систем, корпоративних баз знань та наукових асистентів. У кожному випадку той самий архітектурний патерн, наповнений відповідним корпусом джерел, трансформується у вузькопрофільного експерта, здатного надавати відповіді з обґрунтуванням та посиланнями на першоджерела.

Проведений аналіз засвідчує, що архітектура розширеної генерації з пошуком на сьогодні становить найефективніший та найгнучкіший механізм адаптації універсальних мовних моделей до потреб окремих предметних галузей, поєднуючи переваги генеративного штучного інтелекту з надійністю та верифікованістю спеціалізованих баз знань.

Гера В.Я., д-р філософії
Гелета О.Г.
НАСВ

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПАРСИНГУ НАВЧАЛЬНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ З КЕРОВАНИМ ЦИКЛОМ «ЛЮДИНА В КОНТУРІ»

Сучасна підготовка військових фахівців потребує швидкого опрацювання значних обсягів навчальної літератури – статутів, настанов, інструкцій з експлуатації озброєння та військової техніки. Зазначені документи здебільшого існують у форматі PDF, мають складну структуру з таблицями тактико-технічних характеристик, схемами та графічними зображеннями, і вимагають високої точності вилучення даних для подальшого використання в автоматизованих навчальних системах. Традиційні методи оптичного розпізнавання символів виявляються недостатніми для задач структурованого вилучення знань із такого класу документів. Метою роботи є створення програмно-апаратного комплексу для автоматизованого вилучення навчального контенту з військової літератури на основі мультимодальних великих мовних моделей із обов'язковим залученням експерта-військовослужбовця до критичних точок прийняття рішень.

Система реалізована як монорепозиторій із розмежуванням серверної частини на базі FastAPI з використанням принципів чистої архітектури та патерну розділення команд і запитів, і клієнтської частини на React та TypeScript. Конвеєр обробки передбачає перетворення сторінок PDF у растрові зображення, подачу їх на вхід мультимодальної мовної моделі та автоматичні перевірки узгодженості отриманих структурованих даних. Система підтримує класичний режим одноразового проходу та оркестрований режим циклічного покращення результату з проміжним експертним контролем.

Розроблена система орієнтована на використання у науково-методичній роботі військових навчальних закладів та науково-дослідних установ для формування структурованих корпусів навчальних матеріалів. Такі корпуси у подальшому можуть застосовуватися для побудови інтелектуальних тренажерів, систем адаптивного навчання та інформаційно-довідкових систем підтримки бойової підготовки.

Центральним науково-методичним положенням роботи є відмова від повністю автономного агента на користь керованого циклу Human-in-the-Loop. Експерт здійснює контроль у двох принципових точках: після завершення повного циклу парсингу приймається рішення про запуск процедури покращення або про завершення обробки; після формування агентом пропозицій щодо коригувань приймається рішення про їх застосування, запит нової стратегії або завершення ітерацій. Експерт має повноваження щодо вибору конкретних коригувань, «заморожування» верифікованих сторінок та формування керівних коментарів для наступних ітерацій.

Застосування керованого циклу обумовлене зниженням ризику впровадження некоректних автоматичних коригувань у документи нормативного характеру, оптимізацією обчислювальних витрат через уникнення зайвих викликів мовної моделі, а також забезпеченням простежуваності прийнятих рішень через ітераційні артефакти. Запропонована архітектура демонструє, що для опрацювання військової навчальної літератури найбільш доцільним є підхід керованої оркестрації штучного інтелекту, за якого система автоматизує трудомісткі операції, а відповідальність за якість кінцевого результату покладається на експерта. Механізм «людина в контурі» виступає центральним чинником надійності, економічної ефективності та контрольованості якості результату парсингу.

Герасименко Є.С.
Герасименко Л.В.
НАСВ

ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ НАЗЕМНИХ НЕРУХОМИХ ЦІЛЕЙ НЕКОГЕРЕНТНИМИ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ

Традиційні методи радіолокаційної розвідки наземних цілей базуються на принципі допплерівської селекції, що дозволяє виявляти об'єкти на фоні віддзеркалень від нерухомої земної поверхні. Однак при зниженні швидкості цілі ефективність методу різко падає, а у випадку повної зупинки об’єкта прямі допплерівські методи стають непрацездатними.

Проблема ускладнюється тим, що сигнали від цілі та від підстильної поверхні одночасно потрапляють у головну пелюстку діаграми спрямованості антени, створюючи інтенсивні пасивні завади в кожному елементі роздільної здатності за дальністю.

Окремим викликом є прагнення використовувати в сучасних системах магнетронні генератори НВЧ (некогерентні РЛС) через їх високий ККД та економічну доцільність. Проте низька стабільність частоти магнетронів не дозволяє досягти енергетичного потенціалу істинно-когерентних систем, що робить задачу виявлення нерухомих цілей на фоні завад критично складною.

Для подолання вказаних труднощів пропонується відмовитися від суто кінематичних ознак на користь структурної селекції та поєднання процедур виявлення і розпізнавання. Основні шляхи вирішення включають:

1. Використання сигнатурних ознак. У міліметровому діапазоні хвиль відбитий сигнал формується невеликою кількістю характерних ділянок локального віддзеркалення, які відповідають конструктивним особливостям техніки (башта, траки, ствол гармати), а їх положення однозначно пов’язане з геометрією цілі.

2. Підвищення роздільної здатності за дальністю. Застосування короткоімпульсної радіолокації дозволяє отримати дальнісний радіолокаційний портрет об'єкта. Якщо роздільна здатність вища за відстань між ділянками локального віддзеркалення, стає можливим виділити окремі конструктивні елементи цілі та підвищити її радіолокаційний контраст на фоні завад.

3. Адаптивну цифрову обробку в некогерентних РЛС. Оскільки відбиття від об’єкта не руйнує статистичний зв’язок із зондуючим сигналом, пропонується запам’ятовувати фазову структуру кожного зондуючого імпульсу. Це дозволяє проводити нормування ехо-сигналів та виконувати міжперіодну обробку навіть при нестабільній частоті передавача.

Таким чином, ефективне спостереження за нерухомими наземними об’єктами можливе лише за умови одночасного застосування процедур виявлення та розпізнавання на основі аналізу інтенсивності віддзеркалень окремих формоутворюючих поверхонь, а проблема низької стабільності некогерентних РЛС вирішується шляхом компенсації спектральних нестабільностей у межах кожного періоду повторення.

Подальші дослідження доцільно зосередити на таких напрямах:

створенні бази даних дальнісних радіолокаційних портретів типових наземних цілей для різних ракурсів спостереження, що дозволить підвищити достовірність автоматичного розпізнавання в умовах відсутності апріорної інформації;

оптимізації алгоритмів селекції ділянок локального віддзеркалення та дослідженні методів автоматичного вибору найбільш інтенсивних та взаємопов’язаних;

оцінці ефективності та вдосконаленні методів когерентного накопичення пачки імпульсів у часовій та спектральній областях для роботи в умовах інтенсивних пасивних завад.

Гладич Р.І.
ЖВІ

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИМИ РОБОТАМИ В ОБОРОННІЙ СФЕРІ НА ОСНОВІ ІЄРАРХІЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується активним впровадженням автоматизованих систем управління в різні сфери діяльності, зокрема у наукову та науково-технічну. Водночас наявні програмні рішення, орієнтовані на управління проєктами (зокрема системи типу трекерів задач), не повною мірою враховують специфіку організації наукових досліджень, яка передбачає складну структуру зв’язків між завданнями, етапами досліджень, виконавцями та звітною документацією.

У цьому контексті доцільним є розвиток підходу, що передбачає адаптацію концепцій класичних систем управління задачами до потреб наукової діяльності. Пропонується створення інформаційної системи, яка поєднує функціональність трекінгу завдань із можливістю формалізованого супроводу наукових досліджень та автоматизованого формування звітних матеріалів.

Основою запропонованого підходу є використання ієрархічної моделі представлення діяльності, де окремі задачі можуть бути вкладеними, взаємопов'язаними та належати до певних наукових тем або проєктів. Така структура дозволяє відобразити реальні процеси виконання науково-дослідних робіт, включаючи декомпозицію складних завдань, контроль виконання проміжних етапів та управління ресурсами.

Важливою особливістю запропонованої системи є інтеграція механізмів формування звітної документації безпосередньо в процес виконання завдань. На відміну від класичних систем управління проєктами, де результатом є переважно інформація про статус виконання, запропонований підхід передбачає накопичення структурованих даних, які можуть бути автоматично трансформовані у звіти, аналітичні довідки, матеріали для доповідей та інші документи, необхідні у науковій діяльності.

Крім того, система може забезпечувати уніфікацію підходів до ведення наукової документації, зменшення впливу людського фактора при підготовці звітів, а також підвищення прозорості та керованості процесів досліджень. Використання єдиного інформаційного середовища сприятиме покращенню взаємодії між виконавцями, науковими керівниками та адміністративним персоналом.

Перспективи розвитку такого підходу пов'язані з інтеграцією інтелектуальних механізмів аналізу даних, прогнозування строків виконання завдань, а також підтримкою прийняття управлінських рішень. Додатково можливе розширення функціональності за рахунок інтеграції з іншими інформаційними системами, що використовуються у сфері оборони та безпеки, що є особливо актуальним для умов функціонування військових наукових установ.

Таким чином, запропонований підхід до побудови інформаційних та автоматизованих систем управління науковою діяльністю дозволяє підвищити ефективність організації досліджень, забезпечити якісно новий рівень обробки інформації та створити основу для подальшої цифрової трансформації науково-технічної сфери.

Гладіщук О.В.
ДНДІ ВС ОВТ

АЛГОРИТМІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ У ЦИФРОВИХ КОНТУРАХ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ППО

Ефективність функціонування сучасних інформаційних систем управління вогнем ППО безпосередньо залежить від достовірності та швидкості розпізнавання об'єктів у повітряному просторі. В умовах масового застосування противником засобів імітації (БпЛА з лінзами Люнеберга) виникає потреба в інтеграції інтелектуальних модулів селекції реальних ударних засобів у загальний контур автоматизованого управління.

Аналіз радіолокаційних сигнатур за допомогою традиційних методів стає недостатнім, оскільки використання лінз Люнеберга дозволяє штучно збільшувати ефективну поверхню розсіювання (ЕПР) малих об'єктів. Це створює інформаційну заваду для автоматизованих систем, які можуть помилково класифікувати дешевий БпЛА-імітатор як ударний засіб.

Для підвищення інтелектуалізації автоматизованих систем управління вогнем пропонується алгоритм обробки сигналів на основі аналізу автокореляційної функції (АКФ) відбитих сигналів. Це дозволяє виявляти специфічні спотворення в структурі відбитого сигналу, характерні для діелектричних структур лінз Люнеберга. Впровадження такого аналізу в програмне забезпечення засобів виявлення, що інтегровані в цифрові системи управління, може забезпечити:

- автоматизацію прийняття рішень (система самостійно класифікує ціль як “хибну” або “реальну”, передаючи в автоматизовану систему управління (АСУ) лише верифіковані дані про загрози);
- оптимізацію вогневого циклу (виключення автоматизованою системою імітаційних засобів із черги цілерозподілу, що зберігає дорогий боєкомплект).
- підвищення оперативності (зменшення часу на ідентифікацію об'єктів у складній завадовій обстановці).

Розвиток інформаційних систем у цьому напрямі передбачає створення цифрових бібліотек сигнатур БпЛА, що дозволить програмним модулям систем управління вогнем гнучко адаптуватися до нових засобів імітації противника без зміни апаратної частини засобів ППО.

Гнатюк С.Є., д-р техн. наук, ст. дослід.
ДержНДІ технологій кібербезпеки та захисту інформації
Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ
Романенко В.П., канд. техн. наук, доцент
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

ГРАФО-АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ

У дійсний час оцінювання технічного стану військової техніки зв'язку виконують при перевірках бойової готовності частин і вузлів зв'язку згідно з діючою інструкцією, яка відрізняється надлишковістю. Наприклад, при незадовільному технічному стані для його визначення достатньо виконати всього дві операції, а при відмінному технічному стані всього три операції. Відповідно при задовільному і доброму технічному стану військової техніки зв'язку достатньо виконання всього шести операцій із дев'яти можливих. Цю обставину враховує запропонована графічна модель, яка залежно від реального технічного стану військової техніки зв'язку мінімізує необхідну кількість операцій.

Крім того, із виконанням алгебри логіки і математичного апарату, що застосовують під час оцінювання умовних алгоритмів, для визначення можливості їх використання для реалізації поточного ремонту військової техніки зв'язку агрегатним методом вперше кількісно оцінюється ймовірність правильного встановлення технічного стану із математичним сподіванням відхилення отриманої оцінки від їх реального значення. Наприклад, при збільшенні ймовірності правильного оцінювання результату виконання операції всього на 1% значення ймовірності оцінювання реального технічного стану військової техніки зв'язку зростає до 10% при зменшенні середньоквадратичного відхилення до 1,8 раза.

Формалізовано порядок оцінювання технічного стану не тільки окремих зразків військової техніки зв'язку, а й апаратних зв'язку та вузлів зв'язку в цілому.

Новизна моделі полягає в тому, що, враховуючи вплив на значення результату кваліфікації фахівців, які виконують перевірку технічного стану, вона дає можливість формалізації їх діяльності з кількісним оцінюванням якості роботи комісій. Це дозволяє комплексно оцінювати готовність до використання не тільки окремих зразків військової техніки зв'язку, а і системи зв'язку в цілому, яка залежить від професійної підготовки екіпажів апаратних зв'язку, технічного, діагностичного та метрологічного забезпечення обслуговування та ремонту військової техніки зв'язку, її технічного стану.

Отримані результати досліджень дозволяють об'єктивно оцінювати під час контролю стан всіх видів забезпечення та організації роботи персоналом з технічної експлуатації військової техніки зв'язку і по відношенню справної та працездатної військової техніки зв'язку до її штатної кількості для основних і неосновних груп, отримати обґрунтований висновок щодо готовності використання системи зв'язку за призначенням.

У доповіді вперше пропонується можливість об'єктивного оцінювання технічного стану військової техніки зв'язку з визначенням ймовірних показників результатів контролю, що підвищує їх об'єктивність.

Подальше дослідження слід направляти на отримання та обробку статистичних даних роботи комісій з оцінювання технічного стану військової техніки зв'язку в реальних умовах для уточнення ймовірнісних значень показників їх діяльності.

Голейчук Л.В.
Трубчанінова К.А., д-р техн. наук, професор
УкрДУЗТ

МЕТОД ЕНТРОПІЙНО-УЗГОДЖЕНОЇ ЧАСОВОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ

У сучасних телекомунікаційних системах, зокрема військового призначення, обробка сигналів здійснюється в умовах нелінійної динаміки, часової та спектральної нестаціонарності, структурної неоднорідності та інтенсивних завад. Це істотно ускладнює формування стійких та інформативних представлень сигналів, що є важливим для задач зв’язку, радіомоніторингу та управління. У таких умовах зростає роль ансамблевих методів обробки складних сигналів, які дозволяють підвищити завадостійкість, зменшити чутливість до випадкових спотворень та покращити розділення різних режимів сигналу .

Одним з основних факторів ефективності ансамблевих методів є вибір параметрів часової сегментації, що визначає структуру ансамблю та впливає на його кореляційні, статистичні та інформаційні характеристики. У більшості існуючих підходів ці параметри задаються фіксовано або емпірично, без урахування локальної структурної складності сигналу, що призводить до втрати інформативних особливостей та зниження завадостійкості. При цьому ентропійні методи, незважаючи на їх ефективність у задачах оцінювання складності сигналів, здебільшого використовуються як пасивні показники, а не як інструмент керування процесом формування ансамблів. В дослідженні запропоновано метод узгодженої з ентропією часової сегментації ансамблів складних сигналів, який передбачає використання ентропійного показника як керуючої змінної для адаптивного вибору масштабу часової декомпозиції. На відміну від класичних підходів, де сегментація виконується з фіксованим

кроком, запропонований метод забезпечує її адаптацію до локальної структурної неоднорідності сигналу. Це дозволяє зменшувати масштаб сегментації в областях різких структурних змін і збільшувати його у квазістаціонарних ділянках, що забезпечує узгодження часової структури ансамблю з динамікою сигналу.

Експериментальні дослідження проведено для нелінійних сигналів із різними режимами динаміки та за наявності адитивного білого гаусівського шуму при значеннях відношення сигнал/шум від 20 до –10 дБ. Порівняння з класичними методами, зокрема пермутаційною ентропією та зваженою пермутаційною ентропією, показало, що запропонований підхід забезпечує підвищену чутливість до структурних перебудов сигналу та покращену завадостійкість. Зокрема, при зниженні рівня сигнал/шум до –10 дБ відносна зміна ентропійного показника не перевищує 2,2%, тоді як для класичних методів вона досягає 3,9-4,1 %, що свідчить про більш високу стабільність результатів.

Запропонований метод дозволяє оцінювати складність сигналу та активно керувати процесом його часової сегментації, забезпечуючи узгодження параметрів декомпозиції з локальною структурою сигналу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування запропонованого підходу в системах військового зв’язку, радіоелектронної боротьби, когнітивних радіомережах та системах обробки розвідувальної інформації. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення методу для багатовимірних сигналів, інтеграцію з часо-частотними моделями та використання в задачах адаптивної спектральної реконструкції та багатокритеріальної оптимізації параметрів сигналів.

Головін О.О., д-р техн. наук, старш. наук. співроб.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ І МАЛОПОМІТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ’ЄКТІВ

Перспективні радіолокаційні системи повинні забезпечувати ефективне виявлення та супроводження сучасних засобів повітряного нападу, зокрема гіперзвукових і малопомітних цілей, характеристики яких виходять за межі можливостей традиційних РЛС.

З метою підвищення ймовірності виявлення малопомітних об’єктів РЛС пропонується реалізувати їх функціонування в широкому діапазоні частот із реалізацією принципів багатодіапазонної радіолокації. Необхідним є поєднання довгохвильових діапазонів, що забезпечують підвищення ефективної відбивної поверхні цілей, із короткохвильовими діапазонами, які забезпечують високу точність визначення координат і параметрів руху.

Виявлення та супроводження РЛС цілей із високими швидкостями та маневреністю передбачає обробку сигналів зі значними доплерівськими зсувами, скороченим часом перебування цілі в зоні огляду та складними траєкторіями руху. При цьому необхідно враховувати вплив плазмових утворень на поширення радіохвиль та наявність відповідних спотворень сигналів.

Реалізація вимог щодо завадостійкості РЛС в умовах інтенсивної радіоелектронної протидії передбачає застосування адаптивної цифрової обробки сигналів, ефективних методів придушення завад і можливість роботи при низькому відношенні сигнал/шум.

З метою підвищення достовірності виявлення та супроводження РЛС пропонується їх інтеграція до складу просторово-розподілених багатопозиційних систем, зокрема із використанням MIMO-принципів, що забезпечують різноманітність ракурсів спостереження та підвищення стійкості до РЕБ.

Також перспективні системи повинні забезпечувати інтеграцію в єдиний інформаційний простір із можливістю обміну даними між різнорідними сенсорами та радіолокаційними засобами. Обов'язковою є реалізація інтелектуального злиття даних для формування узгодженої картини повітряної обстановки.

З метою підвищення ефективності обробки радіолокаційної інформації РЛС пропонується застосування методів машинного навчання, зокрема для:

детектування слабких сигналів на фоні шумів і завад;

класифікації та розпізнавання типів цілей за радіолокаційними ознаками;

прогнозування траєкторій руху гіперзвукових об'єктів;

адаптивного управління режимами роботи РЛС (частотними, енергетичними та просторовими параметрами).

У цілому перспективні радіолокаційні системи повинні базуватися на принципах багатодіапазонності, мережевої взаємодії, інтеграції різнорідних сенсорів та інтелектуалізації процесів обробки інформації, що забезпечить ефективне виявлення та супроводження складних повітряних цілей в умовах зростання рівня загроз.

При проєктуванні перспективних РЛС також доцільно використовувати результати технічного аналізу засобів повітряного нападу противника. Зокрема, мають враховуватися дані щодо траєкторій польоту, швидкісних режимів, ЕПР та інших радіолокаційних характеристик цілей. Це дозволить обґрунтовано сформувати вимоги до параметрів і режимів роботи РЛС та підвищити ефективність їх бойового застосування.

Горбач М.П.
Баландін М.В., д-р філософії
Білокопитов Б.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЇ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Сучасний етап російсько-Української війни демонструє, що важливим критерієм підвищення ефективності застосування артилерії є здатність програмного забезпечення швидко адаптуватися до динамічних змін у тактиці дій противника. За досвідом оборонних дій останнього часу, ворог відмовився від застосування атак великими підрозділами, що рухаються масованими колонами, на користь швидких маневрених ривків на легкій техніці та тактики «просочування» малими піхотними групами, що призвело до втрати актуальності застосування традиційних методів управління вогнем. Ця проблема вимагає від розробників програмного забезпечення переходу від статичних розрахунків до інтелектуальних систем, здатних працювати з високодинамічними цілями в умовах дефіциту часу.

Основним напрямом розвитку програмного забезпечення є створення єдиного цифрового простору, де шлях від виявлення мобільної цілі до пострілу займає лічені хвилини. Бойове застосування системи управління тактичної ланки «Кропива» вже довело, що мережецентричність дозволяє артилерії працювати розосереджено, уникаючи ураження під

час контрбатарейної боротьби, але при цьому завдавати скоординовані удари. Важливою умовою ефективності таких систем є інтеграція в єдину мережу розвідки всіх доступних засобів, включаючи розвідувальні безпілотні літальні апарати, супутникові дані, станції звукової та радіотехнічної розвідки, радіолокаційні станції контрбатарейної боротьби, що дозволяє миттєво реагувати на дії противника.

Наступним кроком є впровадження штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання об'єктів у відеопотоках безпілотних літальних апаратів, врахування метеорологічних балістичних умов стрільби, технічних характеристик гармат та боєприпасів у реальному часі.

Для ефективної протидії тактиці «малих груп» та швидких ривків на мотоциклах чи багі перспективне програмне забезпечення розвивається у напрямі динамічного цілевказання. Алгоритми мають автоматично розраховувати випередження для рухомих малорозмірних цілей та миттєво розподіляти вогневі задачі між різними засобами. У випадках, коли артилерійський снаряд є занадто вартісним для групи з 2-3 осіб, програмне забезпечення забезпечує швидку передачу координат операторам ударних дронів. Таким чином, створюється єдина сенсорно-ударна система, яка дозволяє здійснювати вогневе ураження не по статичних координатах, а по «живому» потоку цілей, що постійно змінюють положення.

У підсумку, майбутнє програмного забезпечення артилерії полягає у переході від окремих балістичних калькуляторів до інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, які дозволять максимально скоротити час реакції на неочікувані дії з боку противника, виключити людські помилки в обчисленнях та забезпечити влучність першого пострілу по цілях, що з'являються раптово.

Горбов О.М., канд. техн. наук, доцент
Бреус О.С.
Попов Р.Т.
ВІТВ НТУ "ХПІ"

ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЯК ЗАСІБ ПОКРАЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСІЙ КОМПЛЕКСІВ НРК

Сучасний розвиток військових технологій зумовлює необхідність підвищення ефективності планування операцій. Особливе місце у цьому процесі відіграє ситуаційна обізнаність, саме вона визначає здатність оператора адекватно оцінювати обстановку. Комплекси наземних роботизованих систем активно впроваджують у військову практику, їх використання потребує точного та обґрунтованого планування майбутніх місій.

У цьому контексті технології віртуальної реальності набувають особливого значення, саме вони дозволяють створювати інтерактивні моделі середовища. Такі моделі відтворюють реальні умови виконання завдань, а оператор отримує можливість занурення у віртуальний простір, що сприяє більш глибокому розумінню ситуації, а саме віртуальна реальність забезпечує візуалізацію складних даних. До них належать рельєф місцевості та об'єкти інфраструктури, а також відображаються можливі загрози та перешкоди. Цей ряд факторів дозволяє оцінити ризики на етапі планування місії. Важливою перевагою є можливість моделювання різних сценаріїв та подій які виникають в процесі виконання місії. Оператор може аналізувати альтернативні варіанти дій. Це підвищує якість прийняття рішень. Запропонована технологія сприяє формуванню просторового мислення, що покращує координацію дій підрозділів. Інтеграція з геоінформаційними системами розширює

функціональність, а дані можуть оновлюватися у режимі реального часу це дозволяє забезпечити актуальність інформації. Використання технології віртуальної реальності зменшує ймовірність помилок, при цьому людський фактор стає менш критичним, а оператори можуть проходити тренування у безпечному середовищі, що підвищує рівень їх підготовки. Віртуальні тренування дозволяють відпрацьовувати складні ситуації, моделюють динамічні зміни обстановки, що сприяє адаптації до стресових умов. Технологія також дозволяє оцінювати ефективність планів, а також можливо визначити слабкі місця ще до початку місії. Це економить ресурси та час. Використання технологій віртуальної реальності підвищує рівень взаємодії між учасниками, це дозволяє командирам та операторам спільно аналізувати ситуацію що покращує комунікацію та узгодженість дій.

Сучасні наземні роботизовані комплекси потребують раціонального використання енергетичних ресурсів. Енергетичний менеджмент є ключовим елементом підвищення їх ефективності, а саме він забезпечує оптимальний розподіл енергії між підсистемами. Особливого значення набуває врахування маршруту руху, рельєфу місцевості, що безпосередньо впливає на енергоспоживання. Підйоми збільшують витрати енергії, а спуски дозволяють її частково відновлювати.

Синергетичне поєднання технологій віртуальної реальності з методами енергетичного менеджменту створює передумови для формування інтелектуалізованих систем підтримки прийняття рішень. У таких системах віртуальне середовище виступає платформою для інтерактивного аналізу не лише тактичної, але й енергетичної складової місії. Це дозволяє заздалегідь оцінювати ефективність маршрутів, вибирати оптимальні конфігурації енергоживлення та адаптувати параметри функціонування НРК до конкретних умов експлуатації.

Отже, впровадження комплексного підходу, що поєднує технології віртуальної реальності та енергоефективні, забезпечує підвищення ефективності планування місій, збільшення тривалості автономної роботи та загальне зростання бойових можливостей комплексів НРК. Це визначає перспективність подальших досліджень у напрямі створення інтегрованих систем управління, орієнтованих на максимізацію як інформаційної, так і енергетичної ефективності.

Городиський Р.О.
Калита О.І.
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ ПОБУДОВИ АДАПТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ

В умовах сучасної збройної боротьби особливого значення набуває своєчасне, стійке та захищене управління підрозділами. Динамічність бойової обстановки, висока маневреність сил і засобів, активне застосування противником засобів радіоелектронної боротьби, вогневого ураження та кібернетичного впливу зумовлюють необхідність удосконалення підходів до організації військового управління. Одним із перспективних напрямів розв’язання цієї проблеми є побудова адаптивних інформаційно-комунікаційних систем, здатних змінювати параметри функціонування відповідно до поточної оперативної обстановки, структури мережі, рівня загроз і потреб органів управління.

Традиційні системи зв’язку й автоматизації управління часто орієнтовані на роботу в умовах відносно стабільної структури мережі та прогнозованого навантаження. Проте в

сучасному бою інформаційно-комунікаційне середовище є нестійким: вузли мережі можуть швидко змінювати місце розташування, канали зв’язку можуть тимчасово втрачатися або деградувати, а обсяги переданої інформації суттєво варіюються залежно від інтенсивності бойових дій. За таких умов ключовою вимогою до перспективних систем стає їх адаптивність, тобто здатність автоматично перебудовувати маршрути передавання даних, змінювати режими роботи каналів, обирати пріоритети трафіку та підтримувати належний рівень якості обслуговування.

Адаптивна інформаційно-комунікаційна система управління підрозділами має забезпечувати інтеграцію різнорідних джерел інформації, зокрема засобів радіозв’язку, супутникових каналів, мобільних мереж, безпілотних авіаційних комплексів, сенсорних систем спостереження та геоінформаційних платформ. Поєднання цих компонентів в єдиному інформаційному просторі дає змогу підвищити повноту та оперативність отримання даних про обстановку, скоротити час доведення команд і розпоряджень, а також покращити координацію між підрозділами різного рівня. Особливу роль у цьому процесі відіграє автоматизація оброблення інформації, яка дозволяє зменшити навантаження на командирів та органи управління під час прийняття рішень.

Перспективність адаптивних систем полягає також у можливості використання інтелектуальних алгоритмів аналізу та прогнозування стану мережі. Такі алгоритми можуть оцінювати якість каналів зв’язку, рівень їх завантаження, імовірність втрати з’єднання, вплив завад, а також автоматично обирати найефективніші шляхи маршрутизації інформаційних потоків. У бойових умовах це забезпечує підвищення живучості системи управління, її стійкості до зовнішніх впливів та збереження функціональності навіть у разі часткового руйнування окремих елементів мережі.

Отже, перспективи побудови адаптивних інформаційно-комунікаційних систем для управління підрозділами безпосередньо пов’язані з розвитком цифрових технологій, інтелектуальних алгоритмів, захищених мережевих рішень та інтегрованих платформ оброблення даних. Їх впровадження сприятиме підвищенню ефективності військового управління, забезпеченню стійкості систем зв’язку та формуванню нової якості інформаційної підтримки бойових дій у сучасних умовах.

Гризо А.А., канд. техн. наук, доцент
Костиря О.О., д-р техн. наук, професор
Сапєгін Є.В.
Ткачук В.В.
Бєлік Н.Г.
ХНУПС ім. І. Кожедуба

МОДЕЛЬ ЖИВУЧОСТІ РЛС НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЦИКЛУ OODA В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ

Досвід застосування РЛС радіотехнічних військ (РТВ) у ході російсько-Української війни засвідчує критичне значення проблеми їх живучості для функціонування системи ППО. Противник використовує різнорідний арсенал засобів ураження, що різняться механізмами наведення та часовими характеристиками циклу застосування. Виникає необхідність розробки формалізованої стохастичної моделі живучості, яка дозволяє кількісно оцінювати ефективність заходів захисту та визначати їх раціональний склад залежно від зони розміщення і типу РЛС.

У якості концептуальної основи моделі обрано інформаційний цикл OODA (Observe – Orient – Decide – Act). Такий вибір обумовлений тим, що процес ураження з боку противника є послідовним, і кожен наступний етап ініціюється лише після успішного завершення попереднього. Ця властивість дозволяє формалізувати ймовірність ураження як добуток умовних імовірностей чотирьох послідовних подій: виявлення, класифікації, прийняття рішення та безпосереднього ураження. Живучість, визначається як величина, що доповнює цей добуток до одиниці. Розрив циклу на будь-якому етапі унеможливлює або суттєво знижує ймовірність ураження. На відміну від традиційних підходів кожен захід захисту отримує функціональний модуль у структурі моделі. Цикл OODA природно відображає інформаційну природу розвідувально-ударного контуру противника і узгоджується з концепцією автоматизованих систем підтримки прийняття рішень.

Зокрема на етапі Observe виявлення РЛС описується через два незалежні канали – радіотехнічної (РТР) та оптоелектронної (ОЕР) розвідки, причому ймовірність виявлення хоча б одним із них визначається як зворотна до добутку ймовірностей невиявлення кожним каналом окремо. Для каналу РТР застосовується порогова пуасонівська модель, калібрована за еталонною вимогою, час випромінювання до 10 с не дозволяє засобам РТР визначити координати РЛС з точністю, достатньою для наведення засобу ураження. Для каналу ОЕР розроблено фазову модель з урахуванням підвищеної помітності у фазах розгортання та згортання (коефіцієнт активності 2,0–3,0). Встановлено, що ці фази формують ~93% сумарного внеску у ймовірність виявлення, тоді як фаза активного випромінювання, при короткому сеансі роботи, лише ~2–3%, що підтверджує необхідність вимкнення обертання антени при вимкненні передавача.

Аналіз проводиться для трьох зон розміщення РЛС: 0–20 км, 20–100 км та понад 100 км від лінії бойового зіткнення. Для кожної зони визначено домінуючий засіб ураження та обґрунтований перелік заходів захисту. Показано, що у Зоні 1 маневр є виключно плановим, час циклу прийняття рішення противником (15 с – 4 хв) виключає реагування як відповідь на загрозу; у Зоні 2 плановий маневр між сеансами реалістичний для мобільних РЛС, але має передувати пуску ПРР через малий час підльоту (~70–150 с); у Зоні 3 систематична зміна позицій між сеансами забезпечує практичну невразливість. Розроблена модель дозволяє кількісно порівнювати конфігурації захисту і формулювати вимоги до перспективних РЛС щодо часу згортання та автоматизації маневру. Інтеграція моделі в АСУ тактичної ланки РТВ є перспективним напрямом реалізації результатів у системах підтримки прийняття рішень.

Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
Пащетник О.Д., канд. техн. наук., старш. наук. співроб.
Заєць Я.Г. канд. техн. наук., ст. дослід.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТАКТИЧНИХ РАДІОСТАНЦІЙ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ: ДОСВІД, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Сучасні бойові операції вимагають стійких, автономних і мобільних каналів зв’язку, які здатні забезпечувати обмін інформацією в умовах активного застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. Традиційні інфраструктурні мережі та централізовані системи часто виявляються вразливими до глушіння, фізичного знищення або

перехоплення, що створює критичні ризики для управління підрозділами. У випадку руйнування центральних вузлів або втрати базових станцій такі системи фактично перестають функціонувати, залишаючи бійців без координації та оперативної інформації.

Саморегульовані децентралізовані мережі (MESH / MANET) пропонують принципово іншу архітектуру, яка підвищує живучість зв'язку за рахунок розподіленої маршрутизації, автоматичного відновлення маршрутів і можливості роботи без центрального вузла. Кожен термінал у такій мережі виступає одночасно і користувачем, і ретранслятором, що дозволяє зберігати працездатність навіть у разі втрати частини вузлів. Це створює ефект «самовідновлення» мережі: інформація знаходить альтернативні шляхи, обходячи зруйновані або заглушені ділянки. Завдяки гнучкості розгортання MANET-мережі можуть створюватись силами невеликих груп без використання стаціонарної інфраструктури. Це особливо важливо для мобільних операцій, розвідки, евакуації та штурмових дій, де швидкість і автономність мають вирішальне значення. Командири отримують можливість підтримувати координацію навіть у динамічних і хаотичних умовах бою, а підрозділи – залишатися інтегрованими в єдину систему управління незалежно від зовнішніх факторів.

У ході російсько-Української війни були виявлені такі позитивні сторони застосування сучасних радіостанцій з підтримкою MANET- архітектури: децентралізація мережі (MANET): кожен вузол є одночасно передавачем і ретранслятором, що забезпечує живучість мережі навіть у разі втрати окремих пристроїв; шифрування AES-256: захист від перехоплення, можливість ротації ключів, підтримка кількох рівнів доступу; автоматична маршрутизація: протоколи BATMAN-adv / OLSR дозволяють адаптивно змінювати маршрути залежно від умов РЕБ, рельєфу та мобільності підрозділів; інтеграція з системами ситуаційної обізнаності (ATAK та ін.): передача координат, текстових повідомлень, телеметрії та зображень у командні центри.

У реальних бойових діях 2023-2026 років радіостанції HIMERA G1 Pro зарекомендували себе як універсальний засіб тактичного зв'язку, застосування яких охоплювало кілька ключових напрямів:

- міські бої та штурмові операції: радіостанції забезпечували безперервний голосовий зв'язок між групами, що діяли у багатоповерхових будівлях та підвалах (завдяки MANET-архітектурі сигнал автоматично знаходив обхідні маршрути навіть у разі втрати окремих вузлів або їхнього пригнічення);

- розвідувальні та диверсійні групи: компактність і автономність HIMERA дозволяли розвідникам працювати без централізованої інфраструктури. Передача координат, коротких текстових і голосових повідомлень здійснювалася в режимі реального часу з інтеграцією в системою ATAK, що значно пришвидшувало прийняття рішень командуванням;

- вогнева підтримка: завдяки GPS-синхронізації та захищеним каналам корегувальники передавали точні координати цілей, що дозволяло скоротити час реакції артилерії та підвищити точність вогню навіть у складних умовах РЕБ;

- медична евакуація: радіостанції використовувались для координації маршрутів евакуації та передачі даних про стан поранених, що забезпечувало оперативну взаємодію між передовими групами та тиловими медичними пунктами і зменшувало час доставки поранених;

- інтеграція з бронетехнікою та безпілотними літальними апаратами (БпЛА): радіостанції монтувались на бойових машинах та БпЛА, утворюючи мобільні вузли та мережі ретрансляції та розширюючи можливості управління ін.

Отже, радіостанції HIMERA G1 Pro стали не лише засобом голосового зв'язку, а й багатофункціональною платформою для тактичної координації, інтеграції даних та забезпечення живучості мережі. Їх застосування охоплювало всі рівні – від малих підрозділів до інтеграції з системами управління вищого рівня. Завдяки вбудованому GPS, зручному інтерфейсу, можливості польового кріплення та сумісності з мобільними додатками, пристрої забезпечують стабільний зв'язок навіть в умовах глушіння, пересіченої місцевості та під час руху на бронетехніці.

Данилов Д.Д.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІСЦЕВОСТІ

Сучасні тенденції у сфері розвитку озброєння демонструють значне зростання вразливості як особового складу, так і військової техніки перед різноманітними засобами ураження, застосовуваними противником. Ця загроза зберігає актуальність як у процесі переміщення підрозділів, так і під час їх розташування на місцевості, що підкреслює необхідність розробки нових підходів для забезпечення належного рівня безпеки.

У цьому контексті одним із перспективних напрямів модернізації засобів інженерного забезпечення є інтеграція цифрових технологій із безпілотними системами.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) для аналізу місцевості відкриває можливості для систематичного збору даних, глибокої аналітики оперативної обстановки, моделювання прогнозів подій та генерації оптимальних варіантів дій.

Як приклад можна розглянути ситуацію, за якої необхідно обрати приховану та захищену позицію підрозділу для розміщення військової техніки та особового складу на визначеній території, де присутня загроза широкого використання FPV-дронів.

На початковому етапі штучний інтелект оперує даними, отриманими з багатьох джерел, включно зі супутниковими знімками, інформацією від безпілотників, цифровими моделями рельєфу, картами рослинності й результатами попередніх даних розвідки.

Завдяки алгоритмам ШІ здійснюється всебічна оцінка рельєфу місцевості, класифікуються типи ділянок на відкриті території, зони густої рослинності та маршрути потенційних переміщень. У результаті такого аналізу створюється карта небезпек, де відкриті ділянки маркуються як високонебезпечні, а закриті території, особливо лісові масиви, характеризуються нижчим рівнем ризику. Додатково штучний інтелект ідентифікує потенційні точки спостереження з повітря та території, менш доступні для візуального контролю за допомогою дронів. Паралельно проводиться оцінка прохідності місцевості з огляду на характеристики ґрунту, особливості рельєфу і здатність техніки до пересування.

На завершальному етапі генеруються рекомендації щодо кількох оптимальних варіантів для розміщення підрозділу. Крім визначення географічних координат безпечних позицій ШІ пропонує вказівки щодо їх інженерного облаштування, таких як: розосередження техніки, встановлення антидронових сіток, організація хибних позицій і обмеження руху техніки та особового складу для мінімізації слідів.

У підсумку командир підрозділу отримує детальний план дій із позначенням пріоритетних ділянок та необхідними технічними рекомендаціями. Знаковим є той факт, що виконання такого комплексного аналізу займає лише кілька хвилин, що суттєво скорочує час

на прийняття рішень і водночас підвищує їх якість. У довгостроковій перспективі визначальною є задача повної цифровізації системи інженерного забезпечення. Зокрема, потрібна розробка цифрових карт інженерної обстановки та їх інтеграція із сучасними автоматизованими системами управління військами.

В умовах сучасного військового конфлікту залучення штучного інтелекту для аналізу і оцінювання місцевості постає не лише потужним інструментом оптимізації процесів управління та підвищення оперативності командних рішень. Воно також слугує важливим засобом гармонійного поєднання новітніх технологій із досвідом практичного досвіду командира.

Дегтяренко В.В., д-р філософії
НАСВ

ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ “СВІЙ-ЧУЖИЙ” СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ БАГАТОДОМЕННИХ ОПЕРАЦІЙ

У сучасних багатодоменних операціях класичні системи ідентифікації “свій-чужий”, в іноземній термінології IFF – Identification Friend or Foe, або CID – Combat Identification (далі – IFF) та розпізнавання цілей Сухопутних військ зазнають системної експлуатаційної кризи. Досвід бойових дій в Україні (2022–2025 рр.) засвідчив, що традиційні комплекси, які десятиліттями покладалися на активні радіозапити, лазерне опромінення та GPS-навігацію, виявилися критично вразливими до потужних сучасних засобів радіоелектронної боротьби. В умовах придушення ефіру та ймовірності радіопеленгації виникла потреба перегляду архітектури управління та переходу до систем ідентифікації нового покоління. Головним вектором трансформації систем IFF стала мінімізація електромагнітних випромінювань, що здатні демаскувати бойові порядки, та перехід армій провідних країн світу до дій у режимі повної радіоелектронної тиші.

На сучасному етапі виокремлюються три ключові технологічні напрями розвитку:

1. Перехід до некооперативного розпізнавання на базі штучного інтелекту (далі – ШІ). Класичні активні запити змінюються пасивними методами на основі машинного зору. Завдяки впровадженню технологій периферійних обчислень безпосередньо на тактичних платформах алгоритми ШІ здатні автономно аналізувати відеопотоки з оптичних та тепловізійних сенсорів. Нейромережеві моделі за мілісекунди класифікують візуальні силуети, теплові сигнатури та кінематику об'єктів, надійно відрізняючи техніку противника від дружньої без жодної генерації демаскуючих сигналів.

2. Децентралізація систем ситуаційної обізнаності. В умовах нестабільного супутникового зв'язку та заглушення традиційних радіоканалів застосовуються самоорганізовані Mesh-мережі. У таких системах кожна бойова машина, безпілотний апарат або екіпірований військовослужбовець функціонує як незалежний вузол-ретранслятор. Передача локаційних даних здійснюється надкороткими зашифрованими імпульсами, що формують динамічну цифрову карту поля бою. Маршрутизація адаптується в реальному часі, що гарантує стійкість управління навіть при повному виведенні з ладу командного пункту або окремих сегментів мережі.

3. Біометричний антиспуфінг та апаратна безпека. Важливим аспектом багатодоменних операцій є запобігання використанню противником захопленого IFF-обладнання для інфільтрації або створення хибних цілей. Сучасні натільні системи ідентифікації піхоти інтегрують модулі біометричного контролю. Сенсори здійснюють безперервний моніторинг

життєвих показників військовослужбовця (пульс, температура). У разі фіксації їх відсутності або спроби несанкціонованого зняття екіпірування відбувається екстрене та безповоротне стирання криптографічних ключів, що повністю ізолює скомпрометований пристрій від тактичної мережі.

Отже, еволюція систем ідентифікації IFF в умовах багатодоменних операцій відображає кардинальну зміну підходу від вразливих радіочастотних технологій до автономних гібридних ШІ-моделей. Синтез систем пасивного комп'ютерного зору, стійких до завад децентралізованих Mesh-мереж та біометричної верифікації доступу зможе забезпечити безпрецедентний рівень операційної безпеки. Такий комплексний високотехнологічний підхід дозволить підрозділам Сухопутних військ зберігати скритність маневру, ефективно виявляти противника та зводити до абсолютного мінімуму ризики “дружнього вогню” в умовах інтенсивної радіоелектронної та кібернетичної протидії противника.

Дейнега О.В., д-р військ. наук, професор
Фурманов К.В., канд. військ. наук, старш. наук. співроб.
Булгаков А.А., д-р філософії
ЦНДІ ЗСУ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЗУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕХНІКИ ЗА ПРИНЦИПОМ “СВІЙ-ЧУЖИЙ” В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ (БОЙОВИХ ДІЙ) ТА ШЛЯХИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Розвиток і удосконалення засобів збройної боротьби та способів їх застосування в сучасних воєнних конфліктах (наприклад, безпілотних літальних апаратів різних типів та призначення) змушує до пошуку шляхів підвищення ефективності систем розпізнавання за принципом “свій-чужий”. Аналіз випадків застосування зброї по помилково ідентифікованих цілях у конфліктах останніх десятиліть показує, що у 43% випадків остаточна ідентифікація здійснювалася візуально, навіть за наявності технічних засобів розпізнавання. В операції “Іракська свобода” (2003) до 60% рішень операторів протитанкових ракетних комплексів та артилерії про відкриття вогню базувалися на візуальному розпізнаванні силуетів техніки та тактичних маркувань. Досвід Збройних Сил України, отриманий під час відсічі збройної агресії рф проти України, засвідчив, що використання обома сторонами збройного протистояння техніки радянського виробництва робить візуальну ідентифікацію за силуетом ненадійною, а стандартизовані тактичні знаки неодноразово копіювалися противником для введення в оману. Водночас в умовах дії потужних радіоелектронних завад візуальні методи залишаються єдиним доступним засобом ідентифікації на дистанціях прямого контакту від 300 до 2000 метрів.

У доповіді визначається, що дослідження ефективності різних систем візуального маркування виявило їх специфічні переваги та обмеження. Класичні розпізнавальні знаки ефективні на дистанціях до 300-500 метрів за хороших умов видимості, проте вразливі до імітації та погано розрізняються в умовах обмеженої видимості. Інфрачервоні маркери забезпечують надійну ідентифікацію вночі на дистанціях до 800 метрів при використанні приладів нічного бачення, але демаскують позиції техніки для противника з аналогічними засобами. Тактичні позивні літери дозволяють розпізнавати конкретні підрозділи, але не

запобігають копіюванню цих позначень противником для маскування під дружні сили. Панельне кодування показало ефективність у 78% випадків тестування, проте потребує регулярної ротації схем. Запропоновано інтегровану систему маркування за трьома рівнями: стратегічний рівень зі стандартизованими розпізнавальними знаками для авіації та засобів дистанційного спостереження на дистанціях понад 1000 метрів, оперативний рівень з ротаційними тактичними кодами у вигляді геометричних фігур, що змінюються щоденно, тактичний рівень з інфрачервоними та ультрафіолетовими маркерами для нічних умов з можливістю активації та деактивації за необхідності.

Візуальна ідентифікація залишається надзвичайно важливим резервним методом розпізнавання у випадках відмови (чи відсутності) технічних засобів, дії інтенсивних радіоелектронних перешкод або на дистанціях безпосереднього зіткнення підрозділів. Ефективність візуальних методів істотно залежить від дотримання дисципліни застосування маркувань, регулярного оновлення систем кодування для запобігання компрометації. Багаторівнева система візуального маркування з диференціацією за дистанціями знижує ризики помилкової ідентифікації на 35-40% порівняно з використанням єдиного типу маркувань.

Для підвищення ефективності візуальних методів ідентифікації пропонується: розробити та затвердити єдиний стандарт багаторівневого візуального маркування бойової техніки з чіткою регламентацією розмірів, розташування та кольорів розпізнавальних знаків; створити систему щоденної ротації тактичних кодів з розподілом через автоматизовані системи управління тактичного рівня; розробити комплект уніфікованих панелей візуального маркування з інфрачервоними та ультрафіолетовими елементами для оснащення техніки першого ешелону; впровадити в програми підготовки військовослужбовців практичні заняття з розпізнавання візуальних маркувань у різних умовах видимості.

Дзеверін І.Г., к.військ.н., старш. наук. співроб.
Болюбаш О.О., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Кривчун В.І.
Дзеверін Т.Ю.
ХНУПС

ПЕРЕТВОРЕННЯ БОЙОВИХ ДАНИХ НА АНАЛІТИЧНІ ВИСНОВКИ В ОБОРОННИХ АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Сучасне поле бою характеризується постійним надходженням великої кількості різнорідних даних. До них належать радіолокаційні позначки, результати оптико-електронного спостереження, сигнали радіотехнічної розвідки, метеорологічні умови, часові проміжки між подіями, а також результати попередніх епізодів реагування. Однак сам обсяг даних не забезпечує переваги. Перевага виникає лише тоді, коли ці дані перетворюються на обґрунтований аналітичний висновок щодо поточної обстановки, імовірного розвитку подій та доцільного варіанта реагування.

У цьому дослідженні аналітичний висновок розглядається не як суб’єктивне припущення, а як результат формалізованого імовірнісно-статистичного опрацювання бойових даних. Такий підхід дає змогу враховувати неповноту спостережень, різну достовірність джерел, похибки вимірювання, затримки передавання інформації та зміну

поведінки противника в часі і передбачає послідовне виконання кількох взаємопов'язаних завдань. По-перше, бойові дані мають подаватися як сукупність ознак, що характеризують об'єкт, подію, умови спостереження та часову динаміку. По-друге, на основі цих ознак має оцінюватися ймовірний тип загрози. По-третє, система повинна прогнозувати можливий подальший розвиток подій з урахуванням попередніх спостережень. По-четверте, можливі сценарії реагування мають порівнюватися за очікуваною результативністю, ризиком та часовою придатністю. По-п'яте, необхідно оцінювати цінність нових даних, тобто визначати, наскільки додаткове спостереження може змінити висновок або рішення.

Практичне значення запропонованого підходу полягає у тому, що оборонна аналітична система переходить від накопичення даних до підтримки обґрунтованого рішення. У такій системі кожне нове спостереження не просто додається до загального масиву інформації, а уточнює оцінку обстановки, змінює ймовірність певного сценарію та впливає на вибір доцільного реагування.

Особливістю моделі є поєднання трьох функцій: аналізу поточного стану обстановки, прогнозування її розвитку та вибору сценарію реагування. Це дає змогу розглядати бойові дані не як набір окремих повідомлень, а як динамічну систему ознак, що постійно оновлюється. У цьому випадку аналітичний висновок має практичний зміст: він показує, що саме відомо, наскільки цьому можна довіряти, який сценарій є найбільш імовірним і який варіант реагування є доцільним за наявних умов.

Діденко Є.Ю.
НДЦ РВіА

ФОРМУВАННЯ ОБРИСУ ЄДИНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РАКЕТНИМИ ВІЙСЬКАМИ І АРТИЛЕРІЄЮ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамічністю, швидкою зміною оперативно-тактичної обстановки та значним обсягом різнорідної інформації, що підлягає обробленню органами військового управління. За таких умов ефективність застосування військ значною мірою визначається оперативністю прийняття рішень, швидкістю інформаційного обміну та своєчасністю доведення команд до виконавців.

Ракетні війська і артилерія є одним із ключових компонентів системи вогневого ураження противника, забезпечуючи вогневу підтримку загальновійськових підрозділів, ураження критично важливих об'єктів, придушення систем управління та знищення бойових засобів. Досвід сучасних збройних конфліктів підтверджує, що ефективність застосування РВіА безпосередньо залежить від тривалості циклу управління "виявлення цілі – оцінювання – прийняття рішення – ураження".

Скорочення часу зазначеного циклу можливе шляхом комплексної автоматизації процесів управління, інтеграції засобів розвідки, управління, зв'язку та вогневого ураження в єдине інформаційно-комунікаційне середовище.

На сьогодні у Збройних Силах України використовується низка інформаційних систем, інформаційно-комунікаційних систем та спеціалізованого програмного забезпечення, призначених для підтримки діяльності органів управління вогневою підтримкою. Водночас більшість із них створювалися для вирішення окремих функціональних завдань, що ускладнює їх взаємодію та не забезпечує повноцінної інтеграції в межах єдиного інформаційного простору.

У Науково-дослідному центрі ракетних військ і артилерії в межах виконання оперативного завдання сформовано концептуальний обрис перспективної автоматизованої системи управління РВіА. Запропонований підхід передбачає побудову системи за багаторівневим ієрархічним принципом відповідно до структури системи управління військами та функціонального розподілу завдань між рівнями управління.

Особливістю запропонованого обрису є пропозиції щодо інтеграції існуючих програмно-апаратних рішень, засобів автоматизації та спеціалізованого програмного забезпечення в єдиний інформаційний простір з уніфікованими протоколами обміну даними. Це дозволяє скоротити строки впровадження, забезпечити сумісність із наявними засобами та підвищити ефективність управління підрозділами РВіА в умовах сучасних бойових дій.

Практична цінність запропонованого підходу полягає у створенні основи для подальшого розвитку єдиної АСУ РВіА Збройних Сил України з урахуванням сучасного досвіду застосування артилерії та перспектив розвитку засобів розвідки й ураження.

Дядюшкін О.В.
НАСВ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБЛІКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ СЛУЖБАМИ ПЕРСОНАЛУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Ефективне управління людськими ресурсами є одним із ключових факторів забезпечення боєздатності Збройних Сил України. В умовах зростання обсягів інформації, динамічних змін у структурі військових підрозділів та підвищених вимог до оперативності управлінських рішень традиційні паперові та частково автоматизовані системи обліку особового складу втрачають свою ефективність. Це зумовлює необхідність переходу до сучасних цифрових рішень. Специфіка військових організаційних структур, зокрема вимоги до безпеки інформації, ієрархічність структури та особливий режим доступу до даних, потребують адаптованих підходів до впровадження інформаційних систем.

Традиційна система обліку особового складу базується на веденні паперових документів, локальних електронних таблиць та фрагментарних баз даних. Такий підхід характеризується низьким рівнем інтеграції даних, високою ймовірністю помилок, дублюванням інформації та обмеженими можливостями аналітичної обробки.

Цифрова трансформація служб персоналу передбачає впровадження єдиної автоматизованої системи керування ресурсами, яка охоплює наступні модулі:

1) Персональний облік: створення електронних особових справ, що містять повну історію служби, кваліфікацію, нагороди та стан здоров'я; 2) Штатно-посадовий облік: автоматизація розрахунків вакантних посад та прогнозування потреби у фахівцях певних спеціальностей; 3) Логістика персоналу: моніторинг переміщень, відряджень, відпусток та проходження лікування; 4) Інтеграція з державними реєстрами: взаємодія з реєстрами Міністерства юстиції, ДПС та іншими установами для верифікації даних.

Впровадження сучасних ІТ-рішень дозволяє досягти наступних результатів:

1) Оперативність: скорочення часу на прийняття управлінських рішень щодо ротації чи доукомплектування підрозділів; 2) Точність: мінімізація людського фактора при веденні статистичного обліку; 3) Аналітичний потенціал: можливість застосування алгоритмів

великих даних для аналізу ефективності підготовки кадрів; 4) Кіберзахист: використання захищених каналів зв'язку та систем розмежування доступу забезпечує вищий рівень конфіденційності, ніж фізичне зберігання паперів.

Однією з ключових переваг цифрових систем є можливість використання аналітичних інструментів для підтримки прийняття управлінських рішень. Зокрема, застосування технологій обробки великих даних дозволяє прогнозувати потребу в кадрах, аналізувати рівень укомплектованості підрозділів та оцінювати ефективність кадрової політики.

Основними перешкодами на шляху трансформації є необхідність модернізації апаратної бази, навчання персоналу та забезпечення безперебійної роботи систем у польових умовах. Крім того, критичним залишається питання інтероперабельності (сумісності) систем ЗСУ з аналогічними системами країн-партнерів НАТО.

Автоматизація та цифрова трансформація обліку особового складу є безальтернативним шляхом розвитку для сучасних Збройних Сил України. Створення єдиного цифрового середовища дозволить не тільки оптимізувати роботу кадрових органів, а й значно підвищити рівень керованості та прозорості в системі управління оборонним ресурсом держави.

Животовський Р.М., канд. техн. наук, ст. дослід.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОШАРОВОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗА РАХУНОК СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ANTI-DRONE ШАРУ (ЗА ДОСВІДОМ КОАЛІЦІЙНИХ ОПЕРАЦІЙ)

Зростання ролі масових дешевих повітряних засобів ураження, зокрема безпілотних літальних апаратів типу Shahed, призвело до суттєвого дисбалансу у традиційних системах протиповітряної оборони (ППО). Використання високовартісних засобів перехоплення проти масових дешевих цілей формує проблему економічної неефективності та обмеженості ресурсів. Досвід відбиття іранських повітряних ударів у коаліційних операціях демонструє формування нової архітектури ППО, де поряд із класичними системами протиракетної оборони функціонує спеціалізований anti-drone шар, значною мірою сформований за участю українських військових фахівців. Це визначає актуальність дослідження принципів побудови та оптимізації таких багатошарових систем.

Аналіз бойових епізодів свідчить, що сучасна коаліційна система ППО будується за принципом функціонального розподілу задач між шарами. Високотехнологічні комплекси типу Patriot/THAAD орієнтовані на перехоплення балістичних цілей, тоді як масові атаки дронів потребують окремого дешевого та масштабованого рівня оборони. Саме цей рівень формується за рахунок спеціалізованих засобів перехоплення, операторських рішень, програмного забезпечення та елементів радіоелектронної боротьби.

У доповіді встановлено, що українські фахівці були залучені до створення такого шару у кількох країнах, зосереджуючись на протидії масовим хвилям дронів, забезпечуючи як безпосереднє перехоплення, так і інтеграцію рішень у загальний контур управління. Важливою особливістю є те, що цей шар не замінює класичні системи ППО, а підвищує їх ефективність шляхом розвантаження від великої кількості дешевих цілей. Емпіричні дані показують, що в окремих країнах рівень перехоплення повітряних загроз досягав понад 90%,

однак при цьому спостерігалася значна варіативність ефективності саме для дронів. Це підтверджує, що ефективність системи визначається не тільки технічними характеристиками окремих комплексів, а й якістю їх інтеграції, управління та розподілу ресурсів між шарами.

Ключовим фактором ефективності виступає не лише наявність технічних засобів, а й наявність підготовлених операторів, алгоритмів управління, сенсорної інтеграції та систем обробки даних. Отже, сучасна ППО трансформується з набору технічних засобів у складну мережецентричну систему, де значну роль відіграє людський фактор та програмно-алгоритмічне забезпечення. Окремої уваги заслуговує питання економічної ефективності: використання спеціалізованих дешевих перехоплювачів дозволяє суттєво знизити витрати на відбиття масованих атак, що є критично важливим в умовах тривалого протистояння. Саме цей аспект визначає стратегічну цінність українського досвіду для партнерів.

Таким чином, сучасні системи ППО повинні розглядатися як багатошарові структури з чітким функціональним розподілом задач між шарами. Впровадження спеціалізованого anti-drone шару є ключовою умовою підвищення ефективності та економічності систем ППО. Український досвід демонструє високу ефективність інтеграції операторських, програмних та технічних рішень у єдиний контур управління. Перспективним напрямом розвитку є створення адаптивних систем управління, здатних динамічно перерозподіляти ресурси між шарами залежно від типу загрози. Доцільно врахувати отриманий досвід при формуванні перспективної структури ППО Сухопутних військ, зокрема у частині розвитку дешевих засобів перехоплення, підготовки операторів та інтеграції систем радіоелектронної боротьби.

Жук С.М., канд. військ. наук
НАДПСУ
Журавель Т.В.
Інститут СБУ НЮУ

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В ДЕРЖАВНІЙ ПРИКОРДОННІЙ СЛУЖБІ УКРАЇНИ

Сучасні умови забезпечення національної безпеки висувають підвищені вимоги до ефективності функціонування органів державної влади, зокрема тих, що відповідають за охорону державного кордону. У цьому контексті важливого значення набуває розвиток інформаційних та автоматизованих систем, які забезпечують своєчасне отримання, обробку та використання даних для прийняття управлінських рішень. Для Державної прикордонної служби України такі системи є одним із ключових інструментів підвищення ефективності оперативно-службової діяльності.

Інформаційні та автоматизовані системи у сфері прикордонної безпеки охоплюють широкий спектр рішень – від баз даних і систем обліку до комплексних систем моніторингу та управління. Сучасні технічні засоби дозволяють отримувати інформацію з різних каналів, що значно розширює можливості контролю та підвищує його ефективність.

Окрему увагу слід приділити розвитку систем контролю на пунктах пропуску через державний кордон. Автоматизація процедур перевірки документів, обробки даних і контролю переміщення осіб дозволяє значно прискорити процес оформлення та зменшити черги. Водночас це підвищує рівень безпеки завдяки використанню сучасних засобів перевірки.

Не менш важливим є розвиток систем аналізу інформації. На основі зібраних даних формується загальна картина обстановки, що дозволяє виявляти потенційні загрози та прогнозувати розвиток подій.

Розвиток інформаційних та автоматизованих систем пов’язаний із модернізацією технічної бази. Використання сучасного обладнання та програмного забезпечення дозволяє підвищити продуктивність систем і розширити їх функціональні можливості. Водночас це потребує значних ресурсів і планування.

Окремим напрямом є підготовка персоналу. Ефективне використання інформаційних систем можливе лише за умови належного рівня підготовки фахівців. Це вимагає постійного навчання та підвищення кваліфікації, а також адаптації освітніх програм до сучасних вимог.

Розвиток інформаційних систем також пов’язаний із розширенням міжнародного співробітництва. Обмін інформацією з відповідними органами інших держав дозволяє підвищити ефективність боротьби з транскордонною злочинністю та іншими загрозами.

У перспективі розвиток інформаційних систем у Державній прикордонній службі України буде спрямований на подальшу інтеграцію, автоматизацію та підвищення ефективності їх використання. Важливим завданням є створення єдиного інформаційного простору, який забезпечить доступ до необхідних даних для всіх рівнів управління.

Таким чином, інформаційні та автоматизовані системи відіграють важливу роль у забезпеченні діяльності Державної прикордонної служби України. Їх розвиток сприяє підвищенню ефективності управління, покращенню контролю за обстановкою на державному кордоні та зміцненню національної безпеки. Подальше вдосконалення цих систем є необхідною умовою успішного виконання завдань, що стоять перед службою.

Задерієнко С.І., канд. військ. наук, доцент
НАСВ

СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ У ЗАДАЧАХ ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ МАРШРУТІВ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Практика повсякденної діяльності військ свідчить про те, що без залучення наземних роботизованих комплексів (НРК) сьогодні неможливо виконувати логістичні завдання у безпосередній близькості до лінії зіткнення з противником. Це, в свою чергу, вимагає дієвого планування логістичних маршрутів в режимі реального часу для досягнення високої швидкості транспортування корисного навантаження, імовірного маневрування у необхідних випадках і точного прибуття НРК у визначений час у призначений пункт (район).

Одним з варіантів розв'язання оптимізаційної задачі вибору логістичного маршруту є перебір доступних варіантів з огляду на дані про місцевість, дії противника, положення наших військ, отримані з різних інформаційних джерел: супутникових знімків, радарів і сенсорів засобів розвідки, розшифровок радіоперехоплень, GPS-трекерів тощо. Усі ці дані надходять для обробки у національну військову систему ситуаційної обізнаності “Дельта”. Інфраструктура “Дельти” з 2022 року функціонує як “хмарний сервіс” і є спільним пулом обчислювальних ресурсів Сил безпеки та оборони України.

Система “Дельта” надає посадовим особам логістики крім інструментів автентифікації та доступу до власних даних потужну операційну інфраструктуру для проведення вимірювань

та обчислень. Вона суттєво розширює можливості з виявлення дорожніх перешкод, координації роботи багатьох НРК у режимі відеоспостереження, моделювання маршруту руху НРК з огляду на безпеку логістичної операції та її результативність.

Централізуючи збір і обчислення даних, система ситуаційної обізнаності може допомогти виявити потенційні зіткнення НРК з перешкодами, обирати пункти перевантаження та уникати проблемного маршруту ще до того, як почався рух і виконання логістичної операції, динамічно регулюючи траєкторію кожного комплексу. Цей централізований контроль дозволяє інтелектуально планувати шляхи підвезення та евакуації, розподіляти пріоритетні завдання та енергоефективно маршрутизувати не лише на цифровій мапі, а і на місцевості.

В основі задачі планування логістичного маршруту НРК лежить завдання пошуку оптимального шляху, який мінімізує “сумарну вартість” навігації. Вартість зазвичай враховує загальну довжину транспортного плеча, близькість кінцевої точки маршруту до противника, час на подолання імовірних перешкод, швидкість руху НРК, споживання ним енергії, але вона може включати також додаткові параметри, такі як витрати на маскування або зусилля на перенесення початкової точки старту в запасний район.

Архітектура інтеграції елементів бойового управління формує у посадової особи логістики ситуаційну обізнаність, а базовим компонентом системи є інформація, яка включає в себе зібрані та оброблені відомості (дані) про оперативну (тактико-тилову) обстановку та середовище, а також інформаційні бази даних, які містять як необроблені матеріали, так і готові висновки за наявними даними. Сукупність розвідувальної інформації забезпечує підтримку прийняття логістичних рішень та координацію спільних дій. Інтеграція з входами датчиків у реальному часі, прогнозною аналітикою та системами управління логістикою покращує здатність системи планування реагувати на неочікувані й очікувані ситуативні зміни, такі як зміна погоди, радіоперешкоди або вогневий вплив противника.

Таким чином, використання систем ситуаційної обізнаності відкриває нові можливості для планування, чого важко досягти за допомогою локальних систем.

Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
Чорняк І.І.
НАСВ

ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВІ ШТАБИ ТА ЦЕНТРИ БОЙОВОГО УПРАВЛІННЯ

На сучасному етапі російсько-Української війни серед інноваційних рішень, які активно використовують на полі бою, як наші війська так і війська противника, дедалі ширше знаходять своє місце платформи штучного інтелекту.

Вони дозволяють не тільки аналізувати великі обсяги даних, отриманих з різноманітних сенсорів та інших доступних джерел, допомагати швидко та точно виявляти живу силу і військову техніку противника, з метою їх ефективного знищення, але і здійснювати планування та управління бойовими діями.

Насамперед це стосується роботи штабів, де швидкість аналізу, точність прогнозів і здатність оперативно напрацьовувати пропозиції і обробляти інформацію з різних джерел визначають успіх операцій. Штучний інтелект (ШІ), який сьогодні інтегрується у військові штаби та центри бойового управління, змінює підходи до ухвалення рішень, відкриває нові можливості для аналітики та вже впливає на тактику й стратегію.

Відомо, що штабна робота фактично базується на злагодженій праці певної групи військових фахівців. Існуючі в цій екосистемі процеси необхідні для збору інформації, проведення аналізу та планування місій і прийняття відповідних рішень для їхньої практичної бойової реалізації, як безпосередньо при плануванні нових завдань, так і в разі зміни обстановки або подій, які вже відбуваються на полі бою.

Слід зазначити, що якщо навіть штаб в своїй роботі використовує ШІ або посилений машинним «розумом», то визначальним при цьому все одно залишається людський чинник, усталені процеси та відповідні процедури. Також додатково з'являються певні автоматизовані системи: канали збору і дообробки даних, аналітичні модулі.

Крім цього, це ще й певні інструменти для швидкого генерування варіантів можливих пропозицій. Це підготовка попередніх розрахункових і технічних завдань, які дозволяють передбачити можливі варіанти для маневрів і пришвидшити ухвалення рішення безпосередньо штабом щодо певних процесів які відбуваються чи ситуації яка складається на полі бою.

Сучасне поле бою вже, зокрема і в Україні, настільки насичене різними сенсорами, датчиками, дронами, системами реагування, передачі розвідувальних даних, локальними системами збору та обробки інформації, що це призводить до того, що повноцінно обробити такий обсяг інформації люди фактично не можуть.

Тому виникає необхідність застосування відповідних систем з машинним навчанням, зі штучним інтелектом, які дозволяють автоматизовувати такі процеси.

Це стосується і систем аналізу та обробки інформаційних потоків, які можуть давати якщо не готові рішення у вигляді команд, то принаймні додаткові поради для штабних офіцерів щодо того, як більш ефективно використовувати ту інформацію, яка надходить. А також помічати певні ключові зміни в обстановці або її особливості, що можуть бути важливими для ухвалення управлінських рішень на полі бою.

Таким чином, в сучасних умовах штучний інтелект перестав бути лише інструментом автоматизації – сьогодні він стає повноцінним учасником процесів планування та управління в арміях передових країн світу.

Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Живчук В.Л., канд. техн. наук
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Досвід ведення бойових дій в ході російсько-Української війни, свідчить про зростаючу потребу у впровадженні автономних навігаційних технологій, що не залежать від глобальних супутникових навігаційних систем (GNSS). Використання противником засобів радіоелектронної боротьби, включно з активним придушення сигналів GPS та спуфінгом (підміною координат), значно ускладнює або повністю унеможливлює застосування традиційних навігаційних методів у безпілотних навігаційних комплексах (БпАК). Тому гостро постає питання розвитку автономних і незалежних від впливу зовнішніх чинників систем навігації, а питання автономної навігації БпАК набуває особливої актуальності.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування технологій оптичної навігації. Інтеграція на борт БпЛА оптичних навігаційних систем дозволяє забезпечити орієнтацію літального апарата у повітряному просторі без використання зовнішніх радіо- або акустичних сигналів.

Такі системи функціонують на основі аналізу візуальних даних, отриманих від власних оптичних сенсорів та їх обробленні з метою оцінювання просторового положення літального апарата. При цьому обробка отриманих зображень здійснюється із застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору, візуальної одометрії та візуальної локалізації в реальному або наближеному до реального масштабі часу.

Важливо зазначити, що технології оптичної навігації є не лише альтернативою, а й доповненням до інерціальних систем. Оптична навігація не існує у відриві від інших методів. Вона ефективно доповнює інерціальні навігаційні системи (IMU), компенсуючи їхній дрейф при тривалих польотах. Використання комбінованих рішень, таких як VINS-Fusion, OKVIS, RViO, забезпечує високу точність завдяки злиттю даних камери та IMU.

Алгоритми оптичної навігації, зокрема SLAM, Visual Odometry, нейронні моделі для визначення положення та орієнтації, стають основою для побудови сучасних автономних систем управління БпАК.

Паралельно з цим активно впроваджуються методи на базі глибокого навчання: DeepVO, SuperPoint+SuperGlue, гібридні CNN-RNN архітектури. Вони дозволяють інтегрувати дані від багатоспектральних, тепловізійних та нейромережевих компонентів, що особливо важливо для застосування в різних умовах, зокрема складної радіоелектронної обстановки, в нічних умовах та при задимленні.

Таким чином, дослідження технологій оптичної навігації з подальшим їх впровадженням є ключем до побудови незалежної, безпечної та ефективної системи управління БпАК, що здатна працювати в умовах інформаційного вакууму та технічного супротиву. Це не лише крок до технологічної автономії, а й гарантія переваги у сучасній війні.

Отже, актуальність досліджень у галузі оптичної навігації обумовлена не лише потребами технологічного розвитку, а й конкретними умовами сучасних воєнних конфліктів, де перевага у автономності БпАК перетворюється на перевагу в бою. В сучасних умовах побудова незалежних навігаційних систем є стратегічним кроком до зміцнення обороноздатності та технологічного суверенітету.

Івахів О.С., канд. політ. наук
Кудимов С.М.
Міхін А.Ю.
НАСВ

ТЕХНОЛОГІЗАЦІЯ ТА МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІСТЬ – НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ

Технологізація та мережецентричність ведення сучасних бойових дій за досвідом війни за незалежність України висувають нові виклики до підготовки особового складу Збройних Сил України.

До ключових особливостей підготовки особового складу щодо адекватного реагування на зміни парадигми сучасної війни перш за все варто віднести:

технологічну грамотність – навчання роботі з сучасними інформаційно-телекомунікаційними системами управління та зв'язку, безпілотними системами задля забезпечення автоматизованого

управління, швидшої передачі даних, навігації та автоматизації цілевказання, що значно пришвидшує цикл “виявив-вразив”, вміння використання Starlink та інших супутникових систем для забезпечення зв'язку на всіх рівнях суттєво впливає на безпеку та координацію;

інформаційну взаємодію – тренування, доведені до підсвідомого автоматизму, навичок швидкого обміну інформацією між різними видами (родами) військ для створення єдиної картини бою;

автономність підрозділів – виховання ініціативності, здатності молодших командирів та довіра їм самостійно приймати рішення на основі отриманої “мережевої” інформації, не чекаючи наказів зверху і об’єктивний feedback;

моделювання бойових дій – використання симуляторів та комп'ютерних навчальних програм під час планування та розіграшу сучасного високотехнологічного бою, де ситуація змінюється вкрай динамічно та обмежена ліченими хвилинами;

швидкість та адаптивність – відпрацювання навичок максимально швидкого маневрування елементами бойового порядку, що підтримуються мережею;

вміння (розуміння) застосовувати безпілотні системи – безпілотні літальні апарати та наземні роботизовані комплекси на сьогодні виконують розвідку, корегування і ведення вогню, логістичні та евакуаційні завдання, мінімізуючи ризик для піхоти;

розуміння азів та принципів радіоелектронної боротьби та радіоелектронної розвідки – “конструктруктивне” усвідомлення ролі засобів протидії стає ключовим для захисту від ворожих безпілотних засобів та ВТЗ, оскільки вони без зв'язку стають значно не ефективнішими;

отримання навиків використання високоточної зброї – перевага на сьогодні надається розумним боєприпасам, що дозволяє при мінімальних витратах паралізувати ворога, а не лише його виснажувати;

набуття знань та спроможностей протидіяти “прозорому” полю бою, оскільки дрони (безпілотні системи) максимально знижують можливість прихованого маневру, вимагаючи жорсткого маскування, розосередження сил, максимально прихованого застосування;

адаптивне розуміння ролі піхоти – незважаючи на сучасні виклики звичайний піхотинець залишається “скелетом” війська, але водночас вже потребує високих технічних навичок для управління сучасними засобами ведення бойових дій;

сприйняття трансформацій у логістиці – перехід від великих запасів до швидкого постачання, використання 3D-друку для запчастин, децентралізація, Є-програми забезпечення (заохочення);

здатність до саморозвитку та навчання підлеглих – активне впровадження VR-тренажерів, технологій та навчальних програм, що базуються на реальному досвіді бойових дій.

Отже, лише високі технологічні та швидкі управлінські рішення – основа нашої Перемоги над переважаючим агресором, а підготовка особового складу до цього вимагатиме постійного оновлення як фахових військових публікацій (Smartbook), так і методів навчання відповідно до розвитку технологій, мультидоменних спроможностей та досвіду застосування Сил безпеки та Сил оборони України.

Ільяш А.О.
Кінь Н.В.
ЦНДІ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ NATO FMN У ПЕРСПЕКТИВНІ АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗС УКРАЇНИ

Трансформація сучасного безпекового середовища та необхідність відсічі повномасштабній агресії вимагають від Збройних Сил України (ЗСУ) невідкладного переходу на стандарти НАТО, де ключову роль відіграє концепція Federated Mission Networking (FMN). Впровадження FMN є стратегічним імперативом для досягнення технологічної та процедурної інтероперабельності, що дозволяє реалізувати сучасні підходи, такі як Integrated Action та багатодоменні операції (MDO). Юридичне підґрунтя для цього процесу вже закладено Наказом МОУ № 56 щодо військової стандартизації та Законопроєктом № 10062, який легалізував використання хмарних ресурсів країн Альянсу для розміщення військових систем.

Центральним елементом практичної реалізації стандартів FMN в Україні виступає система ситуаційної обізнаності Delta, яка побудована на принципах Cloud-Native і регулярно підтверджує свою взаємосумісність на міжнародних навчаннях CWIX. Використання специфікацій FMN дозволяє подолати проблему ізольованих “інформаційних колодязів”, забезпечуючи єдиний погляд на поле бою (Single View of the Battlespace) через інтеграцію даних від різних сенсорів. Технологічний стек перспективних АСУ має базуватися на принципах федеративного ядра (Federated Core), управлінні ідентифікацією (IdAM) та захищеній мережі ядра (PCN) для забезпечення зв’язності у складних умовах.

Особливої уваги заслуговує роль FMN у реалізації доктринального підходу Integrated Action, де успіх досягається через оркестрацію всіх спроможностей – від вогневого ураження до інформаційного впливу. Це забезпечує синхронізацію об’єднаних функцій у реальному часі, надаючи командирам інструменти для реалізації місійного командування на основі спільного розуміння обстановки. Подальший розвиток АСУ за дорожньою картою FMN передбачає впровадження Спіралей 5 та 6, які інтегрують стандарти моделювання та симуляції (HLA, C2SIM) для віртуального відпрацювання бойових завдань. Це гарантує швидкість релевантності дій ЗСУ через безперешкодний обмін даними з багатодоменними платформами партнерів.

Ефективність таких операцій неможлива без переходу від застарілої периметральної моделі захисту до даноцентричної безпеки (Data-Centric Security) та архітектури Zero Trust. Впровадження стандартів STANAG 4774 та 4778 щодо криптографічного маркування (labelling) об’єктів даних є ключовим для автоматизації контролю доступу та безпечного обміну інформацією з партнерами. Для подальшого успішного розвитку рекомендується завершити імплементацію C3 Taxonomy НАТО у національні стандарти, пріоритезувати мікросервісну архітектуру при розробці нових ІТ-рішень та активно залучати фахівців до міжнародних освітніх програм і випробувань для формування експертизи у сфері Service Management and Control.

Висновки підтверджують, що впровадження стандартів FMN є безальтернативним шляхом побудови високоефективного війська, здатного діяти в єдиному інформаційному просторі з провідними країнами світу. Це дозволить Україні не лише посилити власну обороноздатність через технологічну перевагу, а й стати надійним та інтегрованим елементом системи колективної безпеки НАТО.

Ільяшов О.А., д-р військ. наук, професор
Щербань К.А.
НДІ ВР

ВРАХУВАННЯ АНАЛІЗУ ВОЄННО-НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ У ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються суттєвим зростанням ролі науково-технологічних чинників. Розвиток і застосування алгоритмів штучного інтелекту, автономних безпілотних систем, кіберможливостей та сучасних інформаційних технологій докорінно трансформували характер ведення бойових дій. За таких умов ефективність розвідувального забезпечення залежить від здатності оцінювати науково-технологічні інновації противника, використовуючи інтегровані інформаційно-аналітичні системи на основі штучного інтелекту.

В умовах російсько-Української війни бракує інформаційно-аналітичних систем, які б враховували оцінювання наукових, технологічних та інноваційних спроможностей противника. Традиційні підходи, що характеризуються лише оцінкою кількісних показників, вже не забезпечують об'єктивного оцінювання всього наявного потенціалу противника, зокрема, воєнно-наукового. Саме тому виникає потреба у комплексному оцінюванні воєнно-наукового потенціалу противника як основного елемента перспективних інформаційно-аналітичних систем розвідувального забезпечення.

У доповіді авторами проаналізовано зарубіжні підходи (США, держав-членів НАТО, КНР та російської федерації) та критерії оцінювання воєнно-наукового потенціалу за сукупністю взаємопов'язаних показників, серед яких: фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, освітньо-кадровий потенціал, рівень технологічного та інноваційного розвитку, спроможності оборонно-промислового комплексу, а також рівень інтеграції науки у військовий сектор тощо. Сучасні та перспективні інформаційно-аналітичні системи мають бути засновані на інтегрованих підходах, що поєднували б не тільки оцінювання сил і засобів противника, а також його наукові, технологічні та інноваційні спроможності.

Запропонований авторами методичний підхід до оцінювання воєнно-наукового потенціалу, що заснований на аналізі технологічної компоненти, дасть змогу комплексно оцінювати спроможності противника, а саме його воєнно-науковий потенціал.

У доповіді автори наголошують, що оцінювання воєнно-наукового потенціалу противника є важливою складовою сучасних та перспективних інформаційно-аналітичних систем розвідувального забезпечення в умовах довготривалої російсько-Української війни. Інтеграція наукових, технологічних та інноваційних показників у єдину систему оцінювання дасть змогу об'єктивно визначати спроможності противника, прогнозувати тенденції та загрози, які походять від воєнно-наукового потенціалу, що, своєю чергою, підвищить ефективність розвідувального забезпечення та прийняття управлінських рішень командирами (начальниками).

Отже, у доповіді автори пропонують: врахувати та інтегрувати оцінювання воєнно-наукового потенціалу в інформаційно-аналітичні системи розвідувального забезпечення; застосовувати комплексні підходи до оцінювання наукових, технологічних та інноваційних спроможностей противника; розширити використання методів та підходів на основі зарубіжного досвіду щодо прогнозування та моніторингу технологічної та інноваційної спроможностей противника; розробити алгоритми із застосуванням штучного інтелекту щодо автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень на основі математичних моделей оцінювання воєнно-наукового потенціалу противника.

Іщенко Д.А., канд. техн. наук, доцент
Стрінада В.В., канд. техн. наук, доцент
ЖВІ

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИКРИТТЯ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ВІД УРАЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИМИ СИСТЕМАМИ

Перевага протиставних спроможностей сил і засобів розвідувально-ударних безпілотних (БпС) систем щодо сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) або навпаки: РЕБ над БпС, має вирішальне значення для досягнення мети їх протиборства – БпС щодо ураження об'єкта або захисту, щодо прикриття об'єктів засобами РЕБ. Така перевага визначається якістю та кількістю (абсолютної та відносної) засобів (зразків, комплексів, систем), досконалістю теорії застосування підрозділів (військових частин), що реалізується у практиці виконання завдань за призначенням особовим складом (персоналом), який має певний рівень підготовки, мотивації та злагодженості. Залежність ефективності БпС від навігаційних технологій, що передбачають сумісне застосування автономних приладів (бортових) інерціальних навігаційних систем у комплексі з бортовими приймальними радіоелектронними засобами каналів супутникової навігації, робить їх вразливими до радіоелектронних перешкод, організованих з використанням засобів РЕБ.

У сукупності факторів переваги у протиборстві БпС і РЕБ особливе значення визначається:

технічним фактором – оптимальністю систем наведення (СН) БпС на об'єкти, призначені для ураження або систем радіоелектронного прикриття таких об'єктів засобів РЕБ виявлення та подавлення радіоперешкодами каналів бортових приймачі супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) безпілотних літальних апаратів противника;

тактичним фактором – досконалістю спеціальної тактики підрозділів щодо прогнозування їх бойової ефективності в різних умовах тактичної і радіоелектронної обстановки.

Пропоновано для прогнозування бойової ефективності підрозділів використовувати певний безрозмірний показник – ступінь реалізації бойових можливостей виконання цільового завдання в умовах (для БпС) або шляхом (для РЕБ) подавлення.

Пропонується цільова ідея концепції ефективності прикриття – застосування засобів РЕБ збільшує навігаційну похибку платформи (оскільки приймачі каналів СРНС не працюють, СН працює лише за інерціальної складової) у зоні подавлення, тому чим більший час у зоні та чим інтенсивніше подавлення, тим вищі значення показників відхилення, тим менш імовірність ураження та, відповідно, вища імовірність неураження (збереження об'єкта). тим вище "ефективніше" прикриття.

Надано порядок визначення імовірності події: для БпС – влучання по наземному об'єкту, а підрозділів РЕБ – недопущення влучання за дезорганізацією СН, а оцінювання ефективності дій сил і засобів РЕБ проводити за приростом ймовірності промаху.

Для прогнозування їх бойової ефективності в бойовій обстановці, що очікується, пропонується умови радіоелектронної обстановки формалізувати частковими показниками: готовності – частку часу працездатності засобів до загального часу прогнозованого бойового епізоду; покриття – частка наявної площі до потрібної у прогнозованому бойовому епізоді (обмеження: достатність енергетики у потрібній зоні).

Інтегрований показник визначається шляхом добутку приросту ймовірності промаху з частковими показниками готовності та покриття.

Калита О.І.
НАДПСУ

КІБЕРЗАХИСТ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ

У сучасних умовах ведення бойових дій, зокрема під час відсічі збройної агресії російської федерації проти України, інформаційно-комунікаційні системи (ІКС) набули статусу критично важливого елемента бойового управління, розвідки, навігації та координації сил і засобів. Розгортання розподілених мереж, що об'єднують польові вузли зв'язку, мобільні командні пункти, безпілотні літальні апарати, сенсорні системи та хмарні сервіси, забезпечує гнучкість і оперативність управління, однак водночас суттєво розширює площину атак. Умови гібридної війни характеризуються поєднанням кібернетичних впливів, радіоелектронної боротьби, інформаційно-психологічних операцій та фізичного ураження елементів інфраструктури, що формує новий клас загроз для ІКС.

Ключовою проблемою є обмежена ефективність традиційних підходів до кіберзахисту, які базуються на централізованих моделях контролю та статичних політиках безпеки. У бойових умовах такі системи не здатні забезпечити належну стійкість через динамічну зміну топології мереж, використання тимчасових каналів зв'язку (зокрема супутникових, радіорелейних), обмеженість обчислювальних ресурсів та високу інтенсивність комбінованих атак. Особливо небезпечними є сценарії компрометації вузлів мережі з подальшим поширенням шкідливого впливу, перехоплення або підміни даних управління, а також синхронізовані кібератаки у поєднанні з засобами РЕБ, що призводить до дестабілізації систем управління підрозділами.

Перспективним напрямом підвищення рівня захищеності ІКС є впровадження децентралізованих адаптивних архітектур кіберзахисту, що ґрунтуються на принципах Zero Trust. Такий підхід передбачає відсутність апріорної довіри до будь-якого елемента системи та реалізацію постійної автентифікації і авторизації всіх вузлів і користувачів. Важливим складником є мікросегментація мережі, яка дозволяє локалізувати потенційні інциденти та запобігати їх поширенню. Додатково доцільним є застосування технологій програмно-визначених мереж і віртуалізації функцій мережі, що забезпечують оперативну зміну конфігурації каналів зв'язку, балансування навантаження та ізоляцію уражених сегментів.

Особливу роль відіграє інтеграція алгоритмів машинного навчання для аналізу мережевого трафіку та поведінкових характеристик користувачів і вузлів. Це дає змогу здійснювати раннє виявлення аномалій, прогнозування потенційних атак і автоматизоване реагування на інциденти. У контексті протидії радіоелектронному впливу доцільним є поєднання кіберзахисту з технологіями адаптивного управління спектром, використання резервних каналів зв'язку та автоматичного перемикання між ними.

Практична значущість запропонованих підходів полягає у можливості створення багаторівневої системи кіберзахисту, здатної функціонувати в умовах високої невизначеності та обмежених ресурсів. Для Збройних Сил України та Державної прикордонної служби це забезпечує підвищення стійкості систем управління, збереження цілісності та конфіденційності даних, а також безперервність функціонування інформаційних сервісів навіть за умов активного протиборства з противником. Реалізація таких рішень сприятиме підвищенню ефективності застосування озброєння та військової техніки, зокрема безпілотних систем і засобів розвідки.

Отже, забезпечення кіберзахисту розподілених ІКС в умовах гібридних загроз є комплексним завданням, що потребує поєднання сучасних технологій, адаптивних підходів та інтеграції з іншими складовими інформаційної безпеки.

Касаткін Є.В.
Єфімов Г.В., канд. наук з держ. упр., старш. наук. співроб.
НАСВ

РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯК ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ

Цифровізація управління є однією з ключових тенденцій модернізації сучасних збройних сил. В умовах протидії інформаційно та технологічно оснащеному противнику ефективність командування й управління визначається швидкістю збору, обробки та передачі інформації, що зумовлює нагальну потребу в розвитку цифрових систем управління (ЦСУ).

Цифрові системи управління забезпечують повний цикл управлінських процесів: від збору розвідувальної та оперативної інформації до контролю виконання прийнятих рішень. Їх впровадження дозволяє скоротити час прийняття рішень; підвищити обґрунтованість рішень; забезпечити координацію дій підрозділів на різних рівнях.

ЦСУ забезпечують збір, передачу та обробку інформації в реальному часі; формування єдиної оперативної картини обстановки; підтримку процесу прийняття рішень; доведення управлінських впливів до підрозділів; організацію зворотного зв’язку та контролю виконання рішень. Основними напрямами розвитку ЦСУ є інтеграція різнорідних інформаційних систем для створення єдиного інформаційного простору; застосування геоінформаційних технологій для підвищення точності планування та моніторингу; автоматизація аналітичних процесів з метою прискорення оцінки ситуації; впровадження елементів штучного інтелекту (ШІ) для обробки великих масивів даних та виявлення закономірностей; посилення кіберзахисту для забезпечення стійкості інформаційних потоків.

Особливо перспективним є використання ШІ для підтримки прийняття рішень та зниження навантаження на персонал, що дозволяє підвищити якість управління в умовах інформаційного перенавантаження. Ефективність цифрових систем визначається їхньою стійкістю. Досягнення стійкості передбачає резервування каналів зв’язку та обчислювальних ресурсів; децентралізацію обробки даних; можливість швидкого переходу на альтернативні варіанти управління у випадку порушення основної системи.

Для Сил територіальної оборони ЦСУ висувають специфічні вимоги, серед яких: здатність працювати в умовах обмеженої інфраструктури та обмеженого технічного забезпечення; сумісність із військовими та цивільними системами; простота використання для особового складу різного рівня підготовки; швидке розгортання та масштабування систем у кризових ситуаціях. Важливою проблемою залишається фрагментація інформації через відсутність єдиних стандартів і несумісність різнорідних систем. Цей фактор знижує оперативну ефективність управління та потребує стандартизації процедур і підготовки персоналу.

Таким чином:

1. Цифрові системи управління формують основу сучасного управління військами та підрозділами Сил територіальної оборони.

2. Пріоритетом розвитку має стати інтеграція різнорідних інформаційних ресурсів для створення єдиного інформаційного середовища.

3. Необхідно забезпечити баланс між складністю систем та їх стійкістю в умовах обмежених ресурсів.

4. Для Сил територіальної оборони критично важливим є впровадження простих, адаптивних і надійних рішень, здатних швидко розгортатися та масштабуватися.

5. Доцільно посилити підготовку особового складу, стандартизувати процедури роботи в ЦСУ та забезпечити сумісність систем між підрозділами різновідомчих структур.

Кикоть О.О.
Алєксєєва М.В.
ВІКНУ

ЯК ВТРАТА ЗВ'ЯЗКУ ВПЛИВАЄ НА УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

Ефективність автоматизованих систем управління військами залежить від стабільного та безперервного обміну даними. Через канали зв'язку передаються команди, уточнюється оперативна обстановка, здійснюється координація між підрозділами та контролюється виконання рішень. Порушення або повна втрата зв'язку призводить до часткової втрати керованості та ускладнює функціонування всієї системи.

Першою проблемою є зниження актуальності інформації. Дані про стан підрозділів, переміщення сил та зміну обстановки надходять із затримкою або не надходять взагалі. Це змушує командування ухвалювати рішення на основі неповної або застарілої інформації, що зменшує їх точність і ефективність.

Другим наслідком є порушення взаємодії між підрозділами. За відсутності стабільного інформаційного обміну окремі елементи системи починають діяти ізольовано. Це призводить до втрати узгодженості дій, коли підрозділи виконують завдання без повної координації з іншими елементами управління.

Третім аспектом виступає відсутність або суттєве обмеження зворотного зв'язку. Командування не отримує підтвердження виконання наказів, не має повної інформації про результати дій та реальний стан підрозділів. У таких умовах контроль ситуації стає фрагментарним, а можливості коригування рішень обмежуються.

Також порушується логіка управлінського циклу, який включає збір інформації, її аналіз, прийняття рішень і контроль виконання. При втраті зв'язку цей цикл починає працювати із затримками або розривається на окремі етапи, що знижує загальну ефективність управління.

Додатково зростає навантаження на органи управління. Частина функцій, які раніше виконувалися автоматизовано, переходить у ручний режим. Це збільшує обсяг інформації, що потребує обробки, знижує швидкість реакції та підвищує ймовірність помилок через перевантаження персоналу.

У підсумку зменшується керованість підрозділів та знижується ефективність автоматизованої системи в цілому. У таких умовах зростає значення резервних каналів зв'язку та здатності підрозділів діяти автономно при обмеженій або відсутній комунікації з центрами управління.

Тому втрата зв'язку в автоматизованих системах управління військами впливає на всі етапи управлінського процесу від збору інформації до контролю виконання рішень. Коли зв'язок порушується, дані надходять із затримкою або неповністю, через що складніше правильно оцінювати обстановку і приймати обґрунтовані рішення. Зникає також можливість оперативно перевіряти виконання наказів і швидко реагувати на зміни ситуації. У результаті зменшується узгодженість дій підрозділів і знижується загальна ефективність управління.

Коберський О.В.
Гурський Т.Г., канд. техн. наук, доцент
НДІ ВР

АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ЩОДО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ВІЙСЬКОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Сучасні системи військового радіозв'язку (СВРЗ) є складними організаційно-технічними системами. Їх ефективне функціонування неможливе без якісного управління силами та засобами, що входять до їх складу, та якісного автоматизованого керування процесами передавання, оброблення, приймання даних та взаємодії з посадовими особами органів військового управління, в інтересах яких здійснюється інформаційний обмін.

Управління СВРЗ включає адміністративну (організаційно-технічну) та технічну (оперативно-технічну) складові.

Організаційно-технічне управління, у тому числі планування, повинне забезпечити адаптацію структури СВРЗ до прогнозованих ситуацій (часткове або повне виведення з ладу радіоцентрів внаслідок вогневого ураження, порушення їх функціонування через вплив засобів радіоелектронної боротьби, проведення планових і позапланових ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання тощо) з метою підтримання показників ефективності функціонування системи (достовірності, оперативності та прихованості передавання інформації) на необхідному рівні. Організаційно-технічне управління СВРЗ здійснюється структурними підрозділами (посадовими особами) органів військового управління. На рівні організаційно-технічного управління СВРЗ повинне здійснюватися обґрунтоване планування сил та засобів, необхідних для забезпечення зв'язку в бойовій операції, варіантів їх бойового застосування в залежності від конкретних умов обстановки, а також планування розвитку системи.

Оперативно-технічне керування має забезпечувати в реальному часі адаптацію структури системи до змін станів контрольованих елементів та обсягів навантаження, що надходить.

До завдань системи організаційно-технічного керування СВРЗ можна віднести статистичний аналіз якості, включаючи збір та аналіз статистичних даних про роботу елементів системи з метою покращення експлуатаційних характеристик та планування її розвитку.

Система оперативно-технічного керування радіомережами СВРЗ повинна вирішувати такі завдання: збирання та оброблення інформації про стан обладнання системи; виявлення та локалізацію несправностей апаратури та ділянок мереж; керування навантаженням; зміну, при необхідності, конфігурації мереж; сприяння плануванню розвитку СВРЗ. Статистичні дані щодо несправностей, ефективності функціонування СВРЗ у різних умовах повинні надавати змогу посадовим особам, що здійснюють організаційно-технічне управління, здійснювати заходи щодо усунення виявлених недоліків та підвищення показників ефективності функціонування системи. При проєктуванні системи оперативно-технічного керування важливими аспектами є визначення необхідної кількості керуючої інформації, забезпечення виконання вимог із затримки та достовірності при її передаванні, а також вартості системи.

Оперативно-технічне керування СВРЗ реалізує чергова зміна вузлів зв'язку, радіоцентрів, бойових постів. Воно забезпечується автоматизованими системами контролю (моніторингу) за станом обладнання, протоколами встановлення зв'язку, службового обміну тощо.

Створення ефективної системи управління СВРЗ неможливе без застосування математичного апарату багатокритерійної оптимізації. Синтез алгоритмів управління (керування) ВСРЗ може бути векторним (з урахуванням декількох показників якості) або глобальним (з урахуванням усіх суттєвих показників, у тому числі й економічних).

Ковалевська Н.В.
Ковалевський С.М., канд. техн. наук, доцент
Пономарь А.В.
Крикун В.В.
ХНУПС

ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ КИТАЙСЬКИХ РЛС ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, ТИПОВІ НЕДОЛІКИ, ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ЗАКУПІВЕЛЬ

Глобальний ринок військових радіолокаційних систем (РЛС) демонструє стале зростання, за прогнозами, обсяг може досягти 263,4 млрд доларів США до 2034 року. Провідні позиції зберігає Північна Америка (38,1% ринку), однак найвищу динаміку розвитку демонструє Азійсько-Тихоокеанський регіон. У цьому контексті Китай посідає друге місце у сегменті наземних РЛС із часткою близько 10% та випереджає провідних європейських виробників.

Ключовими виробниками китайських РЛС є державні корпорації CETC та CASIC, що забезпечують повний цикл розроблення та виробництва. Номенклатура сучасних експортних зразків включає РЛС дальнього виявлення JYL-1, JY-26, JY-27A, а також РЛС середньої дальності JY-11B і YLC-18A. Задекларовані виробниками тактико-технічні характеристики цих систем, зокрема максимальна дальність виявлення від 250 до 800 км залежно від зразка, позиціонуються як конкурентоспроможні щодо західних аналогів. Поряд із відносно нижчою вартістю та відсутністю жорстких політичних обмежень на постачання такі умови роблять китайську продукцію привабливою для держав, позбавлених доступу до сучасних технологій виробництва.

Водночас практика бойового застосування та тривалої експлуатації виявляє суттєві відмінності між маркетинговими заявами та реальними показниками. Критичні відмови зафіксовано у низці країн-операторів. Показовим є досвід операції США у Венесуелі у січні 2026 року, де китайські РЛС виявилися нездатними забезпечити ефективний радіолокаційний контроль повітряного простору. Шрі-Ланка зіткнулася із масовими відмовами компонентів станцій YLC-18. Постачальник (CETC International) відмовив у проведенні ремонту, не запропонувавши жодних альтернативних рішень. В аналогічній ситуації Пакистан вже тривалий час очікує повернення БпЛА, відправлених на заводський ремонт. Відмічається наявність труднощів із постачанням запчастин у Бангладеш для закупленої бронетанкової техніки корпорації Norinco. Аналіз зазначених випадків свідчить, що типові недоліки передусім стосуються датчиків, виконавчих пристроїв, бортових комп'ютерів і прецизійних компонентів радіоелектронних систем.

Реакція виробників на рекламації проявляється у відмовах від ремонту, затягуванні гарантій та перекладанні відповідальності на покупця, що відображає стратегію мінімізації зобов’язань. Незадовільна якість зумовлена поєднанням корупції, технологічних прогалин і поспішного впровадження систем, що обумовлює відставання та ненадійність техніки.

З урахуванням викладеного, для вдосконалення системи оборонних закупівель України доцільно вимагати проведення незалежних випробувань перед укладанням контракту; чітко фіксувати зобов'язання щодо постпродажної підтримки та постачання запчастин із санкціями за їх порушення; здійснювати оцінювання сукупної вартості володіння протягом повного життєвого циклу; уникати стратегічної залежності від єдиного постачальника. Ключовими критеріями відбору мають бути архітектурна сумісність із національною системою ППО, підтверджена перешкодостійкість і живучість в умовах багатодоменного впливу та гарантоване забезпечення повного життєвого циклу виробу.

Коваль В.В., канд. техн. наук, доцент
Ячна І.Г.
Слободенюк Ю.В.
ННВП

ОСНОВНІ ТИПИ ЗВ'ЯЗКІВ В ДЕРЕВОПОДІБНІЙ МЕНТАЛЬНІЙ КАРТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РЕБ НАПРЯМУ В СИЛАХ ОБОРОНИ

У попередніх роботах було запропоновано використання методології ментальних карт для оптимізації процесів обміну інформацією між різними рівнями управління військовими підрозділами.

При побудові карти з деревоподібною структурою фундаментальним чинником є визначання набору вертикальних та горизонтальних комунікаційних ліній (гілок) карти.

З урахуванням функціонування корпусної системи Сил оборони та розгляду конкретного напряму діяльності – радіоелектронної боротьби загальна ієрархічна схема комунікації між рівнями управління міститиме такі вузли:

- начальник РЕБ служби корпусу;
- начальники РЕБ груп бригад;
- командири РЕБ батальйонів / рот;
- командири РЕБ відділень інших підрозділів.

Вузол рівня корпусу є головним, де зосереджені стратегічні цілі і відповідно до нього вертикальні зв'язки забезпечують передачу керуючих директив, наказів до нижчих вузлів (бригад), визначаючи пріоритетні напрямки роботи РЕБ та розподіл корпусного ресурсу. Ці гілки є фундаментом комунікаційної моделі системи управління корпусом. Наступними в ієрархії вертикальних зв'язків є вузли рівня бригад, в яких відбувається декомпозиція завдань вищого рівня до секторів відповідальності батальйонів або рот, а у зворотному напрямку (від низу до гори) піднімається агрегована аналітика щодо ефективності діяльності підрозділів. Вертикальні зв'язки на наступних рівнях "батальйон/рота" і "відділення" трансформуються в чіткі алгоритми дій, а сама ментальна карта стає максимально деталізованою та операційною.

Батальйонний вузол забезпечує передачу нагору лише критично важливої інформації, вузли відділення є найбільш динамічними, де оперативна обстановка змінюється щохвилини.

Таким чином, ієрархічно структурована система вертикальних зв'язків гарантує спільність сприйняття, за якого кожне відділення "в полі" діє не ізольовано, а в межах єдиного задуму радіоелектронної боротьби у зоні відповідальності корпусу.

В обраній деревоподібній структурі ментальної карти горизонтальні зв'язки створюють критично важливу "сітку" взаємодії, між рівнозначними за повноваженнями прийняття управлінського рішення рівнями. Горизонтальні зв'язки в запропонованій моделі доцільно деталізувати для рівня бригади, з урахуванням середовища обміну інформацією:

- внутрішньобригадна комунікація (координація сил і засобів);
- міжбригадна взаємодія (взаємодопомога суміжних секторів).

На цьому рівні начальник РЕБ-групи формує горизонтальні зв'язки з керівниками різних служб бригади: протиповітряної оборони, безпілотних систем, розвідки, логістики тощо.

Горизонтальні зв'язки з начальниками РЕБ суміжних бригад мають на меті забезпечити постійну комунікацію для створення безперервного фронту радіоелектронної протидії в межах зони відповідальності корпусу.

Колотуша Я.В.
ВІКНУ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ

У сучасних умовах ведення бойових дій Збройні Сили України постійно змінюються та вдосконалюються. Відбувається модернізація озброєння і військової техніки, створюються нові структурні підрозділи, розширюється спектр завдань, які покладаються на війська. Одночасно змінюються і підходи до ведення бойових дій, що вимагає удосконалення системи управління.

За таких умов особливого значення набуває оперативність роботи з інформацією. Важливими стають швидкість її отримання, обробки, передачі та використання під час планування і ведення бойових дій. Не менш значущим є забезпечення надійного зберігання інформації та можливість її оперативного використання органами управління.

Використання автоматизованих систем управління військами дозволяє оптимізувати роботу органів управління. Завдяки цьому командири можуть зосередити більше уваги на аналізі обстановки та підготовці рішень. Це сприяє більш раціональному використанню часу і ресурсів.

Засоби автоматизації управління повинні забезпечувати:

-інформаційний обмін між взаємодіючими ПУ і ПУ старшого командира (начальника) та підлеглими підрозділами;

-автоматизацію передачі сигналів і команд управління, взаємодії та оповіщення;

-скорочення часу збору, обробки і передачі даних обстановки;

-підготовку даних для аналізу завдання, формулювання, оцінювання та порівняння варіантів дій, визначення замислу бою (дій);

-відображення, документування і зберігання службової інформації.

На сьогодні у ЗС України використовується декілька абсолютно різних автоматизованих систем управління – «Дзвін», «Дельта», «Ореанда ПС», «Віраж-планшет», «Кропива», «Гермес-С2». та ряд інших перспективних розробок.

АСУВ «Дзвін» використовується для забезпечення управління на стратегічному рівні. Вона дозволяє здійснювати координацію діяльності різних видів і родів військ.

«Дельта» є сучасною інформаційною платформою ситуаційної обізнаності, яка забезпечує збір, обробку та відображення інформації про бойову обстановку. Вона інтегрує дані з різних джерел, формуючи єдину цифрову картину поля бою.

«Ореанда ПС» застосовується у Повітряних Силах та призначена для автоматизації процесів управління авіацією і силами протиповітряної оборони. Забезпечує координацію дій авіаційних підрозділів та контроль повітряної обстановки.

«Віраж-планшет» використовується для контролю повітряного простору та відстеження повітряних об’єктів. Дозволяє оперативно отримувати інформацію про переміщення повітряних цілей і своєчасно реагувати на можливі загрози.

Однією з найбільш відомих систем тактичного рівня є «Кропива», яка широко використовується для управління артилерійськими підрозділами. Вона дозволяє швидко визначати координати цілей, планувати вогневі завдання та координувати дії підрозділів.

«Гермес-С2» також використовується на тактичному рівні управління, забезпечує відображення оперативної обстановки, підтримує інформаційний обмін між підрозділами.

Отже, впровадження автоматизації у процеси управління військами є важливим чинником підвищення оперативності управління в сучасних умовах. Використання автоматизованих систем управління дозволяє значно скоротити час збору, обробки та передачі інформації, що забезпечує швидке прийняття управлінських рішень.

Застосування сучасних автоматизованих систем сприяє створенню єдиного інформаційного простору та підвищує ефективність управління військами на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях. Подальший розвиток і впровадження автоматизованих систем управління є важливою умовою підвищення боєздатності та ефективності діяльності Збройних Сил України.

Корчев В.Б., канд. військ. наук, старш. наук. співроб.
Баратюк В.І., канд. військ. наук, доцент
Жиговець А.О.
НАДПСУ

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА МАЙБУТНЄ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Сучасний етап глобального розвитку характеризується стрімкою еволюцією інформаційних технологій (ІТ) та автоматизованих систем (АС). Перехід від концепції Індустрії 4.0 до Індустрії 5.0 зумовлює зміну фундаментальної парадигми: на зміну сухій автоматизації та фокусуванню виключно на оптимізації процесів приходить орієнтація на людиноцентричність, сталий розвиток та гнучкість. Інноваційний потенціал сучасних ІТ полягає у синергії людського інтелекту та передових комп'ютерних технологій, що відкриває нові можливості для управління підприємствами, державою та суспільством.

Основою розвитку новітніх автоматизованих систем стають кіберфізичні системи (КФС), які забезпечують глибоку інтеграцію фізичних процесів та кібернетичних компонентів у єдину децентралізовану систему. Це дозволяє створювати автономні розподілені вимірювально-обчислювальні мережі та інтелектуальні середовища. Важливим інноваційним трендом є еволюція від концепції «Інтернету речей» (IoT) до «Інтернету усього» (IoE), який поєднує пристрої, людей, машини та процеси у спільну мережу для досягнення спільних цілей.

Ключовим рушієм інновацій виступає штучний інтелект (ШІ). Сучасні тенденції вказують на стрімкий розвиток агентного ШІ, який здатний діяти автономно та глибоко інтегруватися у складні корпоративні системи. Використання генеративного ШІ під час розробки програмного забезпечення та створення інформаційних систем значно підвищує результативність команд і скорочує час виходу продуктів на ринок. Крім того, автоматизація бізнес-процесів майбутнього неможлива без хмарних рішень (Cloud Supply), які забезпечують масштабованість інфраструктури, та технології цифрових двійників (Digital Twins), що дозволяє моделювати й оптимізувати роботу фізичних об'єктів у реальному часі. Упровадження таких інструментів спільно з технологією блокчейн гарантує необхідну безпеку, прозорість та захист даних.

Якщо підбивати підсумок, то майбутнє інформаційних технологій та автоматизованих систем нерозривно пов'язане з гармонійною та безпечною співпрацею людини й розумних машин (коботів). Розвиток ІТ-інфраструктури, широке впровадження кіберфізичних систем, ШІ та хмарних технологій вимагають радикального оновлення методів управління, інноваційних підходів до кібербезпеки та масштабованості систем. Для успішної реалізації інноваційного потенціалу пропонується активно адаптувати освітні й управлінські процеси до стандартів Індустрії 5.0, забезпечуючи безперервний саморозвиток персоналу, етичне використання алгоритмів та розробку чітких нормативно-правових політик регулювання новітніх технологій.

Костерев Д.С.
ЖВІ

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ІНТЕГРАЦІЇ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЗАЄМОСУМІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ЗІ СТАНДАРТАМИ НАТО В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Інтеграція та забезпечення взаємосумісності інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) Сил оборони України зі стандартами НАТО в умовах мережецентричних операцій слід розглядати не як вузькотехнічний процес, а як ключову методологічну передумову підтримання стійкості, адаптивності та ефективності функціонування національної системи оборони в умовах сучасного високотехнологічного протиборства. Станом на 2026 рік зазначений напрям трансформації набув якісно нового змісту, перейшовши від стадії концептуального опрацювання та локалізованого впровадження окремих рішень до етапу комплексної системної перебудови, де визначальним критерієм ефективності є здатність Сил оборони України функціонувати в межах інтегрованого інформаційного простору разом із державами-партнерами.

Методологічною основою інтеграційних процесів виступає концепція оперативної сумісності (Interoperability), яка в рамках підходів НАТО не лише охоплює технічну та програмну узгодженість ІКС, а й забезпечує уніфікацію доктринальних положень, процедур управління та стандартів підготовки особового складу. Перспективи розвитку взаємосумісності ІКС безпосередньо пов’язані з переходом від традиційних ієрархічних моделей передачі інформації до мережецентричних підходів організації управління. У такій парадигмі інформаційні потоки формуються за принципом децентралізованого доступу, коли дані, отримані від окремих розвідувальних елементів або сенсорів на полі бою, стають доступними для використання на оперативному та стратегічному рівнях у режимі, наближеному до реального часу, що дозволяє уникати багаторівневих затримок і підвищує обґрунтованість управлінських рішень.

Практичним підтвердженням ефективності обраних методологічних підходів є створення та впровадження в Україні системи ситуаційної обізнаності «Дельта», яка демонструє здатність національних розробок відповідати вимогам і стандартам НАТО. Подальший розвиток у цьому напрямі передбачає розширення функціональних можливостей систем класу C4ISR, які інтегрують процеси управління, зв’язку, обробки даних, розвідки та спостереження в єдиному інформаційному середовищі.

Важливим напрямом удосконалення є автоматизація логістичних процесів, що забезпечує узгодження постачання озброєння та військової техніки з реальними потребами військ (сил) відповідно до стандартів обліку та управління ресурсами, прийнятих у країнах НАТО. Реалізація таких підходів є критично важливою в умовах використання різнорідних зразків озброєння та військової техніки, що надходять від міжнародних партнерів, і вимагає створення єдиних інформаційних контурів управління матеріально-технічним забезпеченням.

Разом із тим процес інтеграції ІКС супроводжується рядом суттєвих викликів. Зокрема, актуальною залишається проблема модернізації застарілих технічних засобів, які не здатні підтримувати сучасні цифрові протоколи та стандарти обміну інформацією. Окрему увагу слід приділити питанням кібербезпеки, оскільки формування інтегрованого інформаційного середовища обумовлює підвищення рівня ризиків: вразливість окремого сегмента може мати негативні наслідки для функціонування всієї системи.

Водночас наявні виклики виступають каталізатором розвитку національного оборонно-промислового комплексу та державного ІТ-сектору. Накопичений бойовий досвід у довгостроковій перспективі, надає Україні потенціал не лише адаптувати існуючі стандарти НАТО, а й брати активну участь у їх подальшому розвитку.

З огляду на зазначене вище, слід дійти висновку, що, інтегрована ІКС управління майбутнього постає як гнучка, масштабована та захищена мережева платформа, у якій кожен елемент бойових спроможностей – від безпілотних літальних апаратів до бронетехніки та артилерійських систем – функціонує як повноцінний вузол єдиної інформаційної мережі. Це забезпечує високий рівень ситуаційної обізнаності, підвищує прозорість поля бою та сприяє оптимізації використання ресурсів, що в результаті дозволить мінімізувати втрати та підвищити ефективність бойових дій.

Костина О.М., канд. військ. наук, доцент
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ (ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ) СИСТЕМ

У сучасних дослідженнях автоматизовані телекомунікаційні та інформаційні системи розглядаються як основа мережецентричного управління, де критичними стають не лише канали зв’язку, а й швидкість оброблення даних, інтероперабельність, кіберстійкість та підтримка рішень у режимі реального часу.

1. Перехід до даноцентричних та федеративних архітектур. Сучасні науковці відзначають зсув від платформоцентричних систем до даноцентричних архітектур, у яких ключовим ресурсом стають дані, їхня стандартизація, семантична сумісність і безпечний обмін між відомчими та міжвидовими сегментами мережі.

2. Інтеграція хмарних та edge-рішень. Домінуючою тенденцією є поєднання хмарних середовищ з edge computing: критично важливі функції аналізу, фільтрації та первинного розпізнавання переносяться на периферійні вузли, а хмара використовується для агрегування, довготривалого зберігання, навчання моделей та обміну між театрами операцій.

3. Штучний інтелект як штатний елемент автоматизованих систем. У сучасних роботах AI/ML розглядаються не як допоміжний, а як штатний компонент автоматизованих систем: для управління мережею, виявлення аномалій, підтримки рішень, маршрутизації, прогнозування відмов, кореляції розвідувальних потоків і автоматизованого розподілу ресурсів.

4. Посилення ролі кіберстійкості та Zero Trust. Окремим трендом є перехід до Zero Trust і data-centric security: автентифікація кожної сутності, мікросегментація мережі, політики доступу на основі контексту, захист даних незалежно від місця їх оброблення.

5. Відкриті архітектури, модульність і швидке оновлення. Сучасні дослідники наголошують на доцільності open architecture, контейнеризації сервісів, стандартизованих інтерфейсів взаємодії між програмними системами (API) та модульного нарощування функцій.

6. Конвергенція зв’язку, сенсорики, кіберзахисту та управління. Розвиток автоматизованих систем відбувається в напрямі конвергенції C4ISR, кібероборони, космічних сервісів, інтернету підключених пристроїв для промисловості та військових систем (IoT/IIoT), безпілотних платформ і цифрових картографічних сервісів.

7. Автоматизація життєвого циклу та цифрові двійники. Перспективним напрямом визнано впровадження PLM/MES (системи управління життєвим циклом виробу/системи управління виробничими процесами в реальному часі), цифрових двійників, DevSecOps-практик та безперервної валідації програмно-конфігурованих систем.

Висновок. Отже, головні тенденції розвитку автоматизованих телекомунікаційних та інформаційних систем полягають у переході до систем, де дані є центральним елементом системи, а незалежні системи об'єднуються в єдину мережу через стандарти, поєднанні розподілених систем обробки даних, які поєднують можливості хмарних центрів і локальних edge-вузлів, широкому впровадженні AI, використанні відкритих модульних рішень. Для України пріоритетними є інтероперабельність, кіберстійкість, масштабована автоматизація та сумісність із підходами НАТО.

Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

СТАНЦІЯ "РУПОР" ЯК ЕЛЕМЕНТ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ

Активне застосування радіоелектронних засобів, радіолокаційних систем та засобів радіоелектронної боротьби зумовлює необхідність розвитку інформаційних та автоматизованих систем радіотехнічної розвідки. У цих умовах особливого значення набувають засоби, здатні здійснювати пошук, аналіз і ідентифікацію сигналів противника у широкому діапазоні частот із подальшою передачею розвідувальних даних у систему управління «Дельта». Одним із таких засобів є станція тактичної радіотехнічної розвідки «Рупор», яка забезпечує виявлення та пеленгування радіолокаційних засобів противника в режимі реального часу.

Проаналізувавши можливості станції «Рупор» як елемент сучасних інформаційних систем розвідки, встановлено, що станція забезпечує автоматичний пошук сигналів у діапазоні 800–20000 МГц, їх аналіз, ідентифікацію відомих типів РЛС, а також пеленгування з точністю до 3°. Отримані дані можуть передаватися до командних пунктів, що дозволяє інтегрувати результати радіотехнічної розвідки у загальну систему ситуаційної обізнаності. Використання станції у складі пеленгаторних груп забезпечує можливість визначення координат джерел випромінювання та формування розвідувальної картини електромагнітного середовища.

Особливістю розвитку автоматизованих систем на базі «Рупор» є їх інтеграція у мережецентричні структури управління військами. Перспективним напрямом є об'єднання декількох станцій у єдину інформаційну мережу з використанням цифрових каналів зв'язку, що дозволяє здійснювати багатопозиційне пеленгування та підвищувати точність визначення координат цілей. Важливим є також поєднання даних радіотехнічної розвідки з інформацією від БпЛА, оптико-електронних систем та інших сенсорів, що забезпечує комплексне бачення бойової обстановки.

Окрему увагу заслуговує автоматизація процесів обробки сигналів. Впровадження алгоритмів автоматичної класифікації, аналізу спектру та виявлення аномалій дозволяє зменшити навантаження на операторів і підвищити швидкість прийняття рішень. Також важливою складовою є мобільність та автономність станції, що дозволяє ефективно застосовувати її у складі маневрених розвідувальних підрозділів.

Отже, результати дослідження свідчать, що станція «Рупор» має значний потенціал розвитку як складова інформаційних та автоматизованих систем радіотехнічної розвідки. Її подальше вдосконалення пов'язане з інтеграцією у єдині цифрові платформи управління військами, що дозволяє забезпечити безперервний обмін розвідувальною інформацією між різними елементами розвідувально-вогневого контуру. Автоматизація процесів обробки сигналів, зокрема їх класифікації, фільтрації та ідентифікації, сприяє зменшенню навантаження на операторів і підвищує швидкість прийняття рішень. Об'єднання декількох станцій у єдину систему забезпечує підвищення точності визначення координат джерел випромінювання та формування узагальненої картини електромагнітної обстановки. Додатково інтеграція даних радіотехнічної розвідки з інформацією від безпілотних систем, оптико-електронних засобів та геоінформаційних платформ дозволяє створити комплексну систему ситуаційної обізнаності. У сукупності це дає можливість суттєво підвищити ефективність виявлення радіотехнічних засобів противника, скоротити час обробки розвідувальної інформації та забезпечити якісно новий рівень управління підрозділами в сучасних бойових умовах.

Кравченко С.О., канд. військ. наук, доцент
Врубльовський Д.С.
НУОУ
Ткаченнко К.М., д-р філософії, доцент
НАНГУ

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЧАННЯ

Аналіз засобів досвіду застосування автоматизованого навчання та їх комплексів в освітньому процесі вищих навчальних закладів України та за її межами показав, що використання таких інформаційних технологій забезпечує можливість реалізації основних дидактичних принципів та нових форм і методів навчання, охоплення значних обсягів навчального матеріалу, активізує розумову діяльність тих, хто навчається, та підвищує їхній інтерес до навчання, сприяє розвитку творчості науково-педагогічних працівників та, в результаті, забезпечує суттєве підвищення ефективності навчання. У зв'язку з цим вирішення гострого проблемного питання щодо підвищення інтенсивності та якості підготовки військових керівників для Сектору безпеки і оборони України в умовах повномасштабної агресії російської федерації проти України та приведення системи професійної військової освіти до вимог сучасності запропоновано вирішити саме за рахунок впровадження комплексу засобів автоматизованого навчання. Засоби автоматизованого навчання більш ефективно сприяють військовим фахівцям військових частин різного рівня ієрархії, засвоєнню програмного матеріалу, перевірки ступеня його засвоєння, виробленню умінь і практичних навичок під час планування і ведення операції (бою). Застосування таких інформаційних інноваційних технологій в системі професійної військової освіти, забезпечить також суттєве підвищення рівня її цифровізації і цифрової компетентності військових фахівців, що є важливим фактором вирішення завдання максимального наближення

військової освіти до стандартів НАТО. Враховуючи надзвичайно широкий спектр, складність та специфіку завдань, що вирішуються у сфері національної безпеки і оборони, тісний взаємозв'язок між навчальними дисциплінами, для реалізації запропонованого підходу в системі військової освіти авторами запропонований варіант системного підходу для визначення функціональності комплексу засобів автоматизованого навчання, яка забезпечила б можливість максимального урахування усіх вимог на сучасному етапі й на перспективу і суттєве підвищення інтенсивності та якості підготовки військових керівників.

Необхідність підвищення інтенсивності та якості підготовки військових фахівців для Сил безпеки і оборони України стає особливо гострою в умовах повномасштабної агресії російської федерації проти України, переходу ЗС України та системи військової освіти на стандарти НАТО. Військові фахівці в короткі терміни повинні бути якісно підготовлені до застосування нових форм і способів ведення збройної боротьби, організації високого рівня операційної сумісності, міжвідомчої взаємодії, координації дій Збройних Сил та інших складових Сил оборони під час планування і проведення спільних операцій з оборони країни. Суттєве зростання обсягів інформації, яку необхідно враховувати при прийнятті обґрунтованих рішень, постійне надходження на озброєння ЗС України сучасних автоматизованих систем управління, високотехнологічних зразків озброєння й військової техніки, у тому числі роботизованого й з дистанційним управлінням, вимагає від військових керівників високого рівня цифрової компетентності для ефективного використання сучасних інформаційних технологій. У таких умовах підготовка висококваліфікованих військових фахівців й приведення системи професійної військової освіти до вимог сучасності та стратегії розвитку ЗС України можливе за рахунок використання засобів автоматизованого навчання та їх комплексів як найбільш ефективних інформаційних технологій такого цільового призначення. Актуальним проблемним питанням є обґрунтування функціональності таких комплексів з урахуванням специфіки підготовки військових фахівців.

Кузьмичов І.К., д-р фіз.-мат. наук, професор
Войтович О.А., канд. техн. наук, доцент
Роєнко О.М., канд. фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб.
ІРЕ НАН України
Бархатов О.М., канд. техн. наук, доцент
ХНУПС
Грибовський О.В., д-р фіз.-мат. наук, старш. наук. співроб.
РІ НАН України

ФОРМУВАННЯ АКСІАЛЬНО-СИМЕТРИЧНОЇ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ КРУГЛИМ ГОФРОВАНИМ ХВИЛЕВОДОМ

Мета досліджень: визначення можливості використання круглого гофрованого хвилеводу в складі аксікону. Аксікон – це система діелектричних елементів, яка дозволяє значно збільшити напруженість електромагнітного поля в заданому об'ємі простору при незмінній потужності передавача.

Предметом досліджень є круглий гофрований хвилевід K_a діапазону. Аналізувались геометричні параметри розрізів його діаграми спрямованості (ДС) в картинній площині в дальній зоні. Це було необхідно для вибору типу опромінювача аксікону щоб забезпечити необхідний амплітудно-фазовий розподіл (АФР) на його виході.

Автори провели теоретичний аналіз та вимірювання характеристик апертур з прямокутною та круглою формами розкривів (не гофрованих). Результати свідчать про те, що подібні випромінювачі не можуть бути використані в системі передавач-аксікон, оскільки досягти необхідного АФР неможливо. Тому був зроблений висновок про необхідність використання гофрованих випромінювачів

Можливість їх використання розглядалась багатьма дослідниками. Результати експериментів, які були ними проведені в різних діапазонах, підтверджують перспективність використання аксіконів.

ДС круглого гофрованого розкриву розраховувалась з використанням діаграмних функцій апертурним методом.

У смузі частот 33÷35 ГГц були проведені вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі на вході прямокутного хвилеводу з переходом (перехід конічної форми) на круглий. Останній навантажений на гофрований хвилевід. Його значення у цьому діапазоні не більше 1,14, а коефіцієнта відбиття не більше 0,07. Для вимірювання розмірів проєкцій ДС круглого гофрованого хвилеводу в картинній площині використовувався експериментальний стенд, блок-схема якого наведена в доповіді.

З аналізів результатів вимірювань перерізів ДС у площинах **H** та **E** для діаметра круглого хвилеводу $2a$=30 мм видно, що їх результати добре збігаються з розрахунковими.

Також була проведена оцінка рівня кросполяризаційного випромінювання круглого гофрованого хвилеводу. Він дорівнює~-22 дБ порівняно з сигналом, прийнятим на основній поляризації.

Потрібно відмітити, що переходи з прямокутного на круглий хвилевід можуть мати і іншу форму. Наприклад, профіль внутрішньої поверхні переходу може змінюватися по експоненціальному або косиносуїдальному законах.

За результатами проведених експериментів можна зробити декілька важливих висновків.

1. Круглий гофрований хвилевід має аксіально-симетричну ДС в дальній зоні та може використовуватися в якості опромінювача аксікону.

2. Для того, щоб зменшити величину розрізу, доцільно провести такі ж вимірювання з використанням переходів з іншою формою профілю поверхні.

Курочкін В.В.
Манжара О.В.
ДНДІ ВС ОВТ
Носова Г.С.
НАСВ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗАПОБІЖНО-ВИКОНАВЧОГО МЕХАНІЗМУ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ РАЗОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Стрімкий розвиток безпілотних авіаційних систем в умовах сучасних збройних конфліктів зумовлює необхідність формування уніфікованих технічних вимог до ключових підсистем ударних безпілотних літальних апаратів (далі – УБпЛА) разового застосування. Одним із критичних елементів таких систем є запобіжно-виконавчий механізм (далі – ЗВМ), від надійності та безпечності якого безпосередньо залежить ефективність бойового застосування та захист від несанкціонованого спрацювання бойової частини (далі – БЧ).

ЗВМ є сукупністю технічних засобів і алгоритмів, що забезпечують: виключення несанкціонованого спрацювання БЧ на всіх етапах зберігання, транспортування та польоту; переведення системи з безпечного стану (далі – SAFE) у бойовий (далі – ARMED) виключно при виконанні визначеного набору умов; передачу сигналу дозволу до пристрою ініціації (далі – ПІ); самоліквідацію УБпЛА у визначених випадках.

Аналіз вимог до архітектури ЗВМ показав доцільність класифікації за рівнями ризику (класи I–IV). Клас I допускає повну інтеграцію ЗВМ і ПІ в одному корпусі; клас IV передбачає обов'язкове фізичне та функціональне розділення вузлів. Для всіх класів комплекс ЗВМ+ПІ повинен містити не менше двох незалежних запобіжників різної фізичної природи – механічного та електронного типу, кожен із яких самостійно утримує безпечний стан.

Перехід до стану ARMED допускається виключно при одночасному виконанні не менше двох незалежних умов: закінчення часу безпечного затримання після пуску, досягнення визначеної відстані або швидкості, отримання підтвердного сигналу від бортової системи керування. Для класів II–IV наявність функції самоліквідації є обов'язковою.

Вимоги до надійності нормуються через імовірність безвідмовної роботи P(T) за встановлений наробіток.

Запропонований підхід до формування загальних вимог створює уніфіковану нормативну основу для розроблення ЗВМ у рамках вітчизняного оборонно-промислового комплексу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розроблення методик верифікації сумісності електронних та вибуховмісних елементів, а також на стандартизацію інтерфейсів між ЗВМ і бортовими системами керування УБпЛА.

Левкович П.В.
Ликова І.В.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З КАСТОМНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО СКЛАДУ

Зростання обсягів навчально-методичної та нормативно-правової інформації у вищих військових навчальних закладах створює додаткове навантаження на науково-педагогічний склад, пов'язане з пошуком релевантних джерел, підготовкою дидактичних матеріалів, формулюванням контрольних завдань та перевіркою курсантських робіт. Загальнодоступні мовні моделі не враховують специфіки предметної галузі, оперують застарілими або помилковими відомостями про зразки озброєння, термінологію бойових статутів та особливості вітчизняних методик підготовки, що обмежує їх безпосереднє застосування у військово-освітньому середовищі. Вирішенням зазначеної проблеми є створення спеціалізованих інтелектуальних агентів, які використовують внутрішню базу знань закладу як пріоритетне джерело інформації.

Об'єктом представленої роботи є система підтримки діяльності викладача на основі архітектури розширеної генерації з пошуком, доповненим знаннями (Retrieval-Augmented Generation), що поєднує сучасні генеративні моделі з векторним сховищем довірених документів. База знань формується з матеріалів, затверджених у встановленому порядку: навчальних програм дисциплін, тематичних планів, лекційних курсів, методичних вказівок до практичних занять, типових задач вогневої та тактичної підготовки, витягів зі статутів та

настанов. Кожен документ проходить етапи смислового сегментування, побудови векторних представлень та індексації у спеціалізованій базі даних, що забезпечує семантичний пошук за змістом запиту, а не за формальним збігом ключових слів.

Функціональні можливості агента охоплюють декілька напрямів діяльності педагога. У методичному аспекті система формує варіанти конспектів занять, переліки контрольних питань, тестові завдання різного рівня складності та сценарії практичних робіт з прив'язкою до конкретних розділів навчальної програми. В інформаційно-довідковому аспекті агент надає відповіді на запити курсантів і викладачів з посиланнями на першоджерела, що забезпечує прозорість отриманих відомостей та можливість їх перевірки. У роботі зі слухачами передбачено режим індивідуального наставника, який формулює пояснення навчального матеріалу з урахуванням виявленого рівня підготовки та пропонує додаткові вправи для закріплення слабких місць.

Принциповою перевагою запропонованого підходу є локалізація джерельної бази, що виключає використання моделлю недостовірних зовнішніх відомостей та гарантує відповідність наданих рекомендацій внутрішнім нормативним документам закладу. Крім того, архітектура з пошуком доповненим знаннями дозволяє оперативно оновлювати корпус без повторного навчання базової моделі, що є суттєвим чинником у динамічному середовищі бойової підготовки, де методичні матеріали регулярно переглядаються з урахуванням нового бойового досвіду.

Практичне впровадження системи сприятиме вивільненню робочого часу науково-педагогічних працівників від рутинних операцій, підвищенню якості підготовлюваних навчальних матеріалів та забезпеченню єдиного інформаційного простору закладу, в якому доступ до перевірених знань здійснюється у природомовному діалоговому режимі.

Лібрук-Ліпкевич С.Я., канд. іст. наук, старш. наук. співроб.
Юрченко Р.В.
Швай В.Т.
Фуртес О.О., канд. іст. наук, старш. наук. співроб.
НАСВ

ПІДГОТОВКА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БЕЗПЕКОВИХ ТА ОБОРОННИХ ПИТАНЬ

Сучасне протистояння повномасштабному вторгненню потенційно переважаючого противника змусило українців генерувати нові рішення, зокрема і в контексті технологій ведення бойових дій. Проте, як показує досвід, замало просто мати технології – їх варто досконало опанувати та постійно розвивати та удосконалювати, оскільки все розвивається надзвичайно стрімко та динамічно, щодня з’являється щось нове, що необхідно вивчити і чим потрібно оволодіти. Власне тому сучасна підготовка військовослужбовця мусить бути актуальною, дієвою, теоретично грамотно засвоєною та практично підтвердженою.

Основні компоненти цифровізації безпекових та оборонних питань в Силах оборони України: Situational Awareness – система ситуаційної обізнаності типу Delta, що забезпечує бачення поля бою в реальному часі, об'єднуючи дані з дронів, радарів та супутників для ураження цілей за лічені хвилини; Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance – комплекс технічних та програмних засобів, що об'єднують управління, зв'язок, розвідку та комп'ютерні системи в єдиний цифровий простір.

Вони забезпечують ситуаційну обізнаність у реальному часі, прискорюють прийняття рішень та підвищують ефективність бойових дій); цифровізація обліку та логістики – переведення документообігу, обліку особового складу та майна в цифрову форму. Прикладами є Армія+ – екосистема, що змінює класичне розуміння застарілої бюрократії на цифровізацію послуг для військовослужбовців (позбавлення паперової тяганини, онлайн навчальні курси та підвищення кваліфікації; системи Імпульс та SAP автоматизують роботу з особовим складом та постачанням, скасовуючи сотні паперових документів; автоматизація обліку та передачі безпілотних систем, що прискорює процес забезпечення підрозділів; медична інформаційна система – дозволяє медикам заповнювати електронні картки, що пришвидшує допомогу пораненим; геопросторовий аналіз та картографія – використання цифрових мап та ГІС для точного планування операцій та навігації; інтерактивні фільми – фільм “Перший бій” – допомагає зрозуміти, що загалом відбувається під час бойового зіткнення і як потрібно при цьому поводитися. Завдяки VR-технологіям ефекту “повного занурення” є можливість прожити перший бойовий стрес та проаналізувати помилки і сформувати алгоритм дій у стресовій ситуації в бойових умовах; інтеграція РЕБ та РЕР – цифровізація засобів радіоелектронної боротьби та розвідки для протидії ворожим БпЛА та зв'язку; тренувальні застосунки: Drill – набір вправ, уроків і курсів з вогневої підготовки; платформа Strata 22 – можливість практикуватися у стрільбі з 30 видів зброї за стандартами НАТО; LifeSaver SIM – застосунок, допомагає покроково і детально опанувати навички тактичної медицини і т.п.

Водночас варто зазначити, що використання інноваційних технологій, зокрема цифровізації, мають як плюси, так і мінуси.

До ключових викликів інновацій підготовки варто віднести:

перевантаження інформацією як ризик, що може знижувати ефективність навчання;

необхідність балансу між швидкістю навчання та якістю засвоєння матеріалу;

постійне оновлення навчальних програм відповідно до нових технологій і тактик та його оперативне доведення до великої кількості респондентів;

готовність закладів підготовки до змін у системі військового навчання.

В умовах швидко змінюваного технологічного світу готовність до навчання та адаптації в умовах цифровізації стає не лише асиметричною перевагою, а й необхідністю сучасного силовика. Life-long learning, тобто навчання впродовж всього життя, повинно стати новою нормою в підготовці представників всіх складових Сил оборони України.

Ліпко І.О.
НУОУ

ОБ’ЄДНАНА МЕРЕЖА ОБОРОНИ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Розвиток спроможностей Сил оборони щодо забезпечення всеохоплюючої оборони України ґрунтується на досягненні перспективної моделі Збройних Сил України та інших складових Сил оборони. Складовою такої моделі є інтегрована система об’єднаного керівництва Силами оборони та військового управління у Збройних Силах України. Основою такої системи на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях є єдине захищене інформаційне середовище Сил оборони, здатне забезпечувати приховане управління такими військами (силами) в цифровому режимі. Для функціонування вказаного середовища створюється Об’єднана мережа оборони (ОМО) та розгортаються необхідні мережі операцій з метою проведення визначених операцій (місій) об’єднаними угрупованнями військ (сил).

Побудову ОМО доцільно здійснювати з урахуванням підходів (кращих практик) та засад ініціативи НАТО FMN *(en: Federated Mission Networking, укр: Об'єднана мережа для проведення операцій)* та їх імплементації у системі Міністерства оборони (МО) України.

Відповідно до положень Стратегічного оборонного бюлетеня України під ОМО розуміється поєднання окремих комунікаційних та інформаційних систем (КІС) складових сил оборони, між компонентами якої здійснюється обмін інформацією з чітким дотриманням технічних та процедурних принципів, принципів захисту інформації та рівнів взаємосумісності.

Технічний принцип повинен передбачати запровадження сервіс-орієнтованої архітектури ОМО, тобто, основу КІС мають формувати технічні сервіси / сервіси (ТС). Терміни "комунікаційні та інформаційні системи" і "технічний сервіс / сервіс" та їх визначення наведено у військовому стандарті ВСТ 428.001:2025(01), який набрав чинності у грудні 2025 року. ТС поділяють на базові сервіси, сервіси спільнот інтересів та комунікаційні сервіси. Кінцевим користувачам ОМО, у рамках виконання їх службових обов'язків, надаються відповідні базові сервіси та/або сервіси спільнот інтересів. Комунікаційні сервіси кінцевим користувачам не надаються, а використовуються для забезпечення функціонування двох інших ТС: базових сервісів та сервісів спільнот інтересів.

Процедурний принцип передбачає використання однакових застандартизованих процедур у діяльності службових осіб складових Сектору безпеки та оборони. Захист інформації в ОМО повинен здійснюватися з урахуванням чинного законодавства у цій сфері.

Взаємосумісність досягається шляхом розгортання архітектури взаємосумісності, основою якої є технологічні взаємодії (ТВ). ТВ, у контексті архітектурних підходів моделювання мереж, є описом конкретного технічного процесу обміну даними між двома або більше технологічними вузлами (технічними сервісами або застосунками) задля досягнення бажаного результату або функціональності. ТВ являє собою точку взаємосумісності, що визначається через сукупність технічних специфікацій (які описують дані, що передаються, та протоколи, що використовуються), технологічних елементів (технічних сервісів, які створюють та споживають дані), а також детальних технічних вимог і параметрів конфігурації (профілів стандартів).

Ураховуючи зазначене, реалізацію в системі МО України положень ініціативи НАТО FMN доцільно здійснювати шляхом адаптації документів (наприклад, сервісних інструкцій), розроблених в рамках вказаної ініціативи, у якості військових стандартів. При цьому також необхідно урахувати, що запровадження процедур, визначених в ініціативі НАТО FMN, потребує додаткового їх дослідження в рамках наукової та науково-технічної діяльності (наприклад, через виконання окремих оперативних завдань та / або науково-дослідних завдань).

Малинич С.З., д-р фіз.-мат. наук, професор
Одосій Л.І., канд. хім. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ СКЛАДНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ СИСТЕМ

Характер сучасної війни докорінно змінився, що особливо виразно видно на прикладі російсько-Української війни. На зміну стратегії виснаження масованих сил, що було характерно для індустріальної ери, приходить концепція гнучкості багаторівневих інтегрованих систем, притаманних інформаційній ері. По суті, бойові системи доцільно

розглядати як системи систем (system-of-systems, SoS), що інтегрують управління та контроль (command and control, C2), сенсорні мережі, засоби ураження та логістичні компоненти в єдину динамічну складну структуру. Ця нова парадигма визначається насамперед високоточною зброєю великої дальності, автономними безпілотними платформами та повсюдним цифровим шаром, який з'єднує всі елементи мережі в режимі реального часу. Системи озброєння при цьому більше не є незалежними засобами, а вузлами у глобальній мережі. У такому середовищі переможцем є вже не та сторона, яка має значне фізичне озброєння, а та, яка має стійкішу та більш адаптивну мережу. Математичним підґрунтям для моделювання подібних систем є теорія складних мереж (Complex network theory), що активно розвивається з 90-х років минулого століття.

Такі поняття теорії складних мереж, як математичні графи та їх топологія, вузли, коефіцієнт кластеризації, ефекти «тісного світу», емерджентність тощо, виявляються найбільш придатними для моделювання сучасних бойових ситуацій. Так звані «безмасштабні» мережі відомі своєю здатністю підтримувати зв'язок навіть у разі відмови кількох випадкових вузлів, що є критично важливою особливістю для підтримки стабільності в непередбачуваних умовах. Розуміння динамічних властивостей зв'язків між вузлами у сфері логістики дають можливість підвищити ефективність розподілу ресурсів, мінімізувати вузькі місця та розробляти адаптивні стратегії перенаправлення, коли основні шляхи перекриті.

На основі теорії мереж розроблено методи оцінки стійкості для кількісного визначення здатності бойових систем протистояти збоям. При цьому основний акцент робиться на надмірності, модульності та адаптивній реконфігурації як ключових чинниках виживання.

Швидкість, з якою інформація передається між вузлами, є життєво важливою у мережевому середовищі. Оптимізація коефіцієнта кластеризації або зменшення «середньої довжини шляху» у мережах військового зв'язку може значно полегшити аналіз інформаційних потоків, сприяє синхронізації у бойовому просторі, скорочує затримки у прийнятті рішень. Особливого значення згадані поняття теорії складних мереж набувають при розробленні ройових технологій для БпЛА, які вважаються найновішим етапом розвитку безпілотних бойових платформ. Застосування теорії складних мереж сприяє переходу до структур з домінуванням на периферії, де прийняття рішень розподілене, а не централізоване. Такі системи є більш гнучкими та менш залежними від єдиної точки відмови.

Оскільки бойові операції одночасно поширюються у фізичну та цифрову сфери, теорія складних мереж служить перспективним фундаментом для розуміння системних взаємодій та дозволяє розробляти більш реалістичні та надійні моделі сучасної війни. Такі підходи не лише підвищують точність аналізу, але й надають критично важливі знання для проєктування життєздатних, гнучких та ефективних військових систем у дедалі складніших операційних умовах.

Манзяк М.О., д-р філософії
Грабчак З.М., д-р філософії
Міщенко Я.С., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ DELTA

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою, інформаційною перенасиченістю та широким застосуванням безпілотних і автоматизованих систем, що зумовлює необхідність оперативного збору, оброблення та інтерпретації даних у режимі реального часу. У цих умовах ключового значення набувають системи ситуаційної обізнаності, зокрема DELTA, яка забезпечує інтеграцію розвідувальної інформації з різнорідних джерел, формування єдиної цифрової картини бойових дій та підтримку процесу прийняття рішень командирами і штабами тактичної ланки.

Разом з тим ефективність застосування системи DELTA безпосередньо визначається рівнем підготовки користувачів, які виконують функції введення, актуалізації, перевірки, аналізу та використання інформації в процесі управління військами. Узагальнення досвіду застосування цифрових систем управління в умовах російсько-Української війни свідчить про наявність розриву між потенційними можливостями інформаційних систем і реальним рівнем підготовленості особового складу. Такий розрив проявляється у збільшенні часу прийняття рішень, помилках під час нанесення та інтерпретації даних, дублюванні інформації та неповному використанні функціоналу системи.

Аналіз існуючих підходів до підготовки показує їх переважну орієнтацію на засвоєння інтерфейсу та окремих функцій системи без належного урахування умов бойового застосування, взаємодії у складі органів управління, нестабільного зв’язку, впливу радіоелектронної боротьби та інформаційної невизначеності. У зв’язку з цим виникає необхідність формування науково обґрунтованої методики підготовки користувачів, яка забезпечує інтеграцію технічної, тактичної, аналітичної та організаційної складових навчання.

Запропонований методичний підхід базується на поетапному формуванні компетентностей користувачів. На першому етапі передбачається засвоєння призначення, структури, принципів функціонування системи DELTA, правил роботи з цифровою картою, координатами та умовними позначеннями. На другому етапі формуються практичні навички внесення, оновлення, класифікації та перевірки даних, створення об’єктів, шарів, маршрутів, районів, рубежів і елементів тактичної обстановки. На третьому етапі відпрацьовується застосування системи у складі органів управління під час аналізу обстановки, планування дій, обміну інформацією та координації підрозділів.

Методика передбачає поєднання теоретичної підготовки, практичних занять, сценарного моделювання та елементів імітаційного навчання. Зміст практичних сценаріїв доцільно будувати навколо типових завдань тактичної ланки: отримання і перевірка розвідувальних даних, формування спільної оперативної картини, уточнення положення своїх сил і противника, підготовка варіантів дій, передача цілевказання та підтримання взаємодії. Такий підхід дозволяє формувати не лише технічні навички роботи з системою, але й здатність оцінювати обстановку і приймати рішення.

Особливістю підходу є орієнтація на використання DELTA як інструменту підтримки управління військами в межах концепції мережецентричних операцій, що забезпечує скорочення циклу «виявлення – рішення – дія», підвищення узгодженості підрозділів та

ефективності використання сил і засобів. Важливим елементом методики має бути оцінювання підготовленості користувачів за критеріями точності внесення даних, швидкості виконання завдань, повноти ситуаційної картини та дотримання вимог інформаційної безпеки.

Таким чином, впровадження запропонованої методики підготовки користувачів системи DELTA дозволяє підвищити рівень ситуаційної обізнаності, адаптивність органів управління та ефективність управління військами в умовах сучасного бою, що відповідає актуальним вимогам розвитку системи військової освіти та практики застосування сил оборони України.

Марцінко Н.М., канд. іст. наук
НЦСВ НАСВ

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

У сучасних умовах ведення гібридної війни економічні процеси набувають ознак ключового чинника впливу на перебіг і результати збройного протиборства. Фінансові потоки, ресурсне забезпечення, логістичні ланцюги та механізми економічного тиску фактично формують окремий контур впливу, який функціонує паралельно з військовим та інформаційним компонентами. За таких умов ефективність військового управління значною мірою залежить від здатності своєчасно виявляти, аналізувати та прогнозувати економічні процеси, що супроводжують бойові дії.

Метою дослідження є розроблення підходів до моделювання економічних процесів гібридної війни з їх подальшою інтеграцією у системи підтримки прийняття рішень.

Запропоновано підхід до формалізації економічних процесів як об’єкта інформаційно-аналітичної обробки, що передбачає їх представлення у вигляді взаємопов’язаних потоків ресурсів, фінансів та логістичних операцій. Основу моделювання становить виділення ключових параметрів, які визначають стійкість та ефективність функціонування системи забезпечення, зокрема: обсяги ресурсних надходжень, інтенсивність їх використання, стійкість логістичних маршрутів, рівень втрат та вплив зовнішніх економічних обмежень.

Особливістю підходу є врахування нелінійного характеру економічних процесів у гібридній війні, де навіть незначні зміни окремих параметрів можуть призводити до суттєвих наслідків для бойових можливостей сторін. Це обумовлює необхідність використання адаптивних моделей, здатних оперативно коригувалися залежно від зміни обстановки.

Інтеграція результатів моделювання у системи підтримки прийняття рішень дозволяє забезпечити командирів та органи управління релевантною аналітичною інформацією щодо стану економічного забезпечення, прогнозу його змін та можливих сценаріїв розвитку обстановки. Це, у свою чергу, підвищує обґрунтованість управлінських рішень у частині розподілу ресурсів, планування операцій та визначення пріоритетних напрямів впливу на противника.

В умовах сучасної війни за Незалежність України зазначений підхід набуває особливого значення, оскільки дозволяє враховувати як внутрішні економічні фактори, так і зовнішні впливи, зокрема санкційний тиск, обмеження ресурсної бази та трансформацію логістичних систем.

Висновки. Моделювання економічних процесів гібридної війни слід розглядати як обов’язкову складову інформаційно-аналітичного забезпечення військового управління, що забезпечує формалізацію та системну інтерпретацію впливу економічних чинників на перебіг

бойових дій. Його впровадження у системи підтримки прийняття рішень дозволяє не лише підвищити ефективність управління ресурсами, а й забезпечити їх оптимальний розподіл відповідно до змін оперативної обстановки та пріоритетів застосування військ.

Крім того, інтеграція економічного моделювання у контур управління сприяє підвищенню адаптивності системи до швидких змін обстановки, зокрема в умовах дії зовнішніх економічних обмежень, порушення логістики та нестабільності ресурсного забезпечення. Це забезпечує збереження функціональної стійкості військ і підтримання їх боєздатності на належному рівні.

Матвійчук І.В.
УВТіН КСП ЗС України
Бурчак Н.О.
ЦНДІ ЗС України

РОЗВИТОК АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ГЕОПРОСТОРОВОЇ ПІДТРИМКИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Розвиток геопросторової підтримки у сучасних умовах є інструментом інформаційного забезпечення Сектору національної безпеки та оборони, забезпечуючи інтеграцію, обробку, аналіз та візуалізацію геопросторових даних, вихідної навігаційної інформації у процесах управління військами (силами).

Дослідження у сфері геопросторової підтримки спрямовані переважно на вдосконалення окремих компонентів – засобів збору даних, супутникових навігаційних систем, інерціальних платформ або систем обробки інформації. Водночас питання їх комплексної інтеграції в єдину адаптивну систему залишаються недостатньо опрацьованими.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що існуючі системи геопросторової підтримки часто є розрізненими, що не забезпечує необхідного рівня гнучкості при активному впливі засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) противника. Зазначене обмежує можливості командування у процесах управління військами (силами) та створює наукову прогалину у сфері застосування геопросторової підтримки в інтересах національної безпеки і оборони.

Відсутність єдиного інформаційного простору, недостатня інтеграція геопросторових і навігаційних даних, низька стійкість до впливу РЕБ, обмежена швидкість обробки великих обсягів інформації, недостатній рівень автоматизації процесів аналізу бойового середовища обмежує можливості розроблення ефективних рішень командуванням у складних умовах бойової обстановки. Це обумовлює необхідність створення та застосування комбінованих адаптивних систем геопросторової підтримки.

Розвиток та застосування комбінованих адаптивних систем геопросторової підтримки дозволить врахувати вимоги сучасного бойового середовища, що характеризується динамічністю, багатофакторністю та активним впливом засобів РЕБ, що сприятиме підвищенню ефективності стратегічного та оперативного управління, забезпечивши командування достовірними даними в режимі реального часу, а також надасть можливість мінімізувати ризики втрат особового складу та техніки, спричинені похибками чи втратою ситуаційної обізнаності.

Наукове вирішення розглянутої проблеми шляхом впровадження комплексної інтеграції в єдину адаптивну дозволить забезпечити інтероперабельність з партнерами країн-членів НАТО, що є необхідною умовою для успішного проведення спільних операцій, а також

дозволить оптимізувати використання наявних ресурсів, зосередивши зусилля на розвитку високотехнологічних, автономних спроможностей. Зазначене стане фундаментом для технологічної переваги над противником у динамічному та складному бойовому середовищі сьогодення та майбутнього. Реалізація зазначеного напряму дозволить забезпечити просторово-часову синхронізацію дій військ (сил) в умовах інтенсивного РЕБ протиборства та інформаційної невизначеності, підвищити ефективність управління військами, забезпечити оперативність прийняття рішень та адаптивність до сучасних умов ведення бойових дій.

Мисик М.М., канд. тех. наук, доцент
Одосій Л.І., канд. хім. наук, доцент
НАСВ

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ КУРСАНТІВ

Професійна підготовка із застосуванням засобів інформаційно-комунікаційних технологій тісно пов'язана з використанням комп'ютерного моделювання як одного з ефективних інструментів формування професійно-практичних компетенцій курсантів та підвищення якості фахової підготовки у сучасному освітньому процесі.

Моделювання в середовищі спеціалізованих програмних засобів математичного та імітаційного моделювання дає змогу відтворювати динаміку бойових дій, змінюючи початкові умови та параметри сценарію для дослідження різних варіантів розвитку подій і значно прискорює процес проведення розрахунків і аналізу бойових ситуацій, забезпечуючи комплексну оцінку можливих варіантів дій, враховуючи їхні переваги та недоліки. На виході формується візуалізована інформація у вигляді графіків, таблиць та аналітичних показників, що надає командиру можливість обґрунтовано та у стислі терміни приймати рішення щодо оцінювання різних тактичних варіантів, коригування дій підрозділу, що підвищує оперативність реагування підрозділу та сприяє ефективності управління військовими операціями, мінімізуючи ризики помилок і невиправданих втрат.

Для реалізації таких завдань необхідне опанування сучасних програмних середовищ і програмного забезпечення. У зв'язку з цим виникає науково-практична проблема підвищення якості військової підготовки шляхом інтеграції цифрових технологій у навчальний процес. Такий підхід сприяє формуванню безпечного навчального середовища, для формування аналітичного мислення та набуття професійно-практичних компетентностей курсантів. Зокрема, можливість багаторазового відпрацювання сценаріїв без ризику втрат підвищує ефективність навчання та сприяє формуванню стійких практичних навичок.

Практичне значення та наукова новизна полягає у підвищенні рівня підготовленості військових фахівців, ефективності управління підрозділами та системному обґрунтуванні використання цифрових технологій як базового інструменту формування професійних бойових компетенцій, а не лише допоміжного засобу навчання.

Розв'язання цієї проблеми пов'язане з такими науковими завданнями, як розвиток методів моделювання бойових процесів, удосконалення систем обробки інформації та створення ефективних засобів підтримки прийняття рішень.

Запропоновано підхід до інтеграції цифрового моделювання, аналітичних систем і засобів підтримки прийняття рішень у процес військової підготовки шляхом впровадження в навчання базових інструментів, які описують динаміку взаємного ураження сторін у

збройному конфлікті. Одним із таких елементів є ланчестерівські моделі бойових дій, аналіз яких формує аналітичну основу для обґрунтованого вибору оптимальних управлінських рішень. Класичний квадратичний закон Ланчестера задається системою диференціальних рівнянь, які характеризують втрати сторін та залежності від їх чисельності й коефіцієнта ефективності, де початкові умови визначаються початковими значеннями сторін. Модель дозволяє отримати аналітичним шляхом тривалість бою, переможця та кількість неуражених бойових одиниць. Для розв'язування цієї системи рівнянь можна також складати блок-схему у середовищі Simulink чи Xcos та здійснювати перевірку отриманих результатів. Зокрема ця програма передбачає швидке опрацювання даних, оскільки передбачає не написання коду, а складання інформативних блок-схем, що значно зменшує витрати часу.

Комп'ютерне моделювання також забезпечує прикладну підготовку військових фахівців: відпрацювання тактичних дій підрозділів, оцінювання ефективності застосування озброєння, підготовку операторів сучасних технічних систем, планування операцій та прогнозування їх результатів, оптимізацію логістичних процесів.

Отже, комп'ютерне моделювання забезпечує розв'язання комплексних багатофакторних завдань, що зумовлює необхідність формування цифрової компетентності як важливої складової підготовки військових фахівців. Їх інтеграція в освітній процес підвищує рівень підготовленості військових фахівців до дій у сучасних умовах.

Митрофанова М.С.
ВІКНУ

КІБЕРНЕТИЧНІ ЗАГРОЗИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ШЛЯХИ ЇХ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ

У сучасних умовах ведення війни кіберпростір став повноцінним театром бойових дій, де інформаційні (автоматизовані) системи Збройних Сил України виступають критично важливим елементом управління військами та застосування озброєння. Відповідно, зростає рівень кіберзагроз, спрямованих на порушення функціонування інформаційних систем, отримання розвідувальних даних та дестабілізацію управління військами.

Аналіз сучасних джерел показує, що одними з найбільш поширених загроз є витік інформації через недотримання правил кібергігієни особовим складом. Зокрема, використання мобільних телефонів із увімкненою геолокацією, застосування месенджерів для передачі службової інформації, а також публікація фото і відео з прив'язкою до місцевості створюють передумови для отримання противником критично важливих даних про розташування та переміщення підрозділів. Суттєвою проблемою залишається також використання незахищених пристроїв та інформаційних систем, підключених до глобальних мереж. Обробка службових документів на комп'ютерах із доступом до Інтернету значно підвищує ризик несанкціонованого доступу до інформаційних ресурсів. Додатковим фактором ризику є низький рівень обізнаності військовослужбовців щодо правил кібербезпеки, що визнається однією з ключових проблем у цій сфері.

В умовах бойових дій особливої актуальності набувають такі види кіберзагроз: соціальна інженерія та фішингові атаки; компрометація облікових записів; перехоплення даних через відкриті канали зв'язку; витік інформації через соціальні мережі та мобільні додатки; кіберрозвідка противника шляхом аналізу відкритих джерел (OSINT). Для нейтралізації

зазначених загроз необхідно впроваджувати комплексний підхід, що поєднує організаційні, технічні та освітні заходи. Насамперед, важливим є дотримання правил особистої кібергігієни: обмеження доступу до персональних даних, використання перевірених каналів зв'язку, заборона відкриття підозрілих файлів і посилань, а також контроль цифрового сліду військовослужбовця.

Крім того, необхідно забезпечити: використання сертифікованих засобів захисту інформації; сегментацію мереж та обмеження доступу до критичних ресурсів; впровадження систем виявлення та реагування на кіберінциденти; регулярне навчання особового складу з питань кібербезпеки. На стратегічному рівні кібербезпека є складовою національної безпеки та включає комплекс заходів політичного, організаційного, технічного і розвідувального характеру, що реалізуються відповідними державними структурами.

Отже, ефективне протистояння кіберзагрозам у військових інформаційних системах можливе лише за умови системного підходу, який передбачає поєднання технологічних рішень, нормативного регулювання та підвищення рівня підготовки особового складу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розвиток адаптивних систем кіберзахисту, автоматизацію процесів реагування на інциденти та інтеграцію кібербезпеки у всі етапи функціонування військових інформаційних систем.

Мішок А.А.
Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
Дирман Ю.В.
Ільчишин В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА MISSION COMMAND: ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Рівень готовності Збройних Сил України безпосередньо залежить від новітнього озброєння, проте ефективність бойових задач неможлива без своєчасного, достовірного та безпечного управління. Сучасна стратегія передбачає перехід до системи C4ISR за стандартами НАТО, що базується на мережецентричній концепції: інтеграції зв'язку, розвідки та засобів ураження в єдиний інформаційний простір.

Технологічні перспективи: SDR та мережі MANET.

Технологія SDR (Software-Defined Radio) – це база для переоснащення. Вона дозволяє змінювати параметри (частоту, модуляцію) програмно, забезпечуючи взаємосумісність різних мереж та подовжуючи життєвий цикл техніки.

Сучасні станції (Aselsan, Harris) підтримують режими MANET (наприклад, NBNR/WBNR), де кожна радіостанція автоматично стає ретранслятором, що забезпечує живучість зв'язку в русі.

Використання КХ та УКХ станцій Harris, Aselsan та Elbit з режимом псевдовипадкової перебудови робочої частоти (ППРЧ) понад 1500 стрибків за секунду є критичним для протидії засобам придушення противника.

Mission Command: швидкість як фактор виживання.

Mission Command – це культура, де перевага досягається за рахунок того, що наші бійці швидше за ворога орієнтуються та реагують на ситуацію.

Для автономності підрозділу за відсутності зв'язку підлеглі мають розуміти не лише "що" робити, а й "для чого", це дозволяє проявляти ініціативу та адаптувати план на ходу.

Децентралізація вимагає високих "Hard skills" (знання техніки) та "Soft skills" (довіра), що дозволяє старшим командирам уникати мікроменеджменту та зосереджуватися на стратегічних задачах.

Організація зв'язку та прихованість управління.

Для захисту від радіорозвідки обов'язковим є використання таблиць сигналів управління. Наприклад, для переміщення та орієнтування замість відкритих назв орієнтирів (магазин, церква) використовуються цифрові коди, що приховує замисел операції від перехоплення.

Командир повинен гнучко змінювати стиль управління залежно від ситуації (критична/помірна) та рівня підготовки бійців. Навчений підрозділ потребує мінімального контролю, що робить його мобільнішим.

Трансформація системи зв'язку забезпечує перехід до гнучкого управління, де ініціатива на місцях у поєднанні з технологіями SDR робить підрозділ швидшим і непередбачуваним для ворога.

Розвиток системи управління Збройних Сил України має базуватися на переході до мережецентричної моделі C4ISR шляхом повної цифровізації та впровадження SDR-технологій, що забезпечують стійкість до РЕБ та взаємосумісність різних мереж. Це створює необхідний технічний фундамент для впровадження філософії Mission Command, де головною перевагою стає швидкість прийняття рішень завдяки децентралізації, взаємній довірі та ініціативі підлеглих, що діють на основі розуміння замислу командира.

Ключовими умовами успіху є поєднання вітчизняних розробок із передовими світовими засобами, суворе дотримання вимог прихованого управління військами та безперервна підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно експлуатувати складні цифрові комплекси в умовах високодинамічного бою.

Можний А.О.
Військова частина А0987

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БпАК ВЕЛИКОГО РАДІУСА ДІЇ

Завдання з нанесення вогневого ураження об'єктів, які знаходяться в оперативному та стратегічному тилу противника, покладаються на БпАК великого радіуса дії (Deep Strike).

Під БпАК Deep Strike розуміють високотехнологічні ударні БпАК, що застосовуються на великих відстанях (сотні кілометрів) для знищення об'єктів в оперативному та стратегічному тилу противника.

Ця концепція, що активно розвивається в Україні, передбачає використання передових наукових, технічних і технологічних рішень при розробці та виготовленні засобів ураження, а також застосування різноманітних джерел розвідувальної інформації для нанесення точних ударів − це дозволяє зберегти життя військових та уражати цілі на великій відстані з високою ефективністю.

Процес застосування БпЛА зі складу БпАК Deep Strike, як правило, включає:

- збір розвідувальної інформації:

визначення характеристик цілі (кількість точок прицілювання/завдання ударів);

визначення характеристик системи протиповітряної оборони цілі та маршруту руху (зони виявлення цілі засобами повітряної розвідки, зони ураження зенітними засобами на різних висотах, типи зенітних і радіолокаційних засобів, які прикривають ціль і перебувають на маршруті руху);

аналіз рельєфу місцевості і наявність висотної забудови в місцях розташування цілі та прогнозні погодні умови на момент нанесення враження (швидкість та напрямок вітру, опади, туман);

- планування маршруту польоту з урахуванням організації системи протиповітряної оборони противника;
- проведення заходів із підготовки до запуску БпЛА: визначення типів боєприпасів, що доцільно застосувати для ураження (виведення з ладу) цілі, їх прогнозована кількість, оцінка метеорологічних умов на маршруті руху;
- політ до цілі, під час якого оператори відстежують політ БпЛА та коригують маршрут руху у разі необхідності з урахуванням зміни обстановки;
- вибір точки прицілювання для ураження (виведення з ладу) цілі;
- вибір кута заходу на ціль та азимута заходу для ураження (виведення з ладу) цілі;
- проведення маневрів з метою подолання системи протиповітряного захисту цілі;
- захоплення цілей і нанесення вогневого ураження;
- оцінка результатів завдання удару по цілі.

Таким чином, до першочергових завдань при формуванні задуму повітряних ударів з використанням БпЛА зі складу БпАК Deep Strike відносяться планування маршрутів руху літальних апаратів в місцях розташування цілі з урахуванням тактико-технічних характеристик засобів ППО, рельєфу місцевості, наявності міської забудови та прогнозної оцінки погодних умов на час нанесення вогневого ураження.

Молодецький Б.В., канд. техн. наук
НДІ ВР

АРХІТЕКТУРНЕ РОЗМЕЖУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК ПЕРЕДУМОВА ОПТИМІЗУВАННЯ ЧАСУ ВПРОВАДЖЕННЯ

Сучасний стан розбудови інформаційно-комунікаційної інфраструктури Сил оборони України характеризується зростаючою потребою у швидкому розгортанні автоматизованих систем (АС) управління в умовах обмеженого часу та ресурсів. Практика свідчить, що значна частка часу впровадження таких систем витрачається не на розробку або адаптацію прикладного програмного забезпечення, а на проведення робіт зі створення комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) та отримання атестата відповідності для кожного нового об’єкта розгортання окремо.

Ключовою причиною цієї неефективності є відсутність в нормативній базі та проєктній практиці чіткого архітектурного розмежування між інформаційною системою (ІС) як програмним продуктом і програмно-технічним комплексом (ПТК) як середовищем її виконання. У чинній системі НД ТЗІ ці сутності не розмежовуються, що спричиняє отримання атестата відповідності на АС як нерозмежовану цілісність. Будь-яка зміна ПТК – перенесення на інший апаратний вузол, зміна версії ОС, розгортання в новому підрозділі формально вимагає повторної державної експертизи КСЗІ, навіть якщо програмна складова системи залишається незмінною.

Запропонований підхід полягає у виділенні ПТК як самостійного, нормативно визначеного об’єкта, на який формується і підтримується актуальний атестат відповідності КСЗІ. Такий уніфікований ПТК стає предметом постачання для Сил оборони. Він являє собою типове захищене середовище виконання, яке пройшло державну експертизу одноразово і може бути тиражоване на необхідну кількість об’єктів розгортання без повторної атестації КСЗІ. ІС, що відповідає принципу infrastructure-agnostic design, розгортається на такому ПТК шляхом передачі конфігурації через стандартизований інтерфейсний шар і також не потребує переатестації, якщо її код залишається незмінним.

Практична цінність підходу для Сил оборони України визначається можливістю оперативного масштабування та розгортання ІС систем управління, логістики, ситуаційної обізнаності та інших прикладних систем на заздалегідь атестованих ПТК без зупинки основної діяльності на строк проходження атестаційних процедур. Це безпосередньо скорочує час від прийняття рішення про впровадження ІС до введення системи в експлуатацію.

Таким чином, архітектурне розмежування ІС і ПТК є не лише теоретичною архітектурною концепцією, а й практичним інструментом підвищення спроможностей Сил оборони в частині швидкості розгортання захищених АС. Реалізація підходу потребує нормативного закріплення понять ІС і ПТК, розробки порядку роздільної атестації ПТК і ІС та формування специфікацій уніфікованих ПТК як предметів постачання для потреб Сил оборони України.

Мордюк В.І.
Гурський Т.Г., канд. техн. наук, доцент
НДІ ВР

АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ’ЯЗКУ В КХ-РАДІОЛІНІЯХ

Досвід ведення бойових дій за час агресії проти України протягом 2014 – 2026 років підтверджує важливість організації ефективного управління військами (силами). Однак у зв’язку з суттєвим ускладненням і розширенням цільових завдань у галузі управління підвищуються вимоги до системи радіозв’язку, основними з яких є достовірність, оперативність та надійність передавання інформації.

Одним із доступних заходів для забезпечення виконання зазначених вимог у перспективних військових системах КХ-радіозв’язку вітчизняного виробництва є імплементація системи автоматичного встановлення зв’язку (ALE). Отож, актуальним є аналіз наявних систем ALE.

Наразі більше 80% систем ALE, які використовуються у світі, належать до 2G-ALE, що визначено стандартом MIL-STD-188-141A. 2G-ALE являє собою технологію асинхронного автоматичного встановлення з’єднання, принцип якої полягає в тому, що блок модема ALE постійно проводить сканування заздалегідь сформованого списку каналів, здійснює процедуру автоматичного випромінювання ідентифікатора станції, накопичуючи статистику якості проходження радіосигналу, та відповідає на виклики, які надходять з інших радіостанцій.

Розвиток технологій 2G-ALE зумовив формування ALE третього покоління (3G-ALE), стандартизованого в MIL-STD-188-141B. Перевагами нового покоління є наявність синхронного режиму роботи, поліпшення якості та швидкості встановлення зв'язку в каналах із гіршим відношенням «сигнал/шум» (SNR), а також забезпечення узгодження виду сигналу з видом інформації, що передається.

Прагнення до вищих швидкостей передачі даних у КХ-діапазоні частот та вимоги щодо більшої пропускної здатності зумовили розроблення ALE четвертого покоління (4G-ALE), що детально описано у MIL-STD-188-110D. Особливостями цього покоління є використання каналів шириною смуги до 48 кГц, що передбачає максимальну швидкість передавання даних до 240 кбіт/с. Також слід зазначити про наявність швидкого широкосмугового режиму ALE (Fast WALE), що забезпечує вдвічі менший час встановлення зв’язку в порівнянні з 3G-ALE.

Варто зазначити, що 4G-ALE має можливість приймати виклики та встановлювати з’єднання з використанням протоколу 2G та 3G-ALE.

Результати аналізу систем ALE дають змогу зробити такі висновки:

- використання відповідних систем підвищує оперативність проведення сеансів зв’язку в КХ-діапазоні частот;
- здебільшого системи проєктувалися для територіально близьких радіостанцій, які розташовані на невеликій відстані одна від одної, тобто проходження сигналу від однієї станції до іншої, і навпаки, не відрізняється характером розповсюдження радіохвиль та не залежить від потужності радіопередавача;
- жодна система не дає змогу обирати робочі частоти поза межами заздалегідь встановлених у програмі радіозв’язку (навіть якщо вони не є оптимальними).

Таким чином, подальший напрям дослідження полягає у розробленні системи автоматичного встановлення зв’язку в КХ-радіолініях з урахуванням недоліків існуючих систем та особливостей виконання завдань підрозділами, що їх використовують.

Надала О.С.
НАСВ

КЛЮЧОВІ ВЕКТОРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК У КОНТЕКСТІ НОВІТНІХ ЗАГРОЗ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамічністю, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем, засобів радіоелектронної боротьби та кібернетичних атак. У таких умовах надзвичайно важливою стає здатність командування оперативно отримувати достовірну інформацію, аналізувати її та ухвалювати ефективні рішення. Автоматизовані системи управління військами (АСУВ) виступають ключовим інструментом підвищення боєздатності Сухопутних військ, оскільки забезпечують швидкий обмін даними та координацію дій підрозділів.

АСУВ призначені для автоматизації процесів збору, обробки, передачі та відображення інформації про бойову обстановку, а також підтримки прийняття управлінських рішень на тактичному й оперативному рівнях. Використання таких систем дозволяє ефективніше здійснювати взаємодію між різними рівнями управління та підрозділами.

Однією з ключових проблем сучасних систем управління є залежність від централізованої архітектури та критичних вузлів зв'язку, що робить їх уразливими під час ударів по командних пунктах або при активному застосуванні РЕБ. Перспективним напрямом розвитку є перехід до децентралізованих (мережецентричних) архітектур. Вони забезпечують автономність підрозділів та можливість збереження функціонування системи навіть при частковому руйнуванні її елементів.

Сучасні загрози вимагають модернізації таких систем з урахуванням їх стійкості до зовнішніх впливів та втрати окремих елементів. Важливим напрямом удосконалення АСУВ є впровадження інтелектуальних модулів підтримки прийняття рішень на основі методів машинного навчання. Такі модулі можуть застосовуватися для аналізу великих обсягів даних з різних джерел (БпЛА, наземні сенсори, супутникові системи, радіотехнічна розвідка) з метою прогнозування дій противника, визначення оптимальних маршрутів підрозділів та оцінки ризиків. БпЛА забезпечують оперативне отримання інформації в режимі реального часу, що дозволяє скоротити цикл "виявлення–рішення–ураження".

З огляду на активізацію кібернетичних атак актуальним є підвищення рівня інформаційної безпеки автоматизованих систем. Зростання їх вимагає підвищення інформаційної безпеки АСУВ шляхом впровадження криптографічного захисту, багаторівневого контролю доступу, систем виявлення вторгнень та резервування критично важливих елементів інформаційної інфраструктури. Актуальним стає застосування принципів "Zero Trust" для доступу до систем управління.

Перспективний розвиток АСУВ Сухопутних військ має базуватися на інтеграції безпілотних комплексів у контурі управління, використанні штучного інтелекту, об'єднанні даних з різних джерел у єдиному інформаційному просторі, підвищенні стійкості до РЕБ, посиленні кіберзахисту та переході до децентралізованих мережецентричних архітектур.

Реалізація зазначених напрямів сприятиме підвищенню оперативності управління, скороченню часу реагування на загрози та зростанню ефективності бойового застосування підрозділів у складних бойових умовах.

Немченко Л.В.
Лисенко Є.М.
ХНУПС

ІНФОРМАЦІЙНІ, ЧАСОВІ, СТРУКТУРНІ ТА БЕЗПЕКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується експоненціальним зростанням обсягів мультимодальних даних різної природи – від текстових повідомлень і зображень до аудіо- та відеопотоків. Така гетерогенність даних відкриває нові можливості, водночас породжуючи серйозні виклики щодо їх обробки, інтеграції та забезпечення безпеки. Це дослідження зосереджується на аналізі чотирьох ключових груп характеристик мультимодальних даних: інформаційних, часових, структурних та безпекових. Глибоке розуміння цих характеристик дозволяє підвищити надійність мультимодальних моделей, мінімізувати дублювання та шум у даних, забезпечити їх часову синхронізацію та гарантувати безпеку застосування в реальних системах.

Зазначені групові характеристики не є ізольованими – вони перебувають у тісному взаємозв'язку: структура даних впливає на швидкість їх обробки, часові параметри визначають вимоги до безпеки, а інформаційна насиченість формує складність структурного вирівнювання. Розглянемо кожну групу детальніше.

Інформаційні характеристики охоплюють обсяг, різноманітність та гетерогенність даних, відмінності у форматах і природі інформації як усередині модальностей, так і між ними. Семантична насиченість характеризує щільність смислового навантаження та рівень надлишковості.

Часові характеристики описують динаміку надходження даних: часові залежності між модальностями, швидкість потоків, затримку реєстрації подій та часову гранулярність аналізу.

Структурні характеристики визначають організації даних через модальну побудову, структурне вирівнювання між модальностями, масштабованість та складність міжмодальних зв'язків.

Безпекові характеристики охоплюють загрози атаки на мультимодальні системи, надійність криптографічного захисту різнотипних даних та міжмодальний витік інформації.

Таким чином, інтеграція інформаційних, часових та структурних параметрів мультимодальних даних є критичною для створення відмовостійких систем. Системний підхід до аналізу цих характеристик дозволяє не лише оптимізувати обчислювальні ресурси, а й гарантувати цілісність даних у динамічних середовищах, що є визначальним для розгортання критично важливих застосунків.

Нерознак Є.І., д-р філософії
ВІТІ

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ПРІОРИТЕТОМ ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ

Сучасні інформаційно-комунікаційні системи та автоматизовані системи управління військами та озброєнням є ключовим елементом забезпечення ефективності ведення бойових дій, оперативності прийняття рішень та координації підрозділів. З розвитком інформаційних систем та технологій зростають вимоги до рівня захищеності таких систем, їх інтегрованості та надійності функціонування. Разом із тим практика їх використання свідчить про те, що досить важливим чинником ефективності залишається рівень підготовки особового складу.

Аналіз проблем функціонування інформаційно-комунікаційнх систем та автоматизованих систем управління дозволяє виділити три взаємопов'язані напрями: забезпечення кіберзахисту, інтеграцію різнорідних інформаційних систем та підготовку персоналу. Недостатній рівень підготовки користувачів і адміністраторів призводить до неефективного використання функціональних можливостей систем, ускладнює їх інтеграцію та підвищує вразливість до кіберзагроз. Таким чином, підготовка особового складу є досить важливою умовою вирішення низки інших проблем функціонування інформаційно-комунікаційнх систем та автоматизованих систем управління військового призначення.

Метою є підвищення ефективності функціонування автоматизованих систем управління військами шляхом впровадження комплексного підходу, в якому процеси підготовки особового складу інтегруються з процесами побудови, адміністрування, захисту та експлуатації інформаційно-комунікаційних систем та автоматизованих систем управління військового призначення.

Такий підхід передбачає розгляд підготовки персоналу як базового елемента функціонування інформаційно-комунікаційних систем та автоматизованих систем управління. Технічна складова включає використання модульної архітектури з інтегрованими навчально-тренувальними засобами, що дозволяють здійснювати підготовку персоналу в умовах, максимально наближених до реальної експлуатації систем. Організаційна складова орієнтована на забезпечення безперервного процесу навчання, перепідготовки та підтримання компетентностей особового складу.

Перспективними засобами та методами підготовки особового складу є використання імітаційного моделювання бойових процесів, цифрових тренажерів та симуляційних середовищ, що дозволяють відпрацьовувати практичні завдання (кейси) для набуття необхідного рівня знань та практичних навичок для подальшої професійної діяльності військових фахівців.

Важливим напрямом є застосування адаптивних навчальних систем, що враховують рівень підготовки користувачів та адміністраторів інформаційно-комунікаційних систем та автоматизованих систем управління військового призначення, що дозволяють індивідуалізувати процес навчання.

Запропонований підхід дозволить підвищити ефективність використання інформаційно-комунікаційних систем та автоматизованих систем управління військового призначення, забезпечити їх більш ефективну інтеграцію та підвищити рівень захищеності за рахунок системного розвитку підготовки особового складу.

Ніколайчук Л.Г., канд .техн. наук, доцент
НАСВ

РОЗВИТОК ВІРТУАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ НАВЧАННЯ ВІЙСЬКОВИХ

Актуальність створення та використання новітніх технологій у процесі військової освіти та бойової підготовки за стандартами НАТО лише зростає разом з ускладненням сучасних військових конфліктів. Найбільш поширеними їх прикладами є віртуальна реальність і доповнена реальність, штучний інтелект та аналітичні системи, кібербезпека і кібероборона, дрони та безпілотні системи, комунікаційні та супутникові системи. Постійне вдосконалення та адаптація військових за допомогою віртуальних середовищ стає надзвичайно важливим елементом для забезпечення успішності та ефективності військових операцій. Військові симулятори та застосування імерсивних технологій дозволяють військовослужбовцям та цілим підрозділам отримати практичні навички та виробити тактичні стратегії без прямого ризику для життя, що знижує витрати на тренувальні місії та забезпечує можливість навчатися за сценаріями бойових дій та спільних операцій з партнерами НАТО.

Імерсивність означає певну зануреність у штучно створені умови, її складовою є віртуальна реальність, що імітує відчуття та реакції на створений технічними засобами світ. Вперше ідея використання віртуальної реальності виникла в Сполучених Штатах Америки наприкінці 70-х років XX століття та була реалізована у системі для військових Headsight (це був відеошлем із вбудованою системою відслідковування повороту голови). Основні етапи

розвитку віртуальних середовищ: Витоки (середина XX ст.): використання механічних симуляторів для підготовки пілотів; Цифрова революція (1970-1990-ті): поява комп'ютерної графіки, що дозволила створювати перші симулятори поля бою; Сучасний етап (XXI ст.), що включає: Інтеграція БпАК та ШІ - віртуальні середовища (як Gazebo) використовуються для моделювання роботизованих систем; Інтеграція НАТО: французькі та німецькі збройні сили застосовують віртуальні тренажери для підготовки операторів БпАК у комплексі з наземними та повітряними силами; Цифрові двійники: створення точних цифрових копій реальних бойових умов, що забезпечує максимальну ефективність навчання.

В Україні системи імітаційного моделювання вперше з'явились та почали використовуватись слухачами під час проведення командно-штабних тренувань, навчань з використанням програмно-апаратного комплексу JCATS у Національному університеті оборони України з 2000 року за підтримки Американської компанії CUBIC APPLICATIONS. Але найбільшу кількість систем імітаційного моделювання тоді було встановлено та використовується і досі в Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. Почали використовувати три системи, які відрізняються між собою за рівнем підрозділу від відділення до корпусу включно та складністю написання того чи іншого сценарію проведення тренувань, навчань. Перша – FOLLOW ME (надана компанією ALION Science and Technology) призначена для відпрацювання тактичних навиків на рівні невеликих підрозділів, а саме відділення та взводу. Друга – BATTLE COMMAND (надана компанією ALION Science and Technology) для відпрацювання на рівні роти та батальйону. Третьою та, мабуть, найпотужнішою системою імітаційного моделювання була JCATS (надана компанією CUBIC APPLICATIONS), яка дозволяє проводити тренування, навчання до рівня корпусу включно.

Висновки:

- застосування систем імітаційного моделювання дозволяє значно знизити вартість загальновійськових навчань;
- використання засобів імітаційного моделювання умов бойової обстановки також дозволяє відпрацьовувати більш реалістичні сценарії бойових операцій;
- для бойової підготовки підрозділів можуть успішно застосовуватися різні засоби моделювання бойової обстановки, а ефективну підготовку загальновійськових операцій можна здійснювати за допомогою таких засобів у поєднанні з навчанням на справжніх бойових машинах та з використанням бойових систем озброєнь.

Таким чином, використання новітніх технологій у бойовій підготовці та військовій освіті за стандартами НАТО допомагає Україні зміцнити свої оборонні потужності, забезпечити високу готовність та ефективність у боротьбі з агресором. Постійне покращення та розвиток військової сфери на основі передових технологій є важливим фактором для перемоги України.

Оникієнко Л.С.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АПАРАТНИХ ВУЗЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

Апаратні (комплексні апаратні) вузлів зв'язку у сучасних операціях трансформуються з важких централізованих комплексів у розподілені, модульні, програмно-керовані та швидкорозгортні системи, що забезпечують багатосередовищний обмін даними, стійкість в умовах РЕБ і кіберзагроз та сумісність у коаліційних мережах.

1. Перехід до модульної та масштабованої архітектури. Сучасні наукові та прикладні підходи виходять з того, що апаратна вузла зв'язку має формуватися за принципом "plug-

and-play": окремі транспортні, комутаційні, криптографічні, супутникові, радіорелейні та безпроводові модулі повинні швидко комбінуватися під конкретну місію.

2. Підвищення мобільності та живучості. Однією з провідних тенденцій є відмова від стаціонарних вузлів на користь мобільних і малопомітних рішень із мінімальним часом розгортання/згортання..

3. Багатоканальність і multi-bearer-побудова (підхід до передачі даних через кілька каналів зв'язку одночасно, що забезпечує підвищену надійність, швидкість і стійкість мережі).

4. Програмно-визначена побудова вузла. Перспективні апаратні вузлів зв'язку дедалі більше переходять до моделей SDN/NFV, коли мережеві функції відокремлюються від апаратної платформи, а керування трафіком, політиками доступу й сервісами переноситься у програмний контур.

5. Інтероперабельність і коаліційна сумісність. У документах НАТО та сучасних дослідженнях ключовою вимогою визначається "day zero interoperability" – здатність вузлів зв'язку різних країн забезпечити обмін даними з моменту розгортання без тривалого доопрацювання.

6. Зміщення частини функцій у edge/cloud-середовище. Апаратна вузла зв'язку поступово стає не лише транспортним, а й обчислювальним елементом. На практиці це означає перенесення частини аналітики, обробки даних сенсорів, кешування сервісів і керування доступом на edge-рівень, а для вищих штабних ланок – інтеграцію з захищеними військовими хмарними середовищами.

7. Кіберстійкість та Zero Trust. Традиційний периметровий захист вузлів зв'язку вже недостатній. Поступово утверджується модель Zero Trust (передбачає постійну перевірку кожного користувача і пристрою та надання доступу лише за принципом мінімальних привілеїв, контроль стану пристроїв та шифрування усіх з'єднань).

8. Мережецентричність, MANET та безпілотні ретранслятори. Дослідження останніх років показують зростання ролі самоорганізованих ad hoc мереж, оскільки в бойовій обстановці неможливо гарантувати однострибковий зв'язок між усіма вузлами.

9. Автоматизація управління та зниження навантаження на персонал. Сучасна тенденція полягає у зменшенні когнітивного навантаження на операторів вузла зв'язку за рахунок NMS/SD-WAN (системи управління та моніторингу мережі / технології інтелектуального керування трафіком через різні канали зв'язку).

Висновок. Розвиток апаратних вузлів зв'язку рухається у напрямі модульності, мобільності, багатоканальності, коаліційної сумісності, кіберстійкості та інтеграції обчислювальних функцій на edge-рівні. Для України це означає доцільність розроблення швидкорозгортних вузлів зв'язку з multi-bearer-архітектурою, вбудованими засобами Zero Trust/NMS та готовністю до інтеграції у стандартизовані мережі партнерів.

Оніщенко О.О.
ЖВІ

КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАТУР АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ

Автономні джерела живлення, такі як акумулятори, генератори та паливні елементи, забезпечують функціонування сучасних систем озброєння. Їхня радіолокаційна детектованість може використовуватися противником для ідентифікації та наведення високоточного озброєння, що підвищує ризик демаскування та знижує бойову живучість. Радіолокаційна сигнатура визначається ефективною площею розсіювання (ЕПР), кутовими

та спектральними характеристиками. Основні джерела сигнатури включають металеві корпуси, відкриті кабельні траси та неекрановані електронні модулі. Велика ефективна площа розсіювання підвищує ймовірність виявлення та точність наведення озброєння.

Пропонуються наступні конструктивні та експлуатаційні підходи до зменшення цих демаскувальних ознак джерел живлення.

1. Конструктивні заходи включають застосування радіопоглинаючих композитів (карбонових, феритових, полімерних), спеціальних покриттів із високим коефіцієнтом поглинання у діапазоні 2-18 ГГц, формування обтічних корпусів та оптимальне внутрішнє компонування елементів. Для додаткового зниження ЕПР застосовується багатошарове екранування з метаматеріалів та інтеграція джерел живлення у відсіки бойових платформ.

2. Експлуатаційні та тактичні заходи передбачають оптимізацію режимів роботи (плавне нарощування потужності, режим «stand-by»), використання природних маскувальних факторів (рельєф, рослинність), динамічне переміщення джерел живлення та планування роботи з урахуванням активності супутникових і наземних систем спостереження противника.

3. Незахищені генератори та акумулятори легко виявляються радарами. Впровадження радіопоглинаючих матеріалів, екранування та оптимізація режимів роботи дозволяє зменшити ЕПР у 2-3 рази без втрати функціональності, підвищуючи бойову живучість систем вцілому.

4. Доцільно використовувати маскування місць розташування джерел живлення за допомогою рельєфу місцевості, інженерних споруд і природних укриттів.

Зниження радіолокаційної детектованості потребує комплексного підходу, що поєднує конструктивні та експлуатаційні рішення. Використання композитів та спеціальних покриттів суттєво зменшує ефективну площу розсіювання. Тактичне планування розгортання та режимів роботи підвищує живучість систем озброєння.

В подальшому планується розглянути інші методи зниження помітності роботи автономних джерел живлення в умовах сучасної війни.

Опалинський В.Б.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Сучасні воєнні конфлікти характеризуються високою динамічністю і складністю, що вимагає від військових командувань швидкої адаптації до змінних умов.

Традиційні методи управління часто виявляються неефективними в умовах інформаційної війни та швидкого розвитку технологій. Відтак, виникає необхідність у впровадженні автоматизованих систем управління (АСУ), які здатні забезпечити своєчасний збір, оброблення та аналіз інформації, а також підтримку прийняття рішень на всіх рівнях управління. Проблема полягає у недостатньому дослідженні впливу АСУ на оперативну ефективність військових формувань та необхідності їхньої адаптації до специфіки сучасних бойових дій.

Вивчення автоматизованих систем управління у військовій справі стало предметом активних досліджень як в Україні, так і за кордоном. В них висвітлюється важливість

інтеграції новітніх технологій у процеси управління для підвищення оперативної ефективності українських Збройних Сил. Впровадження АСУ дає змогу зменшити час на прийняття рішень і підвищити точність виконання бойових завдань.

На міжнародному рівні не менш значущими є дослідження, які аналізують вплив автоматизованих систем управління на стратегічні рішення у військових конфліктах. Вони не лише підвищують оперативну готовність військ, але й дозволяють краще координувати дії між різними підрозділами, що є критично важливим у сучасних умовах.

Також розглядають та аналізують усі позитивні і негативні сторони застосування автономних систем озброєння з погляду можливості досягти більш етичного їх застосування у веденні бойових дій. Особливу увагу приділяють АСУ, що являють собою автоматизовані системи штучного інтелекту, в яких рішення приймається на основі програмного коду.

Автоматизовані системи управління відіграють критично важливу роль у підвищенні оперативної готовності військ. Вони забезпечують швидкий доступ до інформації, що дає змогу командуванню оперативно реагувати на зміни в бойовій обстановці, що підвищує ефективність виконання завдань.

Інтеграція новітніх технологій, як-от штучний інтелект, безпілотні системи, відкриває нові можливості для автоматизації управлінських процесів. Ці технології не лише підвищують швидкість і точність прийняття рішень, але й дають можливість зменшити ризики для життя військовослужбовців.

В доповіді пропонується дослідити роль та значення автоматизованих систем управління у військовій справі в сучасних умовах.

Отже, аналіз наявних джерел показує, що впровадження автоматизованих систем управління у військову справу є важливим напрямом для підвищення ефективності управлінських процесів.

Однак є потреба у подальшому дослідженні специфіки їх застосування в умовах нашої країни, а також у розробленні адаптованих рішень для забезпечення інтеграції АСУ в Збройних Силах України.

Осієвський С.В., канд. техн. наук, доцент
Несміян О.Ю., канд. техн. наук, доцент
Землянський Д.О.
ХНУПС

АДАПТИВНЕ НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Інформаційно-комунікаційні системи спеціального призначення (ІКС СП) утворюють технологічний хребет сучасного військового управління. Однак підтримання їхньої захищеності в умовах активної кіберпротидії та постійної зміни оперативного середовища залишається невирішеною практичною проблемою, особливо з огляду на вразливості, що виникають не лише внаслідок атак, а й через внутрішні конфігураційні порушення.

Дослідження інцидентів безпеки в реальних умовах експлуатації показує характерну закономірність: значна їх частина спричинена помилками налаштування, дрейфом конфігурацій від затверджених профілів захищеності та несвоєчасним виявленням відхилень.

Традиційні статичні моделі управління захистом виявляються концептуально непридатними для середовища зі змінною структурою загроз, вони фіксують параметри безпеки в момент розгортання системи, тоді як реальна обстановка продовжує змінюватись.

Для подолання цього розриву пропонується архітектура управління профілями безпеки, побудована на п'яти взаємопов'язаних принципах: інтелектуальне початкове налаштування параметрів безпеки; безперервний автоматизований контроль стану системи; кількісна оцінка часу знаходження у небезпечному стані як міри ризику; детектування конфігураційних аномалій через аналіз критичних умов і тенденцій зміни параметрів; адаптивне коригування профілів захисту на основі накопичених даних моніторингу.

Важливою складовою запропонованого підходу є формалізація процесу адаптації параметрів захисту, що передбачає використання математичних моделей оцінювання ризиків та прийняття рішень в умовах невизначеності. Зокрема, доцільним є застосування методів із галузі теорія ймовірностей та машинне навчання для прогнозування розвитку загроз та визначення оптимальних конфігураційних параметрів системи.

Адаптивне налаштування профілів безпеки може реалізовуватись через використання механізмів зворотного зв’язку, які забезпечують корекцію параметрів на основі результатів моніторингу. У цьому контексті система розглядається як динамічний об’єкт керування, де вхідними параметрами виступають характеристики загрозового середовища, а вихідними – рівень захищеності інформаційних ресурсів. Такий підхід дозволяє реалізувати принципи саморегуляції та самонавчання, що є критично важливими для систем спеціального призначення.

З практичної точки зору, реалізація запропонованої архітектури потребує використання спеціалізованих програмно-апаратних засобів моніторингу, збору та обробки даних, а також систем підтримки прийняття рішень. При цьому важливим є забезпечення їх сумісності з існуючими інформаційно-комунікаційними платформами та мінімізація впливу на продуктивність системи.

Таким чином, адаптивне налаштування параметрів захисту є перспективним напрямом підвищення ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних систем спеціального призначення. Його впровадження дозволяє не лише своєчасно реагувати на зміни загрозового середовища, але й проактивно запобігати виникненню інцидентів безпеки за рахунок використання інтелектуальних механізмів аналізу та прогнозування.

Пасько І.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НДЦ РВіА

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ, ЯКІ ДОЦІЛЬНО ВИКОРИСТОВУВАТИ ПІД ЧАС АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ РОЗПОДІЛУ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЇ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ

У сучасних умовах збройної боротьби, що характеризуються високою динамічністю, маневреністю та широким застосуванням високоточної зброї, артилерія залишається одним із ключових вогневих засобів наземного компоненту. Досвід російсько-Української війни свідчить про низку проблемних питань, які виникають під час планування бойових дій артилерії посадовими особами секції об’єднаної вогневої підтримки (ОВгП). Важливим питанням у цьому контексті є проблема раціонального розподілу обмеженого вогневого ресурсу артилерії, що обумовлюється наступними основними чинниками: наявний ресурс вогневих засобів зазвичай є недостатнім для ураження всіх виявлених цілей; прийняття

рішення щодо розподілу вогневих засобів артилерії для ураження цілей відбувається в умовах обмеженої інформації про противника; виникає необхідність в ураженні критично важливих за часом об'єктів противника; виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами відбувається переважно в умовах загрози вогневого впливу противника. Таким чином, незважаючи на значну кількість досліджень на даний час питання щодо автоматизації процесу розв'язання задач розподілу вогневих засобів артилерії для ураження наземних цілей залишаються невирішеними. Тому виникає необхідність у подальшому розробленні методичних підходів до визначення показників, які доцільно використовувати під час розв'язання задач розподілу вогневих засобів артилерії для ураження наземних цілей з врахуванням чинників високодинамічних бойових дій у сучасній російсько-Українській війні.

Розподіл вогневих засобів артилерії для ураження наземних цілей залежить від багатьох властивостей та можливостей підрозділів артилерії, характеру цілей і конкретних умов обстановки, отже, визначення оптимального засобу ураження неможливе лише за одним показником. Саме тому пропонуємо під час автоматизації процесу розв'язання задач розподілу вогневих засобів артилерії використовувати певну систему показників: узагальнений, який характеризує кінцевий результат вибору вогневого засобу для ураження конкретної цілі; часткові, які характеризують прогнозовану результативність їх застосування (певні бойові можливості вогневих засобів і характеристики об'єктів противника).

Частковими показниками, які впливають на розподіл вогневих засобів, можуть бути: можливість ураження цілі вогневим засобом, витрата боєприпасів, час виконання вогневого завдання, вартість виконання вогневого завдання. У якості узагальненого показника доцільно використовувати такий показник, як рівень пріоритетності призначення вогневого засобу для ураження цілі, величина значення якого вказує на перевагу вогневого засобу (комбінації вогневих засобів) порівняно з іншими за відношенням ефективність-вартість.

Вибрані показники хоч і не є вичерпними, але є достатніми для розв'язання задач розподілу обмеженого вогневого ресурсу артилерії, мають чіткий фізичний зміст і можуть бути основою для подальших досліджень з автоматизації діяльності відповідних посадових осіб підрозділів ОВгП щодо раціонального розподілу вогневих засобів артилерії для ураження наземних цілей як під час планування бою, так і в ході бою, що, у свою чергу, дозволить реалізувати окремі процеси підтримки прийняття рішення під час виконання завдань вогневого ураження.

Пащетник О.Д., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
Аніщуков І.В.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ТА РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ ЯК НАПРЯМ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ

Сучасні умови ведення бойових дій характеризуються переходом до мережецентричної моделі управління, високою насиченістю поля бою розвідувальними сенсорами, безпілотними системами, засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) та високоточною зброєю. За таких умов ефективність застосування артилерійських підрозділів (АП) визначається насамперед швидкістю обробки інформації, рівнем ситуаційної обізнаності та

здатністю органів управління інтегрувати різнорідні дані в єдину інформаційну картину. Ключову роль у цьому відіграють інформаційно-комунікаційні системи (ІКС), які повинні забезпечувати повний цикл управління − від збору розвідувальної інформації до доведення вогневих завдань.

Аналіз існуючих ІКС свідчить про реалізацію значного переліку інформаційно-розрахункових задач (ІРЗ), зокрема у частині обліку обстановки, планування бойових дій, балістичних розрахунків та управління вогнем. Водночас встановлено, що вони переважно орієнтовані на класичну модель застосування артилерії та не повною мірою враховують сучасні особливості бойових дій, пов’язані з використанням безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), роботизованих систем та засобів РЕБ.

Порівняльний аналіз іноземних систем (AFATDS, SitaWare Fire Support, Fire Weaver, ATAK/TAK) показує, що їх розвиток спрямований на створення інтегрованого цифрового середовища з реалізацією замкненого циклу «виявлення – прийняття рішення – ураження – оцінка результату». Характерною особливістю є автоматизований цілерозподіл, кореляція даних із різнорідних джерел та інтеграція безпілотних і роботизованих платформ як елементів бойового порядку. У цьому контексті одним із ключових напрямів розвитку ІКС артилерійських підрозділів є впровадження нових ІРЗ, спрямованих на інтеграцію з безпілотними системами. До них належать розрахунок параметрів координації артилерійського вогню з діями БпЛА, визначення зон заборони вогню з урахуванням їх маршрутів, а також формування обмежень для забезпечення безпечного застосування. Важливу роль відіграють задачі управління БпЛА, що включають розрахунок оптимальних маршрутів польоту з урахуванням рельєфу, загроз ППО та РЕБ, визначення часу перебування у зоні спостереження, потреби у засобах для забезпечення безперервної розвідки та вибір оптимальних точок спостереження. Також перспективним напрямом є впровадження ІРЗ управління роботизованими платформами, зокрема визначення зон їх застосування, розрахунок маршрутів переміщення та розподіл між завданнями. Важливим є також забезпечення їх взаємодії з артилерією як елементів розвідки та коригування вогню.

Окреме значення мають задачі оцінювання радіоелектронної обстановки, що передбачають розрахунок зон впливу засобів РЕБ, визначення зон подавлення каналів управління, оцінювання впливу РЕБ на функціонування БпЛА та ефективності застосування власних засобів радіоелектронного впливу. Додатково перспективним є впровадження задач геопросторового аналізу та балістичного моделювання, що забезпечують оцінювання можливості ураження цілей з урахуванням рельєфу, визначення «мертвих зон» та уточнення параметрів стрільби з урахуванням складних факторів.

Таким чином, у доповіді пропонується підхід до розширення функціональних можливостей ІКС управління АП шляхом впровадження комплексу нових ІРЗ, орієнтованих на інтеграцію БпАК, роботизованих платформ та засобів РЕБ у єдиний інформаційно-управлінський контур. Реалізація запропонованого підходу дозволить скоротити цикл управління, підвищити точність вогневого ураження та ефективність застосування АП.

Пелещак **Р.М.**, д-р техн. наук, професор
Литвин В.В., д-р техн. наук, професор
Пелещак І.Р.
НУ «Львівська політехніка»
Аніщуков І.В.
НАСВ

МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПЕРСЕПТРОНІВ НА ОСНОВІ ВРАХУВАННЯ СИМЕТРІЇ СИНАПТИЧНИХ ВАГ

Запропоновано використовувати симетрію синаптичних з’єднань для підвищення ефективності багатошарових персептронів для задач розпізнавання (ідентифікації) об’єктів у військовій сфері. Досліджено ефективність симетричної модифікації багатошарового персептрона (Symmetric MLP – SMLP). Запропонований метод дає змогу майже вдвічі зменшити кількість синаптичних з’єднань у другому прихованому шарі завдяки накладанню симетричних обмежень на матрицю ваг. Результати показали, що SMLP досягає приблизно такої самої точності, як класичний MLP, при цьому кількість параметрів зменшується майже вдвічі, а час навчання скорочується на 20–30%. Основна модифікація полягала у примусовій симетризації ваг другого прихованого шару. Це дає змогу значно скоротити кількість вільних параметрів; зменшити ризик перенавчання; прискорити процес навчання; зберегти високу узагальнюючу здатність моделі.

У ході численних експериментів встановлено: SMLP з оптимізатором Adam досягає точності 99.20%; класичний MLP – 99.29%; різниця у точності є статистично незначущою; SMLP показує стабільніші результати при зміні оптимізатора; час навчання зменшується в середньому на 23%; кількість параметрів зменшується майже вдвічі. Модель SMLP демонструє кращу стійкість до варіацій висоти датчика та типу ґрунту.

Запропонована симетрична архітектура SMLP є ефективним компромісом між точністю та обчислювальною ефективністю. Симетрична архітектура демонструє вищу стабільність результатів при різних оптимізаторах і меншу схильність до перенавчання. Отримані результати відкривають перспективи впровадження моделі у портативні системи на базі дронів та робототехнічних комплексів.

Дослідження було проведено за грантової підтримки Національного фонду досліджень України "Методи аналізу та оптимізації мультимодальних даних для моделей глибинного навчання у військовій сфері", реєстраційний номер проєкту: 2025.07/0017 від 24/12/2025.

Перегуда О.М., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Черкес О.П.
ЖВІ

ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: РЕАЛІЗОВАНІ ІНІЦІАТИВИ, ВИКЛИКИ, НАПРЯМИ НОРМАТИВНОГО ВРЕГУЛЮВАННЯ

Сучасний етап збройного протиборства характеризується переходом до концепції ведення бойових дій за підтримки технологій штучного інтелекту (далі – ШІ) та широкого застосування засобів автоматизації. Станом на 2026 рік у Секторі безпеки та оборони України сформовано базові підходи, розроблено Концепцію використання технологій ШІ. Для вирішення проблеми відповідальності на нормативному рівні закріплено вимогу обов'язкового збереження людського контролю перед застосуванням зброї. Технології ШІ

розглядається як джерело аналітичної інформації, фінальне рішення на ураження цілі залишається за командиром. У структурі МО України створено центр розвитку технологій Defense AI Center «A1», основними завдання якого є забезпечення стандартизації моделей ШІ, їх взаємосумісності та перевірки на кіберстійкість перед інтеграцією з автоматизованими системами управління. Для нейтралізації ризику використання нерелевантних даних реалізується експериментальний проєкт щодо надання права розробникам на використання технологій, що можуть бути застосовані у виробництві товарів оборонного призначення, (регламентований Постановою Кабінету Міністрів України № 1310 від 13 жовтня 2025 року. Це надає розробникам технологій ШІ легальний та безоплатний доступ до верифікованих масивів даних МО України, що дозволяє тренувати моделі ШІ на реальних наборах даних.

Створення Defense AI Center «A1» на початковому етапі сприяє вирішенню організаційних завдань використання технологій ШІ у сфері безпеки та оборони. Проте, відсутність методологічного підходу до застосування технологій ШІ в умовах динамічних змін операційного середовища потребує розроблення відповідних нормативних положень та методичних рекомендацій щодо оцінювання їх працездатності, стійкості функціонування, обмежень застосування. Залишаються невирішені проблемні питання порядку інтеграції до автоматизованих систем управління, правової оцінки, що ускладнює прийняття управлінських рішень щодо їх застосування.

Для забезпечення цілісного підходу до впровадження технологій ШІ в Секторі безпеки та оборони доцільним є використання процедур науково-технічної експертизи на ранніх стадіях життєвого циклу технологій ШІ та їх подальше супроводження з урахуванням самовдосконалення. Це передбачає розроблення вимог до верифікованих масивів даних, які використовуються для навчання моделей. Запровадження механізмів незалежного аудиту моделей ШІ, визначення порядку розподілу правової відповідальності між державним замовником, розробником та особовим складом який їх використовує, дозволить підвищити обґрунтованість застосування результатів обробки даних, отриманих із застосуванням технологій ШІ, забезпечити контроль застосування, мінімізувати ризики неправомірного або некоректного її використання. Створення єдиного реєстру моделей ШІ, прийнятих на озброєння (допущених до експлуатації у складі ОВТ) у Секторі безпеки та оборони, з зазначеними результатами випробувань, ризиками та обмеженнями застосування, дозволить формувати вимоги допуску до експлуатації у складі ОВТ.

Реалізація запропонованих заходів забезпечить перехід від фрагментарного впровадження технологій ШІ до системного та контрольованого їх застосування.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Петлюк О.І.
НАСВ

МЕТОД ЗАХИСТУ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ВІД РАДІОЧАСТОТНИХ ПЕРЕШКОД

Проблема впливу радіочастотних перешкод на роботу супутникових навігаційних систем активно досліджується упродовж останніх років. У наукових роботах розглядаються різні методи виявлення та протидії глушінню навігаційних сигналів, зокрема використання адаптивних фільтрів, методів спектрального аналізу та алгоритмів цифрової обробки сигналів. Значна увага також приділяється методам виявлення підміни навігаційних сигналів, які можуть призводити до формування хибного навігаційного рішення.

Разом з тим у багатьох існуючих роботах основна увага приділяється або виявленню джерел перешкод, або підвищенню точності оцінки напрямку приходу сигналів. Питання використання інформації про просторове розташування джерел сигналів безпосередньо для оптимізації вибору та зважування супутників під час формування навігаційного рішення досліджено недостатньо. Це зумовлює необхідність розроблення нових підходів до підвищення завадостійкості GNSS-приймачів, які враховують як просторові характеристики сигналів, так і геометрію розташування супутників. Окремий напрям досліджень пов'язаний із використанням просторової обробки сигналів та антенних решіток для підвищення завадостійкості GNSS-приймачів. У таких системах оцінюється DoA, що дозволяє визначати просторове розташування джерел навігаційних сигналів та джерел перешкод. На основі цієї інформації можуть застосовуватися методи просторової фільтрації, придушення завад та вибору найбільш надійних супутників для формування навігаційного рішення.

У своєму дослідженні науковці пропонують підхід підвищення стійкості GNSS-приймачів до радіоперешкод на основі використання оцінки напрямку приходу сигналів. Запропонований метод передбачає використання інформації про просторове розташування джерел сигналів для вибору та зважування супутників під час формування навігаційного рішення, що дозволяє зменшити вплив перешкод та підвищити надійність визначення координат. Використано обчислювально ефективний метод захисту глобальних навігаційних супутникових систем (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) від радіочастотних перешкод. На думку науковців, такий підхід поєднує оцінювання напрямку приходу сигналів перешкод (Direction of Arrival, DoA) із використанням геометрії розташування супутників, отриманої з навігаційних ефемерид. Напрямки на джерела перешкод визначаються за допомогою підпросторових алгоритмів, після чого порівнюються з поточними значеннями азимуту та кута піднесення видимих супутників. На основі цієї інформації застосовується стратегія зважування супутників з урахуванням геометрії, яка надає перевагу супутникам із високою якістю сигналу та сприятливою геометрією позиціонування, водночас пригнічуючи супутники, напрямок на які збігається з напрямками джерел перешкод. Такий підхід забезпечує збереження щонайменше чотирьох надійних супутників для навігації та стабільні значення факторів геометричної точності. Запропонований підхід було досліджено в умовах різних сценаріїв радіоперешкод. Результати моделювання демонструють підвищення доступності геопросторового рішення, зменшення значень факторів геометричної точності та зниження похибки позиціонування порівняно з традиційними методами вибору супутників.

Таким чином, запропонований метод є перспективним для геопросторової підтримки при прив'язці елементів бойового порядку підрозділів Сухопутних військ ЗС України.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Лаврут Т.В., канд. геогр. наук, ст. дослід., доцент
Вознюк В.В.
НАСВ

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ВИСОТНИХ РОЗБІЖНОСТЕЙ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНІ ЗАВДАННЯ

Кількісна оцінка розбіжностей між Балтійською системою висот 1977 року (далі – БСВ) та Європейською вертикальною референційною системою EVRS (EVRF2019_AMST/NH) (далі – EVRS) на території України та визначення їх впливу на точність військових розрахунків є метою дослідження, яке розкрили у своєму виступі науковці. Встановлено, що

систематичні висотні поправки сягають 0,3 м і мають виражений регіональний характер. Математичне моделювання проведене науковцями показало, що такі відхилення можуть спричиняти похибки артилерійської дальності до 12–16 м на великих віддалях. Наукова новизна дослідження полягає у комплексній оцінці переходу на EVRS саме в контексті виконання військово-прикладних завдань і обґрунтовано його значення для підвищення точності геопросторової підтримки (далі – ГпП).

Сучасні військові операції неможливі без точної ГпП, яка базується на використанні глобальних навігаційних супутникових систем (далі – GNSS), цифрових моделей рельєфу та автоматизованих систем бойового управління. Коректність просторових даних безпосередньо залежить від застосовуваної системи координат і висот, зокрема від узгодженості вертикального датуму.

Для Збройних Сил (далі – ЗС) України суттєвою проблемою залишається використання застарілої БСВ, яка не відповідає сучасним європейським стандартам та має регіональні розбіжності до 0,3 м. Такі невідповідності створюють систематичну складову похибки у балістичних, інженерних та навігаційних розрахунках, особливо на великих віддалях стрільби.

Попри наявність нормативних рішень щодо впровадження EVRS питання кількісної оцінки висотних розбіжностей та їх впливу на військово-прикладні завдання в літературі висвітлено недостатньо. Це зумовлює необхідність комплексного аналізу переходу на EVRS у контексті підвищення точності ГпП ЗС України. У сучасних умовах розвитку геопросторових технологій значна увага приділяється модернізації національних систем координат і висот та їх узгодженню з міжнародними стандартами. Питання трансформації висотних систем, інтеграції нормальних висот із GNSS-вимірюваннями та впровадження європейських геодезичних стандартів розглянуто у працях багатьох вітчизняних дослідників. У них проаналізовано особливості формування вертикальних датумів, роль квазігеоїдних моделей та вплив систем висот на якість геопросторових даних. У той же час у зарубіжних дослідженнях значну увагу приділено реалізації EVRS та її оновленню у вигляді EVRF. Разом з тим у наукових публікаціях вітчизняних та зарубіжних досліджень недостатньо висвітлено прикладні аспекти переходу на EVRS саме в інтересах ЗС України. Зокрема, відсутні комплексні дослідження кількісної оцінки висотних розбіжностей між БСВ-77 та EVRS та аналіз їх впливу на балістичні, інженерні й навігаційні розрахунки у військах

Окремо науковцями проводиться на даний час дослідження питань інтеграції EVRS з GNSS-технологіями та цифровими моделями рельєфу, що забезпечує сантиметрову точність визначення нормальних висот. Використання застарілого вертикального датуму призводить до накопичення систематичних помилок у цифрових моделях рельєфу, що впливає на моделювання ліній видимості, оцінювання прохідності місцевості та роботу навігаційних алгоритмів безпілотних систем.

Таким чином, перехід на EVRS забезпечить усунення систематичної складової похибки, підвищить точність цифрових моделей рельєфу та узгодженість геопросторових даних із GNSS і стандартами НАТО. Отримані результати науковцями в результаті дослідження підтверджують необхідність повного впровадження EVRS у системі ГпП ЗС України.

Пілат С.І.
ВІКНУ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ В ЗСУ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Сучасні воєнні конфлікти характеризуються високою динамічністю і складністю, що вимагає від військових командувань швидкої адаптації до змінних умов. Відтак, виникає необхідність у впровадженні автоматизованих систем управління. Автоматизована система управління військами – це взаємопов'язана сукупність засобів отримання та обробки інформації, передачі даних та зв'язку, яка забезпечує процеси збору, аналізу й оцінки обстановки, прийняття рішень, планування, доведення цих рішень до військ та контроль за ходом їх виконання шляхом зменшення безпосереднього втручання людини у відповідні процеси.

Автоматизація управління військами спрямована на мінімізацію впливу людського фактора у процесах ухвалення рішень, зокрема щодо прорахунків, помилок і суб'єктивних оцінок. За відсутності автоматизованих систем управління збір, оброблення та передавання інформації значною мірою здійснюються вручну, що підвищує ймовірність неточностей, затримок і викривлення даних. Використання автоматизованих систем управління дає змогу суттєво знизити зазначені ризики та підвищити обґрунтованість управлінських рішень. На сьогодні у Збройних Силах України використовується декілька абсолютно різних АСУ – "Дзвін" (управління та контроль стратегічного рівня), "Дельта" (спостереження та рекогностування), "Ореанда ПС" (авіація та ППО), "Віраж-планшет" (відстеження повітряного простору), "Кропива" (управління тактичного рівня), "Гермес-С2" (управління тактичного рівня) та ряд інших розробок. Водночас сучасний характер війни, висока динаміка бойових дій і постійне зростання обсягів інформації зумовлюють необхідність подальшого вдосконалення наявних систем.

Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку автоматизованих систем управління є інтеграція технологій штучного інтелекту. Зокрема, у Сполучених Штатах Америки агентні системи штучного інтелекту вже залучаються до виконання комплексних завдань у межах оборонного сектору. Використання ШІ створює широкі можливості для оброблення та аналізу значних масивів інформації, що дає змогу виявляти закономірності, тенденції та взаємозв'язки, які можуть залишатися непомітними під час традиційного аналітичного опрацювання даних людиною. Крім того, автоматизовані системи управління з елементами штучного інтелекту здатні формувати та пропонувати оптимальні варіанти дій у режимі реального часу на основі поточної оперативної обстановки, наявних ресурсів і попереднього досвіду застосування. Це суттєво підвищує якість та оперативність ухвалення управлінських рішень. Важливим напрямом також є створення експертних систем на базі ШІ, які можуть забезпечувати військових фахівців додатковими інструментами для оцінювання ризиків, моделювання можливих сценаріїв розвитку подій та вибору найбільш доцільних рішень.

Отже, автоматизовані системи управління відіграють критично важливу роль у підвищенні оперативної готовності військ. Вони забезпечують швидкий доступ до інформації, що дає змогу командуванню оперативно реагувати на зміни в бойовій обстановці, що підвищує ефективність виконання завдань. Інтеграція новітніх технологій, як-от штучний інтелект, відкриває нові можливості для автоматизації управлінських процесів. Ці технології не лише підвищують швидкість і точність прийняття рішень, але й дають можливість зменшити ризики для життя військовослужбовців.

Польцев І.В.
НАСВ

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТАКТИЧНОЇ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ В УМОВАХ РЕБ І ПРОТИДІЇ БПЛА

Досвід російсько-Української війни 2022–2025 років показав, що ефективність тактичної повітряної розвідки визначається не лише наявністю безпілотних платформ, а насамперед організацією їх застосування, якістю обробки й передачі даних, стійкістю управління та здатністю підрозділів діяти в умовах постійної радіоелектронної і протидронової протидії. Масове застосування БпЛА зробило повітряну розвідку органічною функцією підрозділів переднього краю, однак одночасно посилило залежність її результативності від дисципліни радіообміну, швидкості замикання інформаційного циклу та здатності зберігати працездатність розвідувального контуру під тиском противника.

У сучасному бою головним критерієм ефективності стає не максимальна дальність або тривалість польоту безпілотника, а стійкість виконання місії в умовах придушення, швидкість повторного запуску після втрати платформи та здатність отримувати придатні для ураження дані в коротких «вікнах» можливостей. За таких умов вирішальне значення мають чіткий розподіл ролей між оператором, командиром і вогневими засобами, уніфікований формат передачі цілевказання, мінімізація процедурних затримок і помилок геоприв’язки. Найбільші втрати ефективності виникають не через обмеження самих платформ, а внаслідок розривів в інформаційному обміні, дублювання каналів передачі даних, надмірної централізації рішень і недостатньої узгодженості між елементами розвідувально-ударного контуру.

Радіоелектронна боротьба змінила і сам зміст підготовки особового складу. Якщо на початковому етапі акцент робився переважно на техніці пілотування, то в умовах інтенсивного РЕБ на перший план вийшли управління спектром, вибір профілю місії, контроль електронної помітності, мінімізація ризику демаскування точки запуску та здатність діяти короткими циклами. Водночас протидія БпЛА перетворила контроль повітряного простору на малих висотах на важливу передумову ефективної власної розвідки, оскільки успіх спостереження, цілевказання і коригування вогню дедалі більше залежить від здатності обмежувати аналогічні можливості противника.

Окремого значення набуває управління розвідувальними даними як самостійний ресурс бойового управління. Відео з бортових камер, координати цілей, підтвердження результатів ураження та часово-просторові маркери мають не лише розвідувальне, а й управлінське значення, оскільки впливають на ухвалення рішень, розподіл ресурсів і відновлення втрат. Тому стійкість тактичної повітряної розвідки визначається сукупністю організаційних і інформаційних чинників: підготовкою операторів, стандартизацією обміну даними, налагодженістю взаємодії з вогневими засобами, швидкістю адаптації до змін у діях противника та здатністю масштабувати ефективні практики на рівні підрозділів.

Отже, в умовах РЕБ і протидії БпЛА результативність тактичної повітряної розвідки визначається не стільки технічними характеристиками окремих безпілотників, скільки якістю організації розвідувального процесу, безперервністю інформаційного обміну та стійкістю управління. Подальше підвищення її ефективності пов’язане зі скороченням процедурних затримок, удосконаленням підготовки операторів і командирів, посиленням захищеності каналів передачі даних та інтеграцією протидії повітряному спостереженню в загальний план бойових дій.

Прокопенко Є.В., канд. техн. наук, доцент
Мул Д.А., канд. техн. наук, доцент
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СЛУЖБОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

Вступ. Повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України докорінно змінила операційне середовище та умови функціонування Державної прикордонної служби України (далі – ДПСУ), висунувши безпрецедентні вимоги до швидкості, стійкості та захищеності процесів управління військами. В умовах ведення інтенсивних бойових дій, постійних кібератак на об'єкти критичної інформаційної інфраструктури та застосування противником засобів радіоелектронної боротьби, традиційні підходи до обробки інформації потребують негайної модернізації та зумовлюють гостру наукову та практичну необхідність розвитку єдиної системи управління службовою діяльністю ДПСУ. Ця система має еволюціонувати від сукупності розрізнених баз даних до комплексної, глибоко інтегрованої автоматизованої платформи управління (С2), здатної забезпечити безперервний, захищений та високошвидкісний обмін даними між усіма структурними підрозділами: від тактичної ланки до органів стратегічного управління. Головною метою такої трансформації є формування єдиної ситуаційної картини поля бою та ділянок кордону в режимі реального часу, що є критичним фактором для прийняття виважених управлінських рішень командирами всіх рівнів.

Змістовна частина. На етапі формування концептуальних засад розвитку Інтегрованої інформаційно-комунікаційної системи ДПСУ «Гарт» ключову роль відіграє перехід до сучасних парадигм кібербезпеки та побудови мереж. З огляду на постійну загрозу кібернетичних («хакерських») атак та компрометації периметра безпеки в умовах війни, архітектура єдиної системи управління має будуватися на принципах нульової довіри (Zero Trust). Це означає безперервну жорстку автентифікацію та авторизацію кожного запиту на доступ до інформаційних ресурсів, незалежно від того, звідки він надходить – із внутрішньої відомчої мережі чи ззовні. Поряд із цим критично необхідним інструментом для радикального удосконалення самої системи управління та підвищення оперативності приймання управлінських рішень стає технологія штучного інтелекту. Інтеграція алгоритмів машинного навчання в єдину систему управління ДПСУ дозволить не лише автоматизувати виявлення кібераномалій чи запобігання витоку інформації технічними каналами, але й забезпечить процеси предиктивної аналітики, моделювання варіантів розвитку подій та генерування оптимальних пропозицій щодо застосування сил і засобів. Штучний інтелект здатен виявляти приховані закономірності в діях противника, прогнозувати ймовірні напрямки ударів або спроб прориву державного кордону, що трансформує систему управління з реактивної моделі у проактивну, надаючи керівному складу беззаперечну випереджувальну інформаційну та інтелектуальну перевагу для прийняття математично обґрунтованих рішень.

Висновки й пропозиції. Реалізація зазначених перспективних напрямів розвитку повинна відбуватися у суворій відповідності до вимог національного законодавства, синхронізуватися з європейськими стандартами, зокрема Директивою (ЄС) 2022/2555 (NIS2). У підсумку, створення інтелектуальної, стійкої та захищеної автоматизованої системи управління є не просто вектором технологічного розвитку, а життєво необхідною умовою для забезпечення технологічної переваги над ворогом, ефективного виконання бойових завдань підрозділами Держприкордонслужби та надійного захисту державного кордону України.

Прокопенко Є.В., канд. техн. наук, доцент
Мул Д.А., канд. техн. наук, доцент
НАДПСУ

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ПУНКТАХ УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ДО СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Вступ. Сучасні умови ведення бойових дій та питання організації функціонування спеціальних комунікаційних систем демонструють критичну залежність від супутникових систем зв'язку, зокрема Starlink. Разом з тим вразливість цих каналів до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), географічні обмеження та політичні ризики створюють потребу в розробці альтернативних інформаційних систем передачі відеоданих у реальному часі.

Основною відмінною позитивною рисою низькоорбітальних супутникових угруповань і систем супутникового зв'язку на їх основі є можливість підтримки високої пропускної здатності для відеопотоку (FullHD/4K) при мінімальній затримці (Latency < 200 мс). Традиційні радіоканали прямої видимості обмежені кривизною земної поверхні та рельєфом, що критично для низьколітаючих БпЛА.

Змістовна частина. Серед перспективних шляхів для повної або часткової заміни супутникових каналів є розбудова мобільних децентралізованих мереж (Mobile Ad-hoc Networks). У контексті цього напряму доцільно застосовувати багатокрокову ретрансляцію на базі використання проміжних дронів-ретрансляторів. Цей підхід дозволить «обходити» перешкоди рельєфу та збільшувати дальність зв'язку в геометричній прогресії.

Крім того, в подібних мережах обов'язковою умовою є застосування динамічної маршрутизації. Тобто, комунікаційні системи мають обирати оптимальний шлях передачі пакетів у реальному часі, враховуючи рівень сигналу та завантаженість вузлів.

Ще одним напрямом може бути питання вдосконалення вузлів зв'язку та запровадження аеростатних вузлів зв'язку. Для стабільного прийому сигналу на пунктах управління (ПУ) доцільно впроваджувати виносні антенні пости та розміщувати приймачі на щоглах або панівних висотах із передачею даних на ПУ через оптоволокно. Це дозволить забезпечити захист від виявлення локацій ПУ за випромінюванням.

У контексті використання аеростатних платформ підняття ретранслятора на висоту 300–500 м може забезпечити забезпечує радіогоризонт до 50 – 70 км. Це дозволить до певної міри нівелювати переваги супутникового зв'язку на середніх дистанціях.

Ще один аспект для забезпечення відеотрансляцій – це оптимізація самого відеопотоку та використання сучасних алгоритмів кодування відеоінформації.

Використання нестандартних діапазонів частот, тобто перехід у частоти 1.2 ГГц, 2.4 ГГц (L-діапазон) або 5.8 ГГц із вузькоспрямованими антенами теж може розглядатись як один з шляхів подолання проблеми відсутності стабільних супутникових каналів.

У зонах із частковим покриттям цивільних мобільних мереж можливе використання агрегації каналів декількох операторів (Bonding). Спеціалізовані модеми можуть об'єднувати трафік 3 – 4 стільникових мереж у єдиний потік, що забезпечує резервування при виході з ладу однієї з веж.

Висновок. Відмова від Starlink вимагає комплексного підходу, що поєднує фізичне рознесення антен, ієрархічну структуру ретрансляції та інтелектуальні алгоритми стиснення даних. Майбутнє комунікаційних систем лежить у площині створення самоорганізованих мереж, де кожен хост є не лише сенсором, а й активним вузлом зв'язку.

Прохоров А.В.
Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Бондарєв А.П., д-р техн. наук, професор
НУ“ЛП”

СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ АБСОЛЮТНО ВИПАДКОВИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ З КЕРОВАНИМ ЕКСЦЕСНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТІ

Більшість сучасних систем прихованого (шумоподібного) обміну інформації, що мають вагому актуальність в умовах інформаційної війни, використовують певні алгоритми формування випадкових послідовностей для прихованого передавання. Недоліком такого методу є періодичність цієї псевдовипадкової послідовності (ПВП), тобто для кожного прихованого повідомлення можна підібрати такий твірний поліном, що однозначно відновить інформаційну складову. Ключові ознаки ПВП (довжина відрізку, твірний поліном, стартова комбінація) мають бути відомі як для передавача, так і для приймача. При несанкціонованому перехопленні такого повідомлення система втрачає свою інформаційну надійність.

Запропоновано метод передавання повідомлень абсолютно випадковими цифровими послідовностями (АВЦП), який забезпечує неможливість однозначного відтворення інформаційної складової повідомлення. АВЦП будуються шляхом аналогово-цифрового перетворення (АЦП) фізичних явищ, таких як: радіоактивний розпад, лавинний пробій у напівпровідниках, теплові шуми у лінійних елементах.

Запропонований метод формування АВЦП передбачає керований закон розподілу ймовірностей, в якому знак четвертого кумулянта ставлять у відповідність біту інформації наступним чином:

1) формують аналітичний вираз ексцесного модельного розподілу за допомогою ряду Еджворта із відомими статистичними параметрами (середнє значення, дисперсія, коефіцієнт асиметрії, коефіцієнт ексцесу тощо);

2) виходячи з критерію практичної реалізації методу подальша інтервальна оцінка сформованого модельного розподілу обмежується знаком кумулянту четвертого порядку;

3) формування гістограми АВЦП згідно зі сформованим ексцесним модельним розподілом у реальному часі відбувається шляхом порівняння вибірок аналітичного виразу з вибірками АЦП в селективному компараторі, внаслідок чого навіть під час передавання однакових бітів отримана послідовність не буде містити повторюваних інтервалів.

Для відновлення на приймальній стороні прихованого повідомлення необхідно знати знак четвертого кумулянта (коефіцієнта ексцесу), тобто додатній знак відповідає біту «1», а від’ємний знак відповідає «0». Такий підхід унеможливлює перехоплення повідомлення, оскільки не існує інформації про факт передавання повідомлення.

Ключовими елементами схемотехнічної реалізації такого методу є формувач кодових слів АВЦП, що складається з генератора АВП, АЦП, селективного компаратора, функціями якого є порівняння вибірок з АЦП АВП із необхідною кількістю вибірок програмного генератора.

Для формування модельного розподілу і відновлення значень кумулянтів розроблено програмне середовище.

Наведено структурну схему пристрою для реалізації методу і алгоритм її роботи.

Рибачук О.І., канд. техн. наук, доцент
ХНУПС

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХОДІ ПЛАНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК

В умовах ведення сучасних бойових дій, коли постійно зростають обсяги перевезень при значному скороченні часу на їх здійснення, цілком закономірно постає актуальне завдання пошуку способів покращення загальної продуктивності й ефективності перевезень при скороченні витрат на перевезення. Ключовою стратегією підвищення ефективності логістичних операцій традиційно вважається оптимізація транспортних маршрутів – це процес вибору найбільш ефективних шляхів для доставки вантажів з урахуванням різного роду факторів та умов, таких як відстань, дорожні умови, тип та технічні характеристики транспортних засобів і вантажу, а також рівень підготовки водіїв. Враховуючи особливості логістичного забезпечення військ (сил) в ході бойових дій, пропонується у якості основного показника ефективності транспортного маршруту обрати мінімальний досяжний час його проходження за умов неперевищення визначеного рівня витрат. Була розроблена методика оцінювання мінімального досяжного часу проходження транспортного маршруту на основі вхідних даних трьох типів: технічні параметри транспортного засобу; характеристики місцевості в операційній зоні; параметри сценарію логістичної операції.

Технічні параметри транспортного засобу представлені даними: габаритні розміри, тип шасі, маса, максимальний крутний момент двигуна, частота обертання колінчастого вала на максимальному крутному моменті, передавальне число головної передачі, коефіцієнт корисної дії трансмісії, статичний радіус шин, площа опорної поверхні шин або гусениць, конусний індекс, витрата палива. У якості характеристик місцевості в операційній зоні використовуються геопросторові дані щодо: типу дорожнього покриття або ґрунту, коефіцієнта тертя, стану вологості та порогового конусного індексу ґрунту, цифрової моделі рельєфу, розташування і параметрів мостів (вантажопідйомності, габаритних обмежень тощо) та бродів (глибини, характеристик ґрунту на дні, висоти берегів), характеристик стану рослинності. Під параметрами сценарію логістичної операції маються на увазі: пора року, умови видимості, нормативні обмеження швидкості руху, кваліфікація водія, параметри факторів впливу на фізичній стан водія (перенавантаження, вібрації), наявна кількість палива, тиск у шинах та ін. За вхідними даними розраховується для кожної однорідної ділянки транспортного маршруту різниця між максимальним тяговим зусиллям, яке здатний розвити транспортний засіб, й сумарною зовнішньою силою опору руху у поточних умовах, що складається з сил аеродинамічного опору, опору поверхні, опору рослинності, опору перешкод, опору на поворотах, опору рельєфу місцевості, та ін. Бінарний показник прохідності обраного транспортного маршруту, а також мінімальний досяжний час його проходження оцінюються за сукупністю вищеописаних різниць сил на однорідних ділянках. Крім того, розраховується ряд часткових показників, що характеризують рівні робочої вібрації, споживання палива протягом пересування тощо й можуть надати додаткову діагностичну інформацію щодо факторів, що обмежують прогнозовану швидкість на однорідній ділянці місцевості. Оцінені показники прохідності транспортного засобу можуть наноситися на карти у форматі швидкостей, яких даний транспортний засіб здатний досягти на кожній однорідній ділянці операційної зони. Така наочна інформація здатна значною мірою полегшити прийняття рішення командиром щодо вибору оптимальних транспортних маршрутів при плануванні організації логістичного забезпечення військ (сил).

Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ
Сакович Л.М., канд. техн. наук, доцент
Гиренко І.М., канд. техн. наук, доцент
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОЦІНЮВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ

Цифрова обробка інформації, багатофункціональність і багаторежимність - тенденція сьогодення при створенні зразків сучасної військової техніки зв'язку. При цьому їх технічне обслуговування і ремонт суттєво відрізняються від традиційних методів, що використовують для аналогових засобів.

У доповіді розглянуто сучасний стан метрологічного і діагностичного забезпечення експлуатації військової техніки зв'язку та напрями підвищення їх ефективності для забезпечення необхідних значень часткових (наробіток на відмову та середній час відновлення) та комплексних (коефіцієнти готовності та неготовності) показників надійності.

Показана тенденція поступового переходу на цифрові засоби вимірювальної техніки. Особлива увага приділена впровадженню сучасних досягнень метрології та технічної діагностики для визначення реального технічного стану військової техніки зв'язку. Розглянуто вплив використання перспективних методів фізичного діагностування на зниження середнього часу відновлення цифрової військової техніки зв'язку. При цьому комплексно враховуються особливості: можливість накопичення прихованих дефектів в неробочій частині багаторежимної військової техніки зв'язку і під час її короткочасного зберігання.

Також розглянуто вплив можливості зміни структури під час використання військової техніки зв'язку за рахунок зміни режимів роботи на значення показників надійності. Отримані функціональні залежності цих показників від якості метрологічного і діагностичного забезпечення. Уточнення результатів розрахунків забезпечує вимоги до надійності без додаткового збільшення вартості.

З використанням отриманих результатів обґрунтовані рекомендації щодо забезпечення надійності сучасної цифрової військової техніки зв'язку. Формалізований порядок кількісної оцінки значення показників надійності залежно від керованих змінних, що дозволяє обґрунтовувати вимоги до технологічного обладнання ремонтних органів.

Наведено приклади впровадження результатів досліджень, які показують, що врахування властивості зміни структури військової техніки зв'язку дозволяє до 15% уточнити значення наробітку на відмову, а в комплексі з можливістю накопичення прихованих дефектів під час роботи і короткочасного зберігання уточнити середній час відновлення в 1,17 раза при зниженні коефіцієнта неготовності до 2,45 раза.

Використання отриманих результатів доцільно при експлуатації сучасних цифрових зразків військової техніки зв'язку для отримання суттєвого ефекту без додаткових економічних втрат.

Подальші дослідження доцільно направити на визначення та реалізацію методів метрологічного і діагностичного забезпечення сучасної військової техніки зв'язку з цифровою обробкою інформації на підґрунті застосування статистичних даних, отриманих під час дослідної експлуатації перших серійних зразків після їх надходження до використання за призначенням в реальних умовах.

Романова А.С.
в/ч А2022

ВПРОВАДЖЕННЯ ЧИ ЦИФРОВІЗАЦІЯ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ CDTO

У січні 2026 року розпочалося формування цифрової вертикалі у Збройних Силах України. Для посад у підрозділах цифровізації було визначено ролі, зокрема, проєктного менеджера, бізнес-аналітика та аналітика даних без уточнення їх функціональних обов'язків. Натомість, підрозділи впровадження інформаційно-комунікаційних систем (далі – ІКС) було розформовано ще до визначення критеріїв відбору кандидатів, що створило вакуум у технічній підтримці деяких ІКС. В онлайн-курсі з цифровізації у додатку Армія+ озвучено ідею реалізувати цифровізацію службового процесу за лічені тижні, що у нинішніх умовах не видається можливим.

Так, спостерігається невідповідність між реальними задачами з впровадження ІКС, критеріями відбору кандидатів та їх обов'язками, очікуваннями, які на них покладаються, а саме:

1. Очікування, що посада ЗНШ буде призначена виключно для цифрової трансформації та координації з підрозділами зв'язку та СЗІ. Критерії, визначені для начальників підрозділів цифровізації тактичного рівня, підходять для посади офіцера підрозділу, але не ЗНШ, відповідального, між іншим, за зв'язок.

2. Очікування, що СЗІ виступатиме у ролі запобіжника. Насправді СЗІ поза штабом ускладнює координацію та розподіл обов'язків, особливо щодо адміністрування ІКС.

3. Не конкретизовані вимоги до проєктного менеджера, аналітика даних та бізнес-аналітика за умов їх залучення тільки на етапах ініціації та експлуатації. Не впроваджені інструменти, досвід користування якими вимагається (Agile, Scrum, Kanban, Jira).

4. З дотриманням усіх вимог керівних документів щодо впровадження ІКС, включно з авторизацією з безпеки, а у визначених випадках – створення КТЗІ та проведення атестації, неможливо розробити та ввести в експлуатацію ІКС за кілька тижнів.

5. Запит щодо наявності готових рішень (ІКС) потребує часу через відсутність доступного переліку ІКС з описом їх функціональних можливостей.

6. Не визначені метрики, інструменти для моніторингу ефективності функціонування ІКС.

Пропозиції щодо вирішення проблемних питань:

1. Визначити період випробувань для укомплектованих підрозділів цифровізації, конкретизувати задачі та за результатами аналізу роботи скоригувати Наказ МОУ від 13.01.2026 №38/нм, критерії відбору кандидатів, розподіл повноважень та типові функціональні обов'язки.

2. Створити єдину базу знань для ІКС, стандартизувати ролі та процедури адміністрування, надавати рекомендації щодо технічного та функціонального адміністратора для кожної ІКС.

3. На етапі розробки включати ІКС до контуру з грифом обмеження доступу для скорочення кількості кінцевих пристроїв та цифровізації процесів, в рамках яких обробляється ІзОД.

4. Впровадити захищений месенджер, сумісний з уже існуючими (Дельта, UTN).

5. Нарощувати розробницькі спроможності підрозділів шляхом створення бази протоколів та клієнт-серверних продуктів із відкритим кодом, які можна адаптувати під власне бачення та потреби зі збереженням сумісності та стандартів безпеки.

Зрештою, побудова системи цифрової трансформації є проєктом, втілення якого вимагає не тільки стратегії, а і ретельного планування, визначених критеріїв та інструментів аналітики, попередніх випробувань, зворотного зв'язку та поступового масштабування. Наявність чітких процедур не тільки спростить процес мотивації особового складу до впровадження ІКС, а і сприятиме підвищенню загального рівня цифрової грамотності у підрозділах.

Романчук В.М.
Шандрівський А.Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

КРИТЕРІЙ МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ РІДИН ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ТЕМПЕРАТУРНО-НЕЗАЛЕЖНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО МАРКЕРА

Якість гальмівних рідин у військовій техніці є критично важливим чинником безпеки та надійності експлуатації. Традиційні методи контролю не завжди дозволяють оперативно визначати рівень деградації рідини, що створює ризики у бойових умовах. Тому актуальним є розроблення автоматизованих критеріїв діагностики, які базуються на фізико-хімічних параметрах і можуть бути інтегровані у систему технічного обслуговування військових машин.

Запропоновано адмітансний метод, що передбачає вимірювання кривих у діапазоні частот 50–900 МГц при температурах 25, 35, 45 та 55 °C. Визначається точка перетину цих кривих після досягнення максимуму відповідної залежності, яка розглядається як температурно-незалежний спектральний маркер (ТСМ). ТСМ описується функцією параметрів G, f, σ, де $G = \mathrm{Re}(Y)$ – дійсна складова комплексного адмітансу, f – частота перетину кривих, σ – середньоквадратичне відхилення точок перетину.

Критерій придатності рідини формулюється наступним чином: якщо відхилення параметрів ΔY, Δf, $\Delta\sigma$ від еталонного ТСМ не перевищує 5%, рідина вважається придатною для подальшої експлуатації. Якщо хоча б один параметр виходить за межі цього значення, рекомендується заміна або регенерація рідини. Такий підхід дозволяє створити формалізовану систему контролю, що може бути реалізована у вигляді автоматизованого діагностичного комплексу.

Перспективним напрямом розвитку є формування банку адмітансних кривих різних рідин та застосування методів штучного інтелекту для їх аналізу. Це відкриває можливість класифікації рівнів деградації та забруднення, а також встановлення критеріїв заміни чи поновлення рідин.

Таким чином, запропонований критерій на основі ТСМ є універсальним інструментом для автоматизованої діагностики гальмівних рідин військової техніки, що поєднує точність електричних вимірювань із перспективами інтелектуальної обробки даних.

Романчук Р.В.
Висоцька В.А., д-р техн. наук, доцент
НУ “ЛП”

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ

У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства соціальні мережі стали одним із ключових каналів поширення інформації, що водночас сприяло стрімкому зростанню обсягів дезінформації, фейкових новин, маніпулятивного контенту та інформаційно-психологічних впливів. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах гібридної війни, коли соціальні мережі використовуються як інструмент пропаганди, дестабілізації суспільства та впливу на громадську думку. Традиційні методи модерації контенту та ручного фактчекінгу виявляються недостатньо ефективними через великі обсяги інформації, високу швидкість її поширення та адаптивність сучасних інформаційних кампаній. У зв’язку з цим виникає необхідність створення інтелектуальних інформаційних технологій автоматичного виявлення дезінформації на основі методів штучного інтелекту, машинного та глибинного навчання.

У роботі проведено порівняльний аналіз алгоритмів машинного навчання, зокрема Logistic Regression, Naive Bayes, Random Forest, SVM, XGBoost та нейронних мереж. Найкращі результати продемонстрували моделі глибинного навчання, побудовані із застосуванням трансформерних архітектур. Для задачі класифікації пропаганди запропоновано використання моделі TinyBERT із механізмом Cross-Attention, адаптацією LoRA та двонапрямним рекурентним шаром Bi-GRU. Така архітектура дозволяє ефективно аналізувати семантичні невідповідності між заголовком і текстом новини та забезпечує високу точність класифікації при відносно низьких обчислювальних витратах. Особливістю запропонованої моделі є використання перехресної уваги між заголовком і тілом новини. Це дозволяє виявляти типові ознаки маніпулятивного контенту, коли заголовок навмисно не відповідає змісту тексту або містить емоційно забарвлені твердження. Для зменшення кількості параметрів і прискорення навчання застосовано підхід Low-Rank Adaptation (LoRA), який дозволяє адаптувати лише невелику частину параметрів трансформера без повного перенавчання моделі. У рамках дослідження також реалізовано серверну частину системи у вигляді REST API на базі Flask. Сервер забезпечує автоматичну обробку тексту, формування ознак, векторизацію за допомогою BERT та GloVe, а також виконання бінарної й багатоміткової класифікації. У випадку виявлення пропаганди система додатково визначає тип наративу або маніпулятивного впливу. Результати повертаються у форматі JSON, що дозволяє інтегрувати систему з іншими програмними рішеннями. Для практичного використання технології розроблено браузерне розширення для Google Chrome під назвою AthenaLens. Плагін дозволяє користувачеві виділяти текст безпосередньо на вебсторінці та отримувати результат класифікації у режимі реального часу. Інтерфейс забезпечує відображення основного класу (“Propaganda” або “Not Propaganda”), а також ймовірностей для різних типів пропагандистських наративів.

Експериментальна апробація системи виконувалася на прикладах українських новинних ресурсів. Проведені експерименти підтвердили ефективність запропонованої інформаційної технології. Система забезпечила високу точність класифікації та стабільну роботу серверної частини. Під час тестування 446 запитів оброблено приблизно за 156 секунд, що відповідає середньому часу обробки одного запиту близько 0,3 секунди. Аналіз confusion matrix, precision, recall та F1-score підтвердив ефективність використання глибинних нейромережевих моделей для задачі виявлення дезінформації.

Романчук Ю.Ю.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ MILCHAT У ВІЙСЬКОВОМУ УПРАВЛІННІ

Сучасні бойові дії характеризуються високою швидкістю змін обстановки, значними обсягами інформації та необхідністю її оперативної передачі між підрозділами різних рівнів. У цих умовах вирішального значення набувають інформаційні та автоматизовані системи, які забезпечують формування єдиного інформаційного простору та підтримку процесів управління військами. Одним із таких інструментів є платформа MILChat, що поєднує функції захищеного зв'язку, геоінформаційного обміну та координації дій підрозділів у реальному часі.

Нами проаналізовано можливості MILChat як складової сучасних інформаційних систем ситуаційної обізнаності. Встановлено, що платформа забезпечує передачу координат у стандартизованих форматах, обмін геоприв'язаними фото- та відеоматеріалами, організацію структурованих каналів взаємодії та підтримку роботи в умовах обмеженого зв'язку. Це дозволяє суттєво скоротити час між виявленням цілі, її підтвердженням та передачею даних до засобів ураження, формуючи ефективний розвідувально-вогневий контур.

Особливістю розвитку MILChat як елемента автоматизованих систем є його потенціал до подальшої інтеграції з іншими цифровими платформами, такими як «Кропива» та «Дельта». Така інтеграція дозволяє створити єдину систему обміну даними, у якій інформація автоматично передається між розвідувальними, командними та вогневими підрозділами. Перспективним напрямом є впровадження автоматизованої обробки даних, що включає автоматичне розпізнавання об'єктів на зображеннях, фільтрацію інформаційного потоку та формування рекомендацій для прийняття рішень.

Окрему увагу слід приділити розвитку функцій автономності та стійкості платформи. Використання офлайн-мап, кешування даних, резервних каналів зв'язку та розподіленої архітектури дозволяє забезпечити безперервність функціонування MILChat навіть в умовах активної дії засобів радіоелектронної боротьби. Крім того, важливим напрямом є стандартизація форматів передачі інформації та підвищення рівня кіберзахисту, що забезпечує надійність і безпечність обміну даними.

Особливу увагу серед військових займає це програмне забезпечення тому, що воно не потребує спеціальних умов для реєстрації, зокрема все, що необхідно, тільки електронна пошта. На даний час орієнтовно 500 тис скчувань цієї програми та 200 тис активних користувачів на відміну від спеціального програмного забезпечення, де «Дельта» володіє 20 ти. користувачів, «Кропива» 50 тис. Навіть активні користувачі «Дельти» та «Кропиви» використовують MILChat як резерв, особливо для роботи в полі. Саме простота та легкість у використанні зумовили таку популярність програмного забезпечення.

Отже, результати дослідження свідчать, що платформа MILChat має значний потенціал розвитку як елемент інформаційних та автоматизованих систем військового управління. Подальше вдосконалення її функціоналу, інтеграція з іншими цифровими рішеннями та впровадження інтелектуальних методів обробки даних дозволяють створити ефективну мережево-центричну систему управління, яка забезпечує підвищення ситуаційної обізнаності, скорочення часу прийняття рішень та зростання результативності бойових дій.

Руденко О.В.
Флис І.М., канд. техн. наук, доцент
Козловець В.В.
Мілочкін В.В.
Стеценко С.М.
НАСВ

СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ (СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ)

Основною платформою ситуаційної обізнаності на рівні бригади є інформаційна система “Дельта”, яка широко апробована і використовується у більшості підрозділів Сил оборони України. Водночас, в *N*-й бригаді оперативного призначення Національної гвардії України (НГУ) реалізовано нові підходи до управління, що дозволили досягти вищого рівня оперативності, узгодженості та точності бойових рішень. Особливістю тактичного операційного центру цієї бригади, яка відрізняє його від аналогічних командних пунктів інших бригад, є фактична імплементація підрозділу **ISTAR** та введення посади **Battle Captain**.

ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) – це концепція системи, що об'єднує розвідку, спостереження, виявлення цілей і розвідку в бою. У практиці збройних сил НАТО (Канада, Велика Британія), ISTAR – це високоспеціалізований бойовий елемент, який є відповідає за отримання, обробку, аналіз і передачу розвідувальної інформації, що необхідна для ухвалення рішень на тактичному та оперативному рівнях.

У *N*-й бригаді оперативного призначення НГУ концепцію ISTAR реалізовано на двох рівнях: батальйонному та бригадному ISTAR, яка підпорядковується черговому Battle Captain.

Основні функції ISTAR батальйону:

- збір інформації про противника, місцевість та бойову обстановку;
- постійний моніторинг визначених секторів – переважно за допомогою відеосигналу з безпілотних літальних апаратів;
- виявлення, класифікація та пріоритезація цілей для ураження;
- первинна аналітична обробка розвідувальних даних.

Комплектування ISTAR батальйону здійснюється за рахунок наявних розвідувальних підрозділів батальйону, що дозволяє інтегрувати цю функцію в загальну структуру бойового управління.

ISTAR бригади також підпорядковується черговому Battle Captain – офіцеру тактичного рівня, який відповідає за неперервне управління бойовими діями безпосередньо з основного командного пункту підрозділу. Battle Captain фактично виконує частину функцій оперативного чергового бригади, однак його відповідальність звужена виключно до питань бойової обстановки, оперативного реагування та взаємодії з ISTAR–групою. Основна відповідальність Battle Captain – перевірка коректності нанесеної інформації в загальну картину ситуаційної обізнаності (на оперативну мапу), а також внесення уточнень і коректив. ISTAR-групи бригади працюють у 12–годинних змінах і виконують аналогічні до ISTAR батальйону функції, однак на рівні бригадного управління. Фактично ISTAR бригади виступає радником Battle Captain з питань бойового управління на визначених напрямках.

Важливим аспектом у вивченні та узагальненні досвіду стало дослідження процесу підготовки ISTAR–фахівців та конкретизація вимог до кандидатів. Станом на момент проведення цього дослідження всі ISTAR-оператори бригадного і батальйонного рівня були мобілізованими військовослужбовцями без попередньої військової розвідувальної спеціалізації. За словами чергового Battle Captain бригади, повний цикл підготовки ISTAR-фахівця триває орієнтовно 2-3 тижні та включає обов'язкове його стажування на посаді ISTAR батальйону.

Найбільшою проблемою в організації підрозділів ISTAR як на рівні батальйон, так і на бригадному рівні, є відсутність штатних посад. Комплектування ISTAR–груп здійснюється за рахунок особового складу, який перебуває на інших штатних посадах, наприклад, дешифрувальників у розвідувальних підрозділах. Це створює додаткове навантаження на особовий склад і знижує формалізований контроль за підготовкою та ротацією ISTAR–груп.

Сальник С.В., канд.техн.наук
Стоцький І.В.
ВІТІ ім. Героїв Крут

ГЕНЕРАЦІЯ ДАНИХ ПІДТРИМКИ У ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Генеративні технології штучного інтелекту (ШІ) належать до класу алгоритмів машинного навчання, які здатні створювати нові дані на основі аналізу наявних масивів інформації. У сфері захисту інформації та кібербезпеки такі технології можуть використовуватися для формування даних підтримки прийняття рішень (ППР) у системах захисту інформації (СЗІ).

Генерація даних ППР у СЗІ передбачає створення нових інформаційних об'єктів, що характеризують можливі сценарії функціонування системи безпеки. До таких даних належать: порушення політик безпеки, моделі загроз, сценарії розвитку інцидентів, реагування на атаки, а також штучні дані для навчання та тестування систем СЗІ. Формування даних здійснюється за допомогою генеративних моделей ШІ, до яких належать: генеративні змагальні мережі, автокодувальники, рекурентні нейронні мережі (НМ), трансформерні моделі та згорткові НМ.

У сучасних системах генеративні технології ШІ здебільшого реалізуються на основі моделей НМ, які являють собою математичну модель обробки даних, побудовану за принципом функціонування нейронних систем. Ця система складається з взаємопов'язаних нейронів, організованих у шари, яка здатна навчатися на основі аналізу великих обсягів даних.

Використання таких НМ дозволяє здійснювати аналіз існуючих наборів даних про кіберінциденти, визначати закономірності у поведінці порушників та на їх основі генерувати нові варіанти порушень, виявляти закономірності у даних, прогнозувати події, формувати нові інформаційні об'єкти, моделювати сценарії розвитку кіберзагроз та генерувати варіанти реагування на інциденти.

Система генерації даних з ППР може включати такі модулі: збору та підготовки даних, генерації сценаріїв, прогнозування можливих подій, нейромережевої генерації даних, оцінювання результатів генерації, бази знань чи даних тощо. У процесі функціонування система генерації аналізує накопичені дані, формує нові можливі сценарії загроз та передає їх до модуля ППР для подальшої оцінки та вибору оптимальних заходів протидії.

У цілому процес генерації даних за допомогою НМ базується на попередньому навчанні моделі на масивах даних про події інформаційної безпеки, кіберінцидентів, типів атак та способів реагування на них. Під час навчання НМ формує внутрішнє представлення закономірностей у даних, що дозволяє їй моделювати нові комбінації подій та генерувати сценарії загроз або порушень. Зокрема, генеративна модель формує нові варіанти даних на основі ймовірного розподілу ознак, які були отримані під час навчання, або шляхом взаємодії генератора та дискримінатора у генеративних мережах. Генеровані дані передаються до модуля аналізу та ППР, де здійснюється їх оцінювання, класифікація та ранжування за рівнем ризику або критичності. На основі цього система ППР формує можливі варіанти реагування на загрози, прогнозує наслідки реалізації певних сценаріїв та пропонує оптимальні управлінські рішення щодо забезпечення інформаційної безпеки системи.

Висновки. Була запропонована генерація даних ППР в СЗІ з використанням технології генеративного ШІ, що дозволить: розширити інформаційну базу загроз, моделювати сценарії розвитку кіберінцидентів, прогнозувати порушення, формувати варіанти реагування на порушення, підвищити адаптивність СЗІ, підвищити якість та швидкість прийняття управлінських рішень навіть на основі неповних або неточних вхідних даних.

Сендецький М.М., канд. техн. наук
Махнюк О.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Комаров В.О., канд. техн. наук, ст. дослід.
ВІТІ

ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА ІНШИХ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ

Технологічні інновації з часом все більше проникають у багато сфер бойової діяльності Збройних Сил України (ЗСУ) та інших складових Сил оборони України. Після широкомасштабного вторгнення російських військ на територію незалежної України велике поширення набув тренд, пов'язаний з використанням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) або «дронів» різного призначення для проведення бойових операцій, логістичної підтримки.

Пропонуємо зосередитися на системі «BLUE EYES WARBOX». Практика бойових дій показала, що такі технології за призначенням належать до класу «Засоби AI-виявлення об’єктів та аналізу відеопотоку» категорії розвідувально-інформаційних систем тактичного рівня.

Технологічна інновація (система) призначена для автоматизованого виявлення та розпізнавання вибухонебезпечних предметів поверхневого залягання протитанкових мін (ТМ-72, ТМ-62, ТМ-62П, ТМ-83, ТМ-89), протипіхотних мін, касетних елементів, таких як (ПФМ-1, ПФМ-1С, ПМН, ПМН-2, 9Н210, 9Н235), безпілотних літальних-апаратів – засідок (FPV 4/6/8/10, DL Mavik 2/3), а також сторонніх предметів (наприклад, пластикові пляшки, металобрухт та інш.) шляхом проведення аналізу відеопотоку з камери БпЛА з передачею результатів оператору в режимі реального часу. Система забезпечує оперативне оцінювання ризиків на логістичних маршрутах між командно-спостережними пунктами та лінією безпосереднього зіткнення, підтримку інженерно-саперних завдань. Перевага системи

полягає у автономному функціонуванні за відсутності сигналів GPS, зв'язку та доступу до хмарних серверів. Безперервна робота в активному режимі забезпечується не менше 2 годин. Сумісність досягається будь-якими БпЛА з можливістю трансляції потокового відео або з сумісними інтерфейсами. Точність виявлення об'єктів визначається залежно від умов зйомки, при GSD 0,25-0,35 см/піксель з затримкою 2-3 секунди в потоковому режимі обробки.

Таким чином, застосовуючи портативний обчислювальний комплекс системи «BLUE EYES WARBOX» досягаємо виявлення вибухонебезпечних загроз, дронів та сторонніх об'єктів у режимі реального часу на основі штучного інтелекту.

Скиданенко В.В.
Микитин В.Ф.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК БАЗОВИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ОБОРОНИ

У сучасних умовах інформація стає визначальним ресурсом управління військами. Велика кількість автономних інформаційних систем створює передумови для фрагментації управлінських процесів та зниження оперативної ефективності. Це визначає актуальність інтеграції інформаційних систем як пріоритетного напряму їх розвитку. Інтеграція інформаційних систем передбачає об'єднання різнорідних джерел інформації в єдине узгоджене середовище. Основні переваги інтеграції полягають у забезпеченні цілісності інформаційного простору; підвищенні достовірності та актуальності даних; скороченні часу їх обробки та доведення до користувачів; підвищенні ефективності прийняття управлінських рішень. Головними принципами інтеграції вважаються сумісність систем; відкритість та модульність рішень; безпека обміну даними; децентралізація обробки та доступу; актуальність і синхронізація даних; стандартизація форматів і регламентація обміну інформацією. До перспективних напрямів слід віднести розвиток платформних рішень, що дозволяють підключати нові елементи без кардинальної перебудови системи, що важливо у динамічних умовах зміни складу сил і засобів; забезпечення сумісності між військовими та цивільними системами, що критично для Сил територіальної оборони, які взаємодіють із великою кількістю суб'єктів: військовими формуваннями, правоохоронними органами, органами влади, цивільними структурами та населенням. Досвід війни України за Незалежність визначив базові виклики інтеграції. До них належать технічна несумісність різнорідних систем; обмеження доступу до інформації та необхідність визначення рівнів доступу; кіберзагрози та забезпечення інформаційної безпеки; а також людський фактор, включаючи підготовку персоналу та дотримання процедур. Ці фактори демонструють, що інтеграція не може бути лише технологічним процесом і потребує комплексного підходу, що поєднує технічні, організаційні та навчальні заходи. Особливо важливим є створення умов для швидкого обміну даними між підрозділами та відомствами в реальному часі. Це дозволяє забезпечити єдину оперативну картину, уникати паралельних інформаційних контурів і запобігати дублюванню або суперечностям у даних. Своєчасна та точна інформація безпосередньо підвищує ефективність прийняття рішень на всіх рівнях управління та дозволяє адаптувати дії підрозділів до мінливої оперативної обстановки. Ефективна

інтеграція можлива лише за умови поєднання технічних і організаційних заходів, у т.ч. розробки та впровадження єдиних стандартів; навчання особового складу; контролю дотримання процедур обміну даними.

Таким чином:

1. Інтеграція інформаційних систем є базовою умовою ефективного управління частинами та підрозділами Сил територіальної оборони.

2. Досвід війни довів необхідність впровадження єдиних стандартів обміну даними та регламентів роботи з інформацією.

3. Для Сил ТрО критично важливо забезпечити сумісність та інтеграцію військових і цивільних систем управління.

4. Подальший розвиток інтеграційних процесів має бути спрямований на формування єдиного інформаційного простору Сектору безпеки і оборони.

5. Базовим чинником є поєднання технічних рішень із організаційними заходами та підготовкою особового складу, що дозволяє підвищити оперативну гнучкість та стійкість систем управління.

Сметанін К.В., канд. техн. наук, доцент
Трачук Є.С.
ЖВІ

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Сучасний оперативно-бойовий простір характеризується високою насиченістю радіоелектронними засобами, широким застосуванням безпілотних систем та активним використанням засобів зв’язку і управління. У таких умовах особливого значення набувають засоби радіоелектронної боротьби, ефективність яких безпосередньо впливає на успішність виконання бойових завдань.

Існуючі підходи до оцінки ефективності засобів радіоелектронної боротьби здебільшого базуються на спрощених аналітичних моделях, що не враховують динамічний характер радіоелектронної обстановки, зміну параметрів сигналів та адаптивні можливості засобів противника. Це зумовлює необхідність розробки більш досконалих алгоритмів, здатних забезпечити адекватну оцінку ефективності в реальному масштабі часу.

У зв’язку з цим метою роботи є розробка алгоритму оцінки ефективності засобу радіоелектронної боротьби, який враховує комплекс енергетичних, часових та ймовірнісних характеристик функціонування системи.

Запропонований алгоритм передбачає багатокритеріальну оцінку ефективності, що включає визначення рівня впливу перешкод на роботу радіоелектронних засобів противника, оцінювання ймовірності порушення їх функціонування, аналіз часових характеристик впливу, а також врахування просторових параметрів, таких як дальність дії, напрямок та зона покриття.

Особливістю алгоритму є його адаптивність, що реалізується шляхом динамічного коригування параметрів залежно від змін радіоелектронної обстановки. Це дозволяє підвищити точність оцінювання ефективності та забезпечити стійкість роботи системи в умовах невизначеності та інтенсивних перешкод.

Практична реалізація алгоритму може бути здійснена на базі програмно-визначених радіосистем, що забезпечують гнучкість обробки сигналів та можливість оперативної зміни режимів роботи. Використання сучасних методів цифрової обробки сигналів та елементів інтелектуального аналізу даних дозволяє підвищити швидкодію алгоритму та автоматизувати процес прийняття рішень.

Результати дослідження можуть бути використані при проєктуванні та модернізації засобів радіоелектронної боротьби, а також у системах підтримки прийняття рішень для оцінки ефективності їх застосування в реальних умовах.

Отже, розробка адаптивного алгоритму оцінки ефективності засобів радіоелектронної боротьби є актуальним науково-практичним завданням, вирішення якого дозволяє підвищити результативність їх застосування в сучасних умовах ведення бойових дій.

Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Грубель М.Г., д-р техн. наук, професор
Баранов А.В.
НАСВ

ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є У СИСТЕМАХ РЕБ ЯК ІНСТРУМЕНТ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У сучасних воєнних конфліктах контроль електромагнітного спектра набуває вирішального значення для забезпечення переваги над противником. Виявлення джерел випромінювання, придушення каналів зв'язку, протидія безпілотним системам та захист власних мереж управління значною мірою залежать від можливостей оперативного спектрального аналізу сигналів. Одним із базових математичних інструментів, що лежить в основі таких процесів, є перетворення Фур'є.

Перетворення Фур'є забезпечує перехід від часового зображення сигналу до частотного, що дозволяє визначати структуру складних електромагнітних коливань, виділяти гармонічні складові та встановлювати параметри джерел випромінювання. Це особливо важливо під час роботи із засобами зв'язку противника, радіолокаційними станціями, навігаційними системами та іншими технічними об'єктами, які функціонують у широкому частотному діапазоні.

У системах радіоелектронної боротьби спектральний аналіз на основі перетворення Фур'є використовується для виявлення робочих частот противника, аналізу режимів модуляції сигналів, визначення джерел завад та побудови ефективних алгоритмів радіоелектронного впливу. Це дає змогу оперативно обирати способи придушення каналів управління, навігації або передачі даних, а також оцінювати ефективність застосованих засобів впливу.

Практичне значення мають дискретне та швидке перетворення Фур'є (ДПФ, ШПФ), які забезпечують обробку великих масивів даних у режимі реального часу. Саме ці алгоритми лежать в основі сучасних цифрових приймачів, аналізаторів спектра, радіолокаційних комплексів та автоматизованих систем РЕБ. Застосування ШПФ дозволяє значно скоротити час обробки сигналів, що є критичним у швидкоплинній бойовій обстановці.

Окремим напрямом є використання перетворення Фур'є для фільтрації та відновлення корисних сигналів на фоні інтенсивних завад. У реальних умовах бойових дій канали зв'язку та навігації піддаються навмисному глушінню, шумовим атакам і спотворенням. Частотні методи аналізу дозволяють відокремлювати корисну інформацію від перешкод, підтримувати стійкість власних систем та зменшувати втрати даних.

Перспективним напрямом розвитку є поєднання методів Фур'є з вейвлет-аналізом, технологіями штучного інтелекту та автоматизованими системами прийняття рішень. Це створює можливості для точнішого виявлення малопомітних цілей, класифікації типів сигналів, прогнозування поведінки противника в електромагнітному спектрі та автоматичного вибору оптимального способу радіоелектронної протидії.

Таким чином, перетворення Фур'є є не лише фундаментальним математичним апаратом, а й важливим практичним інструментом сучасних систем радіоелектронної боротьби. Його застосування забезпечує швидке виявлення загроз, ефективну обробку сигналів, підвищення точності радіоелектронного впливу та загальне зростання бойової ефективності підрозділів у сучасному операційному середовищі. Подальші дослідження доцільно спрямувати на інтеграцію спектральних методів у високошвидкісні адаптивні системи оборони.

Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Кмін В.Ф.
Нагорний М.С.
НАСВ

КОМПЛЕКСНА АРИФМЕТИКА ТА ЦИФРОВА ФІЛЬТРАЦІЯ У СИСТЕМАХ РЕБ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У сучасних збройних конфліктах боротьба за перевагу в електромагнітному спектрі є одним із визначальних чинників успішного виконання бойових завдань. Ефективність застосування засобів радіоелектронної боротьби значною мірою залежить від точності виявлення сигналів, швидкості їх обробки та здатності оперативно формувати перешкоди засобам управління, зв'язку, навігації та розвідки противника. У цьому контексті комплексна арифметика є важливою математичною основою сучасних цифрових систем РЕБ.

Більшість сигналів радіозв'язку, радіолокації та навігації мають амплітудно-фазову структуру, що природно описується комплексними числами. Використання комплексного зображення дозволяє виконувати точний аналіз параметрів випромінювання, визначати частотні характеристики джерел сигналів, а також моделювати режими роботи ворожих технічних засобів. Це створює підґрунтя для ефективного виявлення та класифікації цілей в електромагнітному середовищі.

Одним із ключових напрямів застосування комплексної арифметики є цифрова фільтрація. У реальних умовах бойових дій сигнали надходять на фоні шумів, активних завад, багатопроменевого поширення та навмисного маскування. Алгоритми цифрової фільтрації дозволяють виділяти корисну інформацію, знижувати рівень перешкод і підтримувати стійкість роботи власних систем управління та зв'язку. Саме тому цифрові фільтри є невід'ємною частиною сучасних комплексів РЕБ.

Особливого значення набувають адаптивні фільтри, здатні змінювати свої параметри залежно від поточної електромагнітної обстановки. У випадках перебудови частот, появи нових джерел випромінювання або зміни способів передачі даних противником такі системи забезпечують автоматичне переналаштування режимів обробки сигналів. Це підвищує живучість і ефективність бойового застосування засобів РЕБ у динамічних умовах.

Разом із тим практична реалізація комплексної цифрової обробки супроводжується низкою технічних викликів: значними обчислювальними навантаженнями, похибками округлення, затримками обробки даних та потребою у високопродуктивній апаратній базі. У бойових умовах ці фактори можуть впливати на своєчасність реагування системи та якість прийнятих рішень. Тому важливим є оптимізація алгоритмів і використання спеціалізованих процесорних рішень.

Перспективним напрямом розвитку є інтеграція технологій штучного інтелекту з методами комплексної обробки сигналів. Це відкриває можливості автоматичного розпізнавання типів випромінювання, прогнозування поведінки противника в електромагнітному спектрі, класифікації безпілотних платформ та вибору найбільш ефективних способів радіоелектронного впливу. Поєднання штучного інтелекту та цифрової фільтрації формує новий рівень функціональності систем РЕБ.

Таким чином, комплексна арифметика та цифрова фільтрація є важливими складовими сучасних систем радіоелектронної боротьби. Їх застосування забезпечує точніше виявлення загроз, стійкішу роботу власних систем, ефективніше подавлення противника та підвищення загальної бойової ефективності підрозділів у сучасному операційному середовищі. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розвиток адаптивних і інтелектуальних алгоритмів обробки сигналів для задач оборони держави.

Соловей В.А.
Будзінська О.О.
ЖВІ

АРХІТЕКТУРА U7–SAIC ЯК РЕАЛІЗАЦІЯ ОНТОЛОГІЧНО ЗАМКНЕНОГО ЗВ'ЯЗКУ У МОБІЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Сучасні засоби мобільного зв'язку, включно з GSM-мережами та програмними месенджерами, забезпечують ефективний обмін інформацією, проте залишаються вразливими на рівні інфраструктури та метаданих. Водночас спеціалізовані засоби зв'язку, включно з криптофонами, забезпечують високий рівень захисту змісту, однак потребують значних ресурсів, високошвидкісних каналів та спеціалізованої інфраструктури, що обмежує їх застосування.

У межах архітектури SAIC (Security Architecture Invisible Communication) запропоновано підхід, який усуває цю суперечність шляхом принципового розділення фізичного середовища передачі сигналу та логічного каналу комунікації. Пристрій U7 використовує будь-який девайс виключно як обчислювальну платформу без залучення мережевих функцій, тоді як будь-який доступний транспортний канал – аудіо, VoIP, довільна мережа або навіть сесія у стандартному месенджері – виступає середовищем передачі сигналу без участі у формуванні безпеки.

Принципово важливо, що канал передачі даних у цій моделі не існує як мережева або фізична сутність. Він формується виключно як функція синхронізованих операційних станів комунікуючих систем. Відповідно, відкритий канал і канал передачі даних є онтологічно різними: перший транспортує сигнал, другий – існує лише у процесі його інтерпретації.

Автентифікація джерела даних у SAIC реалізується вбудованим механізмом логічної безпарольної автентифікації шифрокоду (ЛБА). Це означає, що будь-які користувачі можуть підключатися до спільного транспортного каналу без попереднього обміну автентифікаційними даними. Якщо їх операційні стани є або стають симетричними у процесі взаємодії, між ними автоматично формується новий закритий канал зв'язку. Таким чином, встановлення довіри не передує комунікації, а виникає як її внутрішня властивість. Відсутні об'єкти компрометації та зовнішні інфраструктури, які могли б бути атаковані або використані для ідентифікації сторін.

Це означає, що для зовнішнього спостерігача, включно із сучасними SDR-платформами та засобами сигнальної розвідки (SIGINT), переданий сигнал не містить ознак структурованого обміну даними. На відміну від класичних систем, де навіть зашифрований трафік підлягає спектральному, часовому або кореляційному аналізу, у моделі U7–SAIC відсутній сам об'єкт такого аналізу: сигнал не репрезентує комунікацію. На відміну від криптофонів, де захист досягається шифруванням голосового потоку і залежить від пропускної здатності каналу, U7–SAIC реалізує комунікацію через перетворення мовлення у текст, формування шифрокодів та їх передачу через низькошвидкісні канали. Це дозволяє забезпечити функціональну голосову взаємодію при порядково нижчих вимогах до каналу, на швидкості від 160 біт у секунду, зберігаючи при цьому повну метаданонейтральність.

Практична значущість підходу проявляється у можливості безпосереднього застосування у бойових умовах (battlefield deployment), де критичними є автономність, відсутність залежності від інфраструктури та стійкість до технічної розвідки. Таким чином, архітектура U7–SAIC визначає новий клас мобільних засобів зв'язку військового призначення, у яких безпека не залежить від мережевої інфраструктури, а канал комунікації не існує як об'єкт спостереження. Це забезпечує стійкість не лише до криптоаналізу, але й до повного спектра засобів технічної розвідки, включно з SDR та SIGINT. Технологія U7–SAIC усіває потребу у створенні власного військового месенджера, формує нову онтологічно замкнену комунікаційну систему.

Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Білаш О.В., канд. екон. наук., доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ

Військовий конфлікт у сучасний період за своєю інформаційною насиченістю якісно відрізняється від усього, з чим доводилось мати справу раніше. Тільки від безпілотних засобів розвідки на один батальйонний тактичний район може надходити більше відеоінформації, ніж штаб здатен опрацювати за добу ручними методами. Додайте до цього дані радіолокаційного спостереження, перехоплені переговори, повідомлення від агентурної мережі, звіти від підрозділів – і стає очевидним, що традиційна організація роботи штабу в таких умовах дає системні збої. Алгоритми штучного інтелекту дозволяють вирішити цю проблему інакше – не збільшенням штату, а зміною самого процесу опрацювання інформації.

Системи машинного навчання здатні в реальному часі класифікувати об'єкти на відеозображеннях, автоматично зіставляти дані з різних джерел і виявляти закономірності, непомітні для людини-аналітика. Наприклад, зміна режиму руху колон на певних маршрутах у поєднанні зі збільшенням радіообміну на конкретній частоті може свідчити про підготовку до наступу – алгоритм помітить цю кореляцію раніше, ніж аналітик встигне переглянути перші донесення. Американська система TITAN і британський проєкт Startle будуються саме на цьому принципі скорочення так званого циклу OODA – спостереження, орієнтація, рішення, дія.

Разом з тим довіряти таким системам безумовно не можна. Алгоритм класифікує об’єкт з певною імовірністю, а не з абсолютною впевненістю – і ця різниця критична, коли йдеться про вогневе ураження. Крім того, будь-яка система, що залежить від каналів передачі даних, є потенційною ціллю для засобів радіоелектронної боротьби або кібератак. Противник, що знає архітектуру такої системи, може цілеспрямовано її дезінформувати – підкидаючи фальшиві сигнатури або перевантажуючи хибними тривогами. Тому ШІ у військовому контексті має бути інструментом підтримки рішення, а не його замінником.

Для Сухопутних військ України найбільш реалістичним є поетапний шлях: спочатку впровадження модулів автоматизованого розпізнавання цілей на основі даних БпЛА і формування пропозицій щодо вогневого ураження, надалі – розширення на задачі логістичного планування та моніторингу стану підрозділів. Паралельно необхідно розвивати захищені канали передачі даних і готувати особовий склад штабів до роботи в умовах автоматизованого середовища. Власні розробки у цій сфері, навіть якщо поступаються американським аналогам, матимуть стратегічну перевагу – відсутність залежності від іноземного постачання і можливість швидкої адаптації під конкретні оперативні потреби.

Отже, технології штучного інтелекту є одним із ключових чинників підвищення ефективності автоматизованих систем управління військами, оскільки пришвидшують: збір, обробку та аналіз інформації; координацію дій підрозділів; підтримку прийняття рішень командуванням; передачу команд і контроль їх виконання. Їх впровадження дозволяє суттєво покращити якість управлінських рішень, скоротити час реагування на зміни обстановки та підвищити ефективність виконання бойових завдань. Подальший розвиток цього напрямку має бути спрямований на підвищення надійності систем, забезпечення їх безпеки та інтеграцію в єдину інформаційно-управлінську інфраструктуру.

Сорокін Д.М., канд. тех. наук, старш. наук. співроб.
Яровенко О.Г.
Медведєв Г.А.
Полигалов Д.О.
ДНДІА

ЩОДО СТВОРЕННЯ БАЗИ СИГНАТУР СИГНАЛІВ ДЖЕРЕЛ ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах ведення бойових дій успішне застосування авіації пов’язане з необхідністю впровадження сучасних систем індивідуального радіоелектронного захисту літальних апаратів. Важливим є також створення сучасних систем радіоелектронної розвідки для ефективного виконання завдань з виявлення, ідентифікації та цілевказання по радіолокаційних станціях противника за допомогою пасивних радіотехнічних засобів детектування сигналів та їх джерел. Актуальність проблеми загострюється з урахуванням удосконалення противником власних вогневих та радіотехнічних засобів широкої номенклатури.

Для розроблення сучасних бортових систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) та радіотехнічної розвідки (РТР), а також забезпечення їх ефективної дії, надзвичайно важливим є отримання та використання параметричної інформації (характеристик джерел радіовипромінювання об'єктів противника), яка узагальнюється у відповідній базі даних – базі сигнатур (БС). Окремим аспектом цієї проблематики є забезпечення функціонування такої БС для засобів РТР/РЕБ іноземного виробництва, що надходять до Збройних Сил України.

Завдання створення БС слід розділити за двома напрямами:

організаційний, який охоплює аспекти збору та обробки параметричної інформації в рамках задач РТР та РЕБ;

технічний, який визначає якість ідентифікації джерела випромінювання та достатність детектованих параметрів для виключення неоднозначності у визначенні типу джерела.

Технічна реалізація формування БС передбачає не тільки документування об'єктів з відповідними частотно-часовими характеристиками, але і врахування динамічної зміни їх параметрів та режимів роботи, в першу чергу впровадженням режимів малопомітності випромінювання, що ускладнює перехоплення сигналів (LPI – Low Probability of Intercept).

Таким чином, завдання створення БС та її актуалізації є першочерговим для створення сучасних засобів РТР/РЕБ та їх ефективного використання.

Стах Т.М.
Куричук О. А., д-р філософії
Сідор Р.І.
Баган В.Р.
Хаустов Д. Є., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Настишин Ю. А., д-р фіз.-мат. наук, професор
НАСВ

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ ЦІЛІ ЗА ЇЇ РОЗМІРНИМИ ОЗНАКАМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Стрімкий розвиток технологій комп'ютерного зору та штучного інтелекту (ШІ) відкрив нові можливості для моніторингу поля бою в режимі реального часу, водночас породивши проблему ефективного відбору значущих цифрових зображень із великих потоків даних.

На основі розробленої системи індексів помітності цілі, визначених за її розмірними ознаками, а також аналітично отриманих залежностей імовірностей виявлення та розпізнавання цілі від розмірів її геометричних сигнатур, запропоновано метод оцінки якості відображення цілі за її розмірними ознаками виявлення та розпізнавання на цифрових зображеннях, отриманих з багатоканального прицільно-спостережного комплексу зразка бронетанкового озброєння (ЗБТО). Запропонований метод забезпечує кількісну оцінку якості відображення цілі на електронному зображенні за її розмірними ознаками помітності та вводить критерії успішності виконання візуальних задач виявлення і розпізнавання на основі порогових значень імовірностей 50%. Стверджується, що лише зображення, які відповідають критеріям успішності, можуть вважатися придатними для подальшої обробки засобами ШІ.

Особливу увагу приділено процесу розпізнавання як проміжному етапу отримання інформації про ціль (виявлення → розпізнавання → ідентифікація). Запропоновано

використовувати геометричні характерні ознаки ЗБТО як сигнатури для їхнього розпізнавання. Теоретично виведено аналітичну залежність імовірності розпізнавання від розмірів сигнатур і встановлено критерій успішного виконання задачі візуального розпізнавання. Застосування цих критеріїв до конкретних зображень дозволяє здійснювати автоматичну попередню фільтрацію зображень низької якості на вхідному етапі – до початку процесу пошуку та розпізнавання із застосуванням ШІ, що суттєво скорочує час обробки, прискорює розпізнавання цілей та зменшує кількість хибних спрацювань.

Практичну реалізацію методу продемонстровано на експериментальних даних, отриманих із зображень основного бойового танка Т-64БВ, зібраних у польових умовах. Зображення були отримані за допомогою цифрової камери на різних відстанях до цілі. Для цих зображень імовірності виявлення визначались за габаритними розмірами цілі як об’єкта спостереження, а імовірності розпізнавання оцінювались за анізометрією форми та розмірів характерних сигнатур. Отримані результати підтвердили узгодженість теоретично розроблених критеріїв із результатами візуального аналізу.

Практичне значення полягає у формуванні теоретичної основи автоматизованого відбору якісних цифрових зображень без участі оператора, що суттєво зменшує обсяг даних для обробки, підвищує точність і швидкодію систем комп’ютерного зору та знижує кількість хибних розпізнавань.

Перспективні напрями подальших досліджень включають поширення методики на тепловізійні (інфрачервоні) зображення, а також використання цифрових зображень для оцінювання відстані до цілі за розмірами її сигнатур на зображенні.

Степанов С.С.
Ковба М.В., д-р філософії
Кадиляк А.Т.
НАСВ

НРК І СИСТЕМИ ДВОСТОРОННЬОГО ВОГНЕВОГО КОНТАКТУ

Наземні роботизовані системи дедалі ширше застосовуються серед підрозділів Сил оборони, як свого часу це почалось і продовжується в екосистемі БпЛА. Зростає кількість виробників, зразків що вони виготовляють, варіантів комплектації з різними можливостями, розвивається тактика їх застосування. Первинною і основною функцією для НРК можна вважати логістику - засіб доставки. Але передові підрозділи починають дедалі частіше успішно реалізовувати штурмові місії, засідки, застосовувати в якості чергового вогневого засобу і засобу евакуації пораненого. Вочевидь, саме зараз середовище НРК перебуває в активному розвитку. Про це в тому числі свідчить велика кількість публікацій, що присвячені цій темі.

Можна спрогнозувати, що правильний подальший рух в бік збереження особового складу і розвиток роботизованих систем поступово буде витісняти поняття класичного піхотинця, танкіста та інших фахівців, і чим далі, тим більше ставатимуть до строю роботизовані комплекси саме в якості вогневих засобів на різних платформах, що несуть на собі різні засоби ураження різного калібру і принципу дії.

Удосконалення прийомів і способів застосування НРК відбувається не тільки в наших підрозділах, але і у противника. Критично важливо мати ініціативу і випереджати в

інноваціях противника, що переважає нас в живій силі. В тому числі постійно розвивати і удосконалювати способи підготовки військових фахівців, які відповідатимуть новим прийомам застосування актуальних зразків озброєння.

Так, пропонується встановити на НРК з бойовим модулем систему імітації двостороннього вогневого контакту, так звану систему MILES або Lasertag, де вогонь ведеться лазерними променями малої потужності, а датчики цієї ж системи фіксують ураження, кількість влучань, витрату боєприпасів і іншу інформацію в режимі онлайн з виведенням повної статистики на планшет інструктора.

Подібні системи забезпечують командирам можливість злагоджувати екіпажі і групи екіпажів, тренувати спільні дії і готувати їх до певної операції. Під час підготовки майбутніх офіцерів відкриється можливість проводити тренування і планувати бій, можливо, недалекого майбутнього, де людина виступатиме виключно в ролі оператора, що знаходиться в укритті.

Місцевість для таких занять підбирати різної складності, що імітуватиме передній край з різними перешкодами. Доцільно призначати дві команди, що змагатимуться за першість умовного знищення одна одної, або захоплення і утримання певного об’єкта. Курсанти ВВНЗ на таких заняттях можуть працювати як в ролі командира, що керує одною з команд, спостерігаючи за процесом з розвідувального БпЛА, так і в ролі оператора несучої платформи або бойового модулю, оператора БПЛА та іншого засобу ураження, в тому числі засобами бойового забезпечення.

Таке заняття будувати у вигляді гри, розробляти кілька сценаріїв з послідовним від заняття до заняття нарощенням складності тактичної обстановки і кількості вогневих засобів, підтримкою БпЛА і поступовим додаванням різних елементів бойового забезпечення.

Застосування ігрових способів навчання і надання курсантам більшої свободи дій, коли обмеження стосуються тільки питань, пов’язаних із заходами безпеки, сприятиме творчій ініціативі і прояву креативності під час пошуку нестандартних рішень в складних ситуаціях управління боєм.

Стеценко С.М.
Дорохов О.М.
НАСВ

НФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЇ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Сучасні бойові дії характеризуються високою маневреністю, швидкою зміною обстановки та активним використанням високотехнологічних засобів. Досвід російсько-Української війни показав, що артилерія залишається одним із основних засобів вогневого ураження противника, проте її ефективність сьогодні визначається не лише вогневою потужністю, а й рівнем інформаційного забезпечення та автоматизації процесів управління. Саме тому розвиток інформаційно-комунікативних систем та автоматизованих систем управління вогнем є важливим напрямом підвищення бойових можливостей артилерійських підрозділів.

Інформаційно-комунікативні системи забезпечують ситуативну обізнаність командира та комплексне вирішення завдань збору, обробки, зберігання та передачі даних. До таких даних належать координати цілей, інформація щодо метеорологічних та балістичних умов стрільби, а також дані про технічний стан артилерійських систем та боєприпасів. Автоматизовані системи управління вогнем значно скорочують час підготовки до відкриття вогню, підвищують точність виконання вогневих завдань та значно прискорюють процес прийняття рішень.

Сучасні системи управління вогнем базуються на інтеграції різнорідних джерел інформації. Зокрема, широко використовуються безпілотні літальні апарати для розвідки та коригування вогню в режимі реального часу. Важливу роль відіграють супутникові навігаційні системи, такі як глобальна система позиціонування(GPS), які забезпечують точне визначення координат і синхронізацію дій підрозділів.

Значного розвитку набуває застосування штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання. Вони дозволяють автоматизувати аналіз бойової обстановки, здійснювати прогнозування дій противника, оптимізувати вибір цілей і розподіл вогневих засобів. Що в підсумку підвищує ефективність ураження, зменшує витрати боєприпасів і час реагування на загрози.

Слід відмітити і проблемні питання щодо застосування таких систем, а саме – уразливість до кібератак, вплив засобів радіоелектронної боротьби, залежність від супутникових систем навігації, складність інтеграції різних технічних рішень, підготовки кваліфікованого персоналу тощо.

Подальший розвиток інформаційних та автоматизованих систем управління вогнем артилерії передбачає розширення використання штучного інтелекту та аналітики великих даних, створення автономних і напівавтономних систем прийняття рішень, підвищення стійкості до засобів радіоелектронної боротьби, інтеграцію з безпілотними та роботизованими платформами, розвиток захищених цифрових каналів зв’язку, впровадження модульних і масштабованих систем управління.

Таким чином, інформаційні та автоматизовані системи управління вогнем є одним із ключових напрямів підвищення ефективності сучасної артилерії. У майбутньому роль таких систем лише зростатиме, що зумовлює необхідність їх подальшого вдосконалення та впровадження новітніх технологій.

Стрельбіцький М.А., д-р техн. наук, професор
Хоптинський Р.П., канд. техн. наук, доцент
НАДПСУ

АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ КОНКУРСНОГО РЕЙТИНГУ КАНДИДАТІВ У ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

У сучасних умовах цифровізації військової освіти актуальним є підвищення ефективності та об’єктивності відбору кандидатів до вищих військових навчальних закладів. Формування конкурсного рейтингу є ключовим етапом вступної кампанії, однак існуючі підходи характеризуються фрагментованістю обробки даних, значною часткою ручних операцій та обмеженою прозорістю процедур, що знижує якість прийняття управлінських рішень і рівень довіри до результатів відбору.

У роботі запропоновано концепцію автоматизованої інформаційної системи формування конкурсного рейтингу, яка забезпечує інтеграцію результатів академічного оцінювання, фізичної підготовки, психологічного відбору та медичного контролю в єдине інформаційне середовище. Система базується на трирівневій архітектурі, що включає рівні користувача, бізнес-логіки та даних, що забезпечує функціональне розмежування компонентів, масштабованість і гнучкість. На рівні бізнес-логіки реалізовано багатокритеріальну модель оцінювання кандидатів із використанням вагових коефіцієнтів, що дозволяє формалізувати процес відбору та підвищити його об’єктивність.

Централізоване зберігання та обробка даних забезпечують узгодженість інформації, зменшення ризику технічних помилок і підвищення оперативності формування рейтингових списків. Запропонований алгоритм передбачає послідовну валідацію, нормалізацію та інтеграцію даних із різних джерел із подальшим ранжуванням кандидатів на основі інтегрального показника. Такий підхід дозволяє забезпечити відтворюваність результатів та мінімізувати вплив людського фактора.

Запропонована система реалізована як веборієнтований програмний комплекс із рольовим доступом користувачів і можливістю інтеграції із зовнішніми інформаційними ресурсами. Важливою складовою є аналітичний модуль, який дозволяє здійснювати обробку статистичних даних, формувати звітність і підтримувати прийняття управлінських рішень у процесі вступної кампанії.

Додатковою перевагою системи є її адаптивність до змін нормативно-правових вимог, що досягається за рахунок параметризованої структури алгоритмів. Це дозволяє оперативно коригувати критерії оцінювання без зміни програмного коду та забезпечує гнучкість функціонування системи в умовах реформування військової освіти.

Таким чином, впровадження автоматизованої системи дозволяє підвищити ефективність, прозорість і достовірність процесу формування конкурсного рейтингу, забезпечити об’єктивність відбору кандидатів та створити передумови для подальшої цифрової трансформації військової освіти.

Сусол Ю.Н.
Годебський В.П.
Сусол Н.Ю.
НАСВ

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРОТИДІЇ ІПСО ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ЗСУ В УМОВАХ ВІЙНИ З РФ

У ході російсько-Української війни 2022-2025 років інформаційно-психологічні операції (ІПСО) перетворилися з допоміжного елемента бойових дій на самостійну стратегічну силу. Для агресора особовий склад Збройних Сил України є пріоритетною ціллю, адже фізичне знищення техніки чи позицій не дає повноцінного результату, якщо не зламано бойовий дух та мотивацію військовослужбовців. В умовах тотальної цифровізації фронту, де кожен боєць має доступ до мережі, ворог отримав можливість впливати на їх свідомість безпосередньо в окопі, минаючи офіційні канали комунікації. Якщо у 2022 році ворог намагався посіяти

паніку та спровокувати капітуляцію, то у 2024–2025 роках акценти змістилися на експлуатацію внутрішніх суперечностей: тем мобілізації, соціальної втоми, легітимності влади та відносин із західними партнерами.

На даний час на стандартах НАТО та унікальному українському бойовому досвіді розроблено сучасні методи, алгоритми та інструменти, спрямовані нейтралізацію ІПСО та зміцнення індивідуальної і колективної психологічної стійкості особового складу. Першим етапом є ідентифікація атаки до того, як вона набуває масового характеру серед особового складу. Працюють Служби моніторингу ЦПД та StratCom (виявлення аномальних сплесків активності, центри ІПсО (радіоелектронна розвідка інформаційного простору, відстеження джерел сигналу (РЕБ-моніторинг), OSINT-платформи (Molfar, Osint Flow) для ідентифікації мереж ботів.

Коли атаку вже виявлено, важливо не просто «заборонити» інформацію, а замінити її або дискредитувати джерело. На другому етапі застосовують наступний алгоритм дій: Атрибуція – публічне доведення, що повідомлення створене спецслужбами РФ (наприклад, показ метаданих файлу або помилок у перекладі); Дзеркальний наратив – надання фактів, що прямо суперечать фейку, через лідерів думок (командирів, відомих бійців); Технічне блокування – спільна робота СБУ та Мінцифри з адміністраціями соцмереж (Meta, Google) щодо видалення сіток каналів, які мімікрують під українські військові ресурси.

Можна зробити висновок, що Україна успішно адаптувала та впровадила стандарти НАТО (StratCom) для застосування сучасних методів протидії інформаційно-психологічним операціям (ІПСО) та забезпечення стійкості особового складу ЗСУ.

Теслюк В.М., д-р техн. наук, професор
Цмоць І.Г., д-р техн. наук, професор
Опотяк Ю.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НУ “ЛП”

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТА ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Актуальною науково-прикладною задачею сучасної мобільної робототехніки є підвищення точності вимірювання параметрів руху, просторової орієнтації та відстані до перешкод мобільних робототехнічних платформ. Особливої значущості ця задача набуває під час виконання розвідувальних, спеціальних військових і пошуково-рятувальних операцій, де до навігаційних систем висуваються підвищені вимоги щодо точності та надійності.

У роботі запропоновано інформаційну технологію підвищення точності навігаційних вимірювань на основі нейромережевого сингулярного спектрального аналізу (ССА). Запропонований підхід забезпечує декомпозицію часових рядів навігаційних даних на трендові, періодичні та шумові складові, що створює передумови для підвищення точності оцінювання параметрів руху та просторової орієнтації мобільної робототехнічної платформи.

Для реалізації нейромережевого сингулярного спектрального аналізу використано нейромережу, побудовану на основі моделі послідовних геометричних перетворень. Перевагами такого підходу є неітераційний характер навчання, можливість прямого обчислення вагових коефіцієнтів, відсутність необхідності використання режиму «звуженого горла», а також забезпечення відображення вхідних сигналів у вихідні без методичної похибки.

Розроблена інформаційна технологія включає такі основні етапи: збір і збереження даних з навігаційних давачів; попередню обробку даних; визначення параметрів нейромережі; реалізацію нейромережевого ССА; виявлення та видалення шумових компонентів; налаштування нейромережі з обчисленням вагових коефіцієнтів; таблично-алгоритмічну реалізацію нейроелементів; а також проблемно-орієнтовану апаратно-програмну реалізацію засобів обробки. Для забезпечення функціонування в реальному часі запропоновано використання проблемно-орієнтованого підходу, що передбачає поєднання універсального процесорного ядра зі спеціалізованими апаратними модулями. Реалізація таких модулів на основі FPGA забезпечує конвеєризацію обчислювальних процесів, просторовий паралелізм і підвищення швидкодії.

Розроблена інформаційна технологія забезпечує підвищення точності вимірювання навігаційних параметрів мобільних робототехнічних платформ у реальному часі та використана при створенні апаратно-програмних засобів вимірювання й обробки даних навігаційних давачів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розвитку запропонованої технології шляхом підвищення її адаптивності та розширення функціональних можливостей, зокрема за рахунок впровадження методів короткотермінового прогнозування, адаптивного вибору кількості головних компонент, інтеграції з підходами сенсорного злиття та сучасними методами машинного навчання, а також удосконалення апаратної реалізації із застосуванням FPGA для забезпечення високої точності та надійності функціонування навігаційних систем у складних умовах експлуатації.

Теслюк В.М., д-р техн. наук, професор
Цмоць І.Г., д-р техн. наук, професор
Ткаченко Р.О., д-р техн. наук, професор
Опотяк Ю.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НУ “ЛП”

НЕЙРОПОДІБНИЙ КРИПТОГРАФІЧНИЙ ЗАХИСТ ДАНИХ З НЕЛІНІЙНИМИ МІЖНЕЙРОННИМИ ЗВ’ЯЗКАМИ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ

У роботі досліджено методи побудови засобів нейроподібного криптографічного захисту даних на основі нейроподібних структур із нелінійними міжнейронними зв’язками, орієнтованих на використання в мобільних робототехнічних платформах. Запропоновано підхід до шифрування та дешифрування інформації з використанням нейроподібних мереж прямого поширення автоасоціативного типу. Обґрунтовано вибір топології нейроподібної мережі, параметри якої визначаються розрядністю повідомлення, кількістю входів і максимальним степенем поліноміального перетворення. Показано, що застосування нелінійних міжнейронних зв’язків забезпечує підвищення криптографічної стійкості за рахунок ускладнення структури перетворень.

Запропоновано навчання нейроподібної мережі виконувати на основі методу послідовних геометричних перетворень, який забезпечує аналітичне визначення вагових коефіцієнтів без використання ітераційних процедур, що сприяє зниженню обчислювальних витрат і підвищує придатність до апаратної реалізації. Розроблено та вдосконалено таблично-алгоритмічний метод обчислення скалярного добутку, який забезпечує узгодження різнорідних форматів представлення даних (із фіксованою та плаваючою комою), усунення переповнення та підвищення швидкодії завдяки використанню таблиць макрочасткових добутків. Розроблено методи нейроподібного шифрування та дешифрування, що базуються на поліноміальних перетвореннях, операціях маскування і використанні попередньо обчислених таблиць, що забезпечує можливість реалізації в режимі реального часу. Побудовано обернену структуру нейроподібної мережі для дешифрування на основі транспонованих матриць вагових коефіцієнтів.

Уперше розроблено інформаційну технологію нейроподібного криптографічного захисту даних з нелінійними міжнейронними зв'язками, орієнтовану на бортові системи реального часу та використання симетричних ключів, яка забезпечує раціональний баланс між криптостійкістю, швидкодією та обчислювальною складністю реалізації. Запропоновано підхід до синтезу систем захисту та передачі даних із використанням шумоподібних кодів, що забезпечує підвищення завадостійкості та ефективності використання апаратних ресурсів. Обґрунтовано доцільність застосування інтегрованого підходу, який базується на принципах модульності, конвеєризації, просторового паралелізму та адаптації апаратно-програмних засобів до структури алгоритмів.

Розроблено структуру бортової системи нейроподібного криптографічного захисту даних на базі процесорного ядра зі спеціалізованими обчислювальними модулями, що забезпечує ефективну реалізацію алгоритмів шифрування та дешифрування у реальному часі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з підвищенням криптографічної стійкості шляхом використання багаторівневих і каскадних нейроподібних структур, оптимізацією таблично-алгоритмічних методів з урахуванням обмежень пам'яті та енергоспоживання, розробленням адаптивних методів керування параметрами мережі в умовах змінних навантажень, а також інтеграцією запропонованих рішень у сучасні апаратні платформи (FPGA, SoC) для забезпечення високопродуктивної обробки даних у реальному часі.

Тишко С.О., канд. техн. наук, доцент
Макаренко Р.Г.
ДНДІ ВС ОВТ
Міщенко Я.С.
НАСВ

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА АЗИМУТАЛЬНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РУХОМИХ ПЛАТФОРМ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ В РЕЖИМАХ НА ЗАЗДАЛЕГІДЬ ПІДГОТОВЛЕНИХ ПОЗИЦІЙ

Одною із вимірювальних задач, що вирішується під час підготовки вихідних даних під час проведення операцій підготовки до руху платформ безпілотних комплексів відповідно до є визначення кута азимутальної орієнтації. Виконання зазначеної операції обумовлено наявністю на борту платформи польотного контролеру, складовою якого, як правило, є безплатформна інерційна навігаційна система. Розглянемо можливі способи реалізації вирішення зазначеної вимірювальної задачі за умови відсутності сигналу від глобальних супутникових систем. До таких способів віднесемо спосіб визначення кута азимутальної орієнтації з використанням локальної корпоративної радіонавігаційної системи, заздалегідь підготовлених в геодезичному відношенні позицій та автономному режимах.

Для вимірювання $A_{\text{п}}^{\text{КС}}$ використовуються наступне обладнання: засіб вимірювання кута в горизонтальній площині, два приймачі, що реалізує можливість визначення координат з використанням локальної корпоративної радіонавігаційної системи.

При вирішенні задачі вимірювання кута азимутальної орієнтації з використанням приймача, що реалізує можливість визначення координат з використанням локальної корпоративної радіонавігаційної системи, передбачається, що на бічній поверхні об'єкта розміщується оптичний контрольний елемент, жорстко пов'язаний з поздовжньою віссю рухомої платформи.

Для вирішення задачі засіб вимірювання кута в горизонтальній площині встановлюється в точці A, з якої можливе відновлення оптичної нормалі до оптичного контрольного елемента і забезпечується пряма видимість деякої точки B, довільно розміщеної на місцевості. За допомогою приймача, що реалізує можливість визначення координат з використанням локальної корпоративної радіонавігаційної системи, вимірюються геодезичні координати X_A, Y_A, точки A і X_B, Y_B точки B та визначається азимут базового напряму $A_{\text{бн}(AB)}$.

За допомогою засобу вимірювання кута у горизонтальній площині вимірюється кут β між нормаллю до оптичного контрольного елемента та $A_{\text{бн}(AB)}$ та визначається азимут $A_{\text{п}}^{\text{КС}}$.

При визначенні кута азимутальної орієнтації з використанням заздалегідь підготовлених у топогеодезичному відношенні районів $A_{\text{п}}^{\text{під}}$ передбачається, що на бічній поверхні об'єкта розміщується оптичний контрольний елемент, жорстко пов'язаний з поздовжньою віссю ІНС. Ця вимірювальна задача може бути вирішена з використанням додаткових, заздалегідь підготовлених у геодезичному відношенні точок C та D.

Для вирішення вищезазначеної задачі пропонується використовувати наступні засоби: засіб вимірювання кута в горизонтальній площині, засіб вимірювання кута у вертикальній площині, засіб вимірювання дальності.

Вказані засоби встановлюються в точці, з якої забезпечується пряма видимість на точки C і D.

За допомогою засобу визначення кута в горизонтальній площині вимірюються кути ξ (між нормаллю до оптичного контрольного елемента та напрямком на точку D) та β (між напрямками на точки C і D). За допомогою засобу визначення кута у вертикальній площині вимірюється кут α, а за допомогою засобу визначення дальності вимірюється відстань a до точки C або до точки D (залежно від того, до якої точки менша відстань). По відомих величинах проводиться визначення $A_{\text{п}}^{\text{під}}$.

Торшин В.В.
Литвин В.В.
НУ “ЛП”
Аніщуков І.В.
НАСВ

АВТОМАТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІЗОЛЯЦІЯ ДАНИХ В ІКС

Сучасні інформаційно-комунікаційні системи у критичних інфраструктурах вимагають докорінного перегляду методів та засобів управління інформаційними потоками, де автоматизація процесів класифікації та суворий контроль доступу є необхідними вимогами.

Традиційні підходи до маркування даних, що базуються на організаційних заходах, виявляються неспроможними забезпечити необхідний рівень безпеки в умовах високої

динаміки обміну інформацією. Саме тому критичною необхідністю стає інтеграція спеціалізованих підсистем автоматичної класифікації на базі локальних моделей ШІ, що здатні аналізувати походження даних, тип контейнера та контекст використання. Така автоматизація дозволяє перетворити класифікаційні ознаки на машинно-оброблювані метадані, що стають основою для функціонування політик безпеки без ризику людської помилки. Безперервний моніторинг та глибоке журналювання кожної операції забезпечують повну підзвітність, створюючи середовище, де будь-яка спроба несанкціонованої зміни рівня конфіденційності негайно блокується технічними засобами.

Особливого значення набуває архітектурна ізоляція зон високої секретності, де використання публічних хмарних ресурсів є неприпустимим через відсутність повної спостережуваності за внутрішніми процесами провайдера. Для захисту інформації з рівнем «Цілком таємно» необхідно застосовувати принципи фізичного розриву мережі, відомі як air-gap, або використання спеціалізованих апаратних засобів односпрямованої передачі даних, або діодів даних. Передача даних між сегментами різної конфіденційності в таких умовах має здійснюватись виключно через контрольовані шлюзи (air-lock), де кожен інформаційний об’єкт проходить процедуру санітизації, перевірки цілісності та верифікації прав доступу на основі архітектури нульової довіри, що мінімізує ризики потенційної компрометації.

Поєднання автоматизованого аудиту, що фіксує кожну дію суб’єкта в режимі реального часу, та фізичної ізоляції найбільш чутливих активів дозволяє досягти цільового рівня інформаційної безпеки в сучасних умовах гібридних загроз.

Трач І.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Лизун М.В.
НУ “ЛП”

МОБІЛЬНИЙ МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ПОСТ НА БАЗІ ESP32 З ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ ТАКТИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Для тактичних підрозділів, які діють у відриві від основних сил, наявність оперативної метеорологічної інформації є критичним фактором. Вона впливає на роботу безпілотних авіаційних комплексів (вітер, хмарність), ефективність оптичних прицілів (вологість, туман), планування маршрутів руху техніки (прохідність). Існуючі стаціонарні метеостанції не пристосовані до швидкого переміщення, а переносні професійні прилади мають високу вартість. Тому актуальним є створення легкого, швидкорозгортуваного мікроконтролерного метеопоста з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом.

Метою роботи є розробка мобільного метеорологічного поста на базі мікроконтролера ESP32 з датчиком BME280, локальним OLED-дисплеєм та можливістю віддаленого доступу до даних через веб-інтерфейс. Пристрій має бути компактним (вага до 200 г), готовим до роботи менш ніж за 2 хв після вмикання та забезпечувати автономну роботу не менше 72 год.

Основою системи слугує мікроконтролер ESP32 WROOM-32. Датчик BME280 підключений через шину I2C (виводи GPIO21, GPIO22). Для локальної індикації використовується OLED-дисплей SSD1306 (128x64 пікселів, I2C-адреса 0x3C). Живлення – від вбудованого Li-Pol акумулятора ємністю 2000 мА·год з контролером заряду (мікросхема TP4056). Усі компоненти розміщено в герметичному корпусі класу захисту IP54. Маса

пристрою не перевищує 180 г. Передача даних на сервер здійснюється через вбудований Wi-Fi модуль (стандарт 802.11 b/g/n).

Після подачі живлення ESP32 завантажує прошивку, ініціалізує датчик та дисплей, автоматично підключається до попередньо сконфігурованої Wi-Fi мережі. Система починає вимірювання температури, тиску та вологості з періодом 30 с. Дані виводяться на локальний дисплей у вигляді трьох основних показників. Одночасно формується JSON-пакет та надсилається HTTP POST-запитом на віддалений сервер (Node.js) для архівації та візуалізації. У разі втрати зв'язку дані зберігаються у внутрішню Flash-пам'ять ESP32 (до 100 записів) і передаються після відновлення з'єднання.

Випробування проводилися в польових умовах. Час розгортання пристрою від вмикання до появи перших даних на дисплеї склав 47 с. На локальному OLED-дисплеї чітко зчитувалися показники температури (з точністю ±0.5 °C), вологості (±3%) та тиску (±1 гПа) навіть при яскравому сонячному світлі. Передача даних на сервер займала не більше 1 с за наявності сигналу Wi-Fi. При втраті зв'язку ESP32 коректно зберігав дані у Flash-пам'яті та передавав їх після відновлення з'єднання. Автономна робота від акумулятора 2000 мА/год при інтенсивному використанні (передача кожні 30 с) склала 78 год. Веб-інтерфейс забезпечував перегляд поточних даних та історії вимірювань за останні 24 год у вигляді графіків.

Розроблений мобільний метеорологічний пост має вагу 180 г, час розгортання менше 1 хв, автономність понад 72 год та вартість близько 35 доларів США. Він дозволяє командиру тактичної групи оперативно отримувати актуальну інформацію про погодні умови як безпосередньо з дисплея, так і віддалено через веб-інтерфейс. Система є масштабованою: декілька таких постів можуть передавати дані на єдиний командний сервер. Пристрій рекомендується до використання в розвідувальних, штурмових та прикордонних підрозділах Збройних Сил України.

Трач І.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Трач Х.І.
ЛНУ

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ПІДСВІЧУВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ ДЛЯ КАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ З КЕРУВАННЯМ НА БАЗІ ДАТЧИКА ОСВІТЛЕНОСТІ ТА АЧХ

В умовах ведення бойових дій значна частина відеоспостереження на блокпостах, контрольно-пропускних пунктах та охоронних системах військових об’єктів виконується в умовах низької освітленості – сутінки, ніч, щільна хмарність. Застосування статичного підсвічування призводить або до засвітки об'єктива камери, або до недостатнього контрасту номерного знака. Існуючі системи з фіксованою потужністю ІЧ-спалаху не враховують АЧХ конкретної камери та її спектральну чутливість на різних довжинах хвиль. Тому актуальним завданням є створення адаптивної системи керування підсвічуванням на базі мікроконтролера, яка синхронізує рівень освітлення з реальними параметрами камери.

Основу запропонованої системи складає мікроконтролер ESP32 DevKit V1, який реалізує логіку керування та формує широтно-імпульсний сигнал. Датчик освітленості BH1750 забезпечує вимірювання в діапазоні від одного до 65535 лк з похибкою не більше 20%. Джерелом випромінювання виступає матричний або кільцевий світлодіодний модуль на довжину хвилі 850 нм для ІЧ діапазону або з колірною температурою 4000–5000К для

видимого світла. Керування потужністю світлодіодів виконується через польовий транзистор IRFZ44N, що дозволяє працювати на частоті широтно-імпульсної модуляції до 20 кГц.

Попередньо для кожної камери вимірюється нормована АЧХ в діапазоні від 400 до 1000 нм за допомогою монохроматора та еталонного фотодіода. На основі отриманої характеристики визначаються коефіцієнти спектральної важливості для різних довжин хвиль. У реальному часі мікроконтролер зчитує показники датчика освітленості з частотою десять герц та обчислює необхідну потужність випромінювання, враховуючи порогову освітленість для досягнення контрасту не менше 0.6, поправочний коефіцієнт оптики та калібрувальну константу, визначену за АЧХ. Верхня межа потужності обмежується для уникнення засвітки об’єктива.

Випробування проводилися на базі камери ESP32-CAM з ширококутним об’єктивом без ІЧ-фільтра та світлодіодною матрицею потужністю 3 Вт з довжиною хвилі 850 нм. Відстань до номерного знака становила 5 м. При денному освітленні 100 лк читабельність номерного знака складала 95% як для статичного, так і для адаптивного режиму. При зниженні освітленості до 20 лк статичне підсвічування забезпечувало читабельність з 81%, тоді як адаптивна система підвищила цей показник до 90%. При 10 лк читабельність зросла з 62 до 88%. Найбільш критичні умови – 5 люкс (ніч при місячному світлі) та 1 лк (ніч із щільною хмарністю) – показали підвищення з 47 до 85% та з 31 до 79% відповідно. Час реакції системи на стрибкоподібну зміну освітленості не перевищує 120 мс, що дозволяє працювати в динамічних умовах.

Запропонована система забезпечує підвищення читабельності номерних знаків у нічних умовах на 27–30% абсолютного приросту порівняно зі статичним підсвічуванням, а мікроконтролер ESP32 – легку інтеграцію в існуючі системи контролю доступу. Вартість додаткових компонентів – датчика освітленості, драйвера та світлодіодного модуля – не перевищує п'ятнадцяти доларів США, що робить систему придатною для масштабування у військових підрозділах, зокрема для обладнання стаціонарних та польових контрольно-пропускних пунктів Збройних Сил України. Отримані результати дозволяють рекомендувати розроблену систему до практичного впровадження.

Трофимов І.М, канд. техн. наук, ст. дослід.
Маляренко О.С, канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Ващиліна К.С.
Кучер К.О.
ХНУПС ім. І. Кожедуба

ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИВНИКА

З початку повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України підрозділи радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України функціонують в умовах безперервного та системно організованого вогневого впливу противника, що зумовлено визначальною роллю радіолокаційного виявлення як ключового елемента інформаційного забезпечення системи протиповітряної оборони України. Противник реалізує концепцію інтегрованої розвідувально-ударної системи із замкненим контуром управління, у межах якої виявлення радіолокаційної станції оперативно трансформується у цикл цілевказання та ураження з мінімальними часовими інтервалами.

Характерною рисою цієї моделі є пріоритетне застосування противником засобів повітряного нападу, здатних діяти на малих і гранично малих висотах, що істотно ускладнює їх своєчасне виявлення та супроводження. До таких засобів належать, передусім, ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) тактичного рівня типу “Ланцет”, “КУБ” та “Молнія”, які широко використовуються для ураження радіолокаційних засобів.

Узагальнення бойового досвіду свідчить, що визначальним чинником забезпечення живучості радіотехнічних підрозділів є досягнення випередження противника у циклі прийняття рішень (OODA-loop), що передбачає не лише скорочення власного циклу прийняття рішень, а й дезорганізацію аналогічного циклу противника “виявлення – оцінка – рішення – дія”. Реалізація цього підходу можлива за рахунок інтегрованого застосування різнорідних засобів і заходів протидії, об’єднаних у єдину функціональну систему управління.

Основними напрямами підвищення живучості радіотехнічних підрозділів РТВ є формування системного багатокомпонентного маскування, що включає зниження радіолокаційної, теплової та візуальної помітності, створення мережі хибних позицій, варіативність режимів роботи РЛС та заходи дезінформації. Важливу роль відіграє застосування аерозольних (димових) завіс як активного засобу протидії, спрямованого на порушення функціонування оптико-електронних каналів наведення БпЛА та забезпечення часу для здійснення передислокації радіолокаційних засобів на запасні позиції.

Не менш значущим є впровадження багаторівневого пасивного захисту із застосуванням радіопрозорих антидронових сіток, матеріалів з енергопоглинальними властивостями, інженерних споруд та протиуламкових екранів, що дозволяє знизити ефективність ураження радіолокаційних засобів. Поряд із цим формується ешелонована система активного захисту, яка поєднує засоби вогневого впливу та радіоелектронної боротьби, включаючи розвідку та придушення каналів управління і навігації БпЛА.

Таким чином, забезпечення живучості радіотехнічних підрозділів досягається шляхом створення адаптивної, багаторівневої, інтегрованої системи протидії, що об’єднує радіолокаційну розвідку, засоби радіоелектронної боротьби, вогневий вплив, інженерний захист та єдину систему управління, забезпечуючи стійке випередження противника у темпах прийняття та реалізації рішень.

Троцько О.О., канд. техн. наук, доцент
Драглюк Ю.Ю.
ВІТІ

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ І ВПРОВАДЖЕННЯ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Цифровізація медичного документообігу є одним із ключових напрямів реформування системи охорони здоров’я Збройних Сил України в умовах повномасштабної війни. Інформаційно-комунікаційна система «Медична інформаційна система Збройних Сил України» (ІКС МІС ЗСУ) покликана усунути системні вади паперового документообігу, підвищити ефективність лікувального процесу та забезпечити інтеграцію з Електронною системою охорони здоров’я. Офіційно введена в експлуатацію Наказом Міністра оборони України від 05.09.2024 № 602/нм система вже демонструє відчутні результати: близько 70% військових проходять військово-лікарську комісію з дистанційним записом до лікаря. Водночас практика впровадження виявила суттєві технічні та організаційні проблеми, які стримують повноцінне функціонування системи та потребують невідкладного вирішення.

Серед технічних проблем передусім слід виокремити недостатнє охоплення мережі військових медичних закладів. Попри те, що пілотне впровадження розпочалося ще у 2023 році в Національному військово-медичному клінічному центрі «Головний військовий клінічний госпіталь», значна частина закладів первинної та спеціалізованої медичної допомоги досі працює в змішаному або паперовому режимі. Це суперечить самій концепції єдиної медичної екосистеми і унеможливлює безперервний доступ до медичної історії пацієнта незалежно від місця його звернення. Технічною прогалиною залишається відсутність повноцінного лабораторного модуля та інших інтеграційних компонентів: дані лабораторних досліджень досі вносяться вручну або не вносяться взагалі, що підвищує ризики «людського фактора» та знижує діагностичну цінність системи. Окремою проблемою є забезпечення стабільного захищеного зв'язку для роботи МІС в умовах бойових дій, де інфраструктура зв'язку може бути пошкоджена або відсутня.

Не менш гострими є організаційні виклики. Ключовим з них є недостатня цифрова компетентність персоналу. Відсутність системної підготовки функціональних та локальних адміністраторів МІС у ВВНЗ призводить до того, що функції системного адміністрування покладаються на лікарів або на технічних фахівців без належної фахової підготовки. Це уповільнює розгортання системи, збільшує кількість помилок при введенні даних та підвищує ризики втрати або спотворення медичної інформації. Нарешті, нормативно-правове регулювання МІС залишається недосконалим: наказ Міноборони передбачає можливість ведення первинної медичної картки в паперовій формі «за відсутності технічної можливості», що фактично легалізує збереження двоколійної системи документообігу.

Таким чином, попри безперечний прогрес у цифровізації військової медицини повноцінне впровадження ІКС МІС ЗСУ стримується комплексом взаємопов'язаних технічних і організаційних проблем. Для їх подолання необхідно реалізувати такі заходи: по-перше, прискорити підключення усіх військових медичних закладів до системи та завершити розроблення лабораторного й інших інтеграційних модулів; по-друге, запровадити обов'язковий курс з адміністрування та роботи в МІС у навчальних програмах ВВНЗ та системі підвищення кваліфікації; по-третє, переглянути нормативну базу з метою встановлення чітких і обов'язкових строків переходу на виключно електронний документообіг. Усунення зазначених проблем є необхідною умовою перетворення МІС ЗСУ на повноцінну цифрову платформу управління здоров'ям особового складу, що безпосередньо впливатиме на боєздатність та стійкість ЗСУ.

Туленко І.М.
Індик С.В., канд.тех. наук, доцент
УкрДУЗТ

ФОРМУВАННЯ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ КОГНІТИВНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ЗАВАДОВОГО СЕРЕДОВИЩА

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність функціонування телекомунікаційних засобів набуває критичного значення для забезпечення стійкого управління військами, обміну розвідувальною інформацією та координації дій підрозділів. Зростання щільності використання радіочастотного спектра, обмеженість доступних ресурсів та інтенсивний вплив завад різної природи обумовлюють необхідність удосконалення сигнально-кодових конструкцій і методів організації множинного доступу. Особливої актуальності набуває проблема зменшення завад множинного доступу та підвищення пропускної здатності каналів зв'язку в когнітивних телекомунікаційних системах.

У дослідженні розглянуто підхід до формування ансамблів складних сигналів на основі використання часових і частотних перетворень псевдовипадкових послідовностей з удосконаленими взаємокореляційними властивостями. Запропоновано застосування перестановок часових інтервалів сигналів, перестановок частотних елементів, а також методів смугової фільтрації з подальшим перенесенням спектральних компонентів. Такий підхід дозволяє змінювати структуру сигналів без порушення їх енергетичних характеристик, забезпечуючи при цьому зниження рівня взаємної кореляції між сигналами ансамблю. Встановлено, що традиційні сигнальні конструкції не забезпечують необхідного рівня ортогональності в умовах випадкових часових зсувів, що призводить до суттєвого зростання завад множинного доступу та зниження ефективності систем зв'язку.

Результати експериментів довели, що застосування методів перестановки часових інтервалів на основі центрованого ряду дозволяє зменшити рівень максимальних викидів бічних пелюсток функції взаємної кореляції на 7–12%, що безпосередньо впливає на зниження внутрішньосистемних завад. Використання методів частотної фільтрації з перестановками забезпечує збільшення об'єму ансамблів складних сигналів на 16–26 % при збереженні допустимого рівня взаємної кореляції. Отримані результати підтверджують можливість формування великих ансамблів сигналів, що дозволяє збільшити кількість одночасно обслуговуваних абонентів та підвищити ефективність використання радіочастотного ресурсу.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розроблених методів у військових системах зв'язку, когнітивних радіомережах, системах управління безпілотними платформами та засобах радіоелектронної боротьби.

Запропоновані підходи дозволяють підвищити завадостійкість, адаптивність і пропускну здатність телекомунікаційних каналів в умовах динамічного та завадового середовища.

Подальший розвиток досліджень доцільно спрямувати на створення адаптивних алгоритмів керування параметрами сигналів у реальному часі з використанням інтелектуальних методів оптимізації, що забезпечить підвищення ефективності функціонування перспективних інформаційних та автоматизованих систем військового призначення.

Устенко І.І.
НДІ ВР

ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ МОВЛЕННЯ

Системи обробки мовлення є важливим компонентом сучасних інформаційних та автоматизованих систем, зокрема у задачах радіообміну та радіоперехоплень, де мовлення виступає основним джерелом оперативної інформації. Також це перспективний людино-машинний інтерфейс. Розвиток цих систем характеризується декількома базовими рівнями: перетворення сигналу в текст (STT/ASR), початковий аналіз та розуміння тексту (NLP/NLU) й наскрізна обробка інтелектуального аналізу (E2E).

1. STT / ASR (Speech-to-Text / Automatic Speech Recognition – автоматичне перетворення мовлення в текст і його розпізнавання).

Суть рівня: розпізнавання слів із радіосигналу, формування текстового представлення мовлення.

Функціональні можливості: перетворення аудіосигналу у текст, базове врахування контексту для підвищення точності, сегментація на фрази, відновлення пунктуації.

Обмеження: складнощі з акцентами та швидкою мовою, використання сленгізмів, жаргонізмів, абревіатур, доменно-специфічної термінології, змішування мов.

Підсумок: на даному етапі система не “розуміє” зміст, а лише відтворює текст на основі ймовірностей та робить базову обробку.

2. NLP / NLU (Natural Language Processing / Understanding — обробка та розуміння тексту).

Суть етапу: аналіз тексту для виділення ключової інформації та змісту повідомлення.

Функціональні можливості: відбір важливих повідомлень із великого потоку, виділення ключових слів, об’єктів і назв, визначення тематики повідомлення, встановлення зв’язків між об’єктами, інтерпретація змісту та намірів, первинний аналіз змісту переговорів.

Обмеження: залежність від якості вхідного тексту (помилки ASR), складність інтерпретації неповних або навмисно спотворених повідомлень, обмежена точність у випадку спеціалізованої або кодованої лексики.

Підсумок: це етап, на якому текст починають аналізувати як джерело даних, а не просто як набір граматично пов’язаних слів.

3. Інтелектуальні системи аналізу E2E (End-To-End — наскрізна обробка мовлення від сигналу до результату).

Суть етапу: перетворення мовлення в структуровану аналітичну інформацію, придатну для прийняття рішень.

Функціональні можливості: інтеграція транскрибації та аналізу в єдиному процесі, обробка великих потоків даних у реальному часі, виявлення подій, аномалій і закономірностей, формування узагальненої інформації для оператора.

Обмеження: необхідність значних обчислювальних ресурсів.

Підсумок: можливий аналіз великих потоків переговорів у реальному часі, виявлення значущих даних серед інформаційного шуму, формування аналітичних висновків для оператора.

Отже, еволюція систем обробки мовлення відображає перехід від транскрибації мовлення (STT/ASR), через аналіз тексту (NLP/NLU), до інтегрованих інтелектуальних систем (E2E). Ключовою тенденцією є зменшення ролі людини в первинній обробці даних та зростання ролі автоматизованих систем, здатних не лише фіксувати мовлення, але й виділяти з нього змістовну інформацію та комплексно її обробляти.

Фтемов Ю.О., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НУ «ЛП»

ГІБРИДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ У ТАКТИЧНОМУ УПРАВЛІННІ

Трансформація сучасних інфокомунікаційних середовищ зумовлює перехід до нового етапу розвитку автоматизованих систем, що характеризується експоненціальним зростанням обсягів даних та необхідністю їх опрацювання в реальному часі. У таких умовах критичного значення набуває здатність систем до оперативного та точного прийняття рішень, особливо в межах тактичного управління, де ціна помилки прогнозування є надзвичайно високою. Традиційний математичний апарат, представлений авторегресійними моделями та методами ковзного середнього, демонструє обмежену ефективність під час аналізу нестаціонарних

процесів із нелінійними залежностями та зсувами розподілу даних. Це зумовлює об’єктивну потребу в розробці гібридних інтелектуальних систем, які інтегрують обчислювальну потужність нейронних мереж із гнучкістю та надійністю ймовірнісних методів статистичного оцінювання.

Теоретичний фундамент таких систем базується на поєднанні принципів штучного інтелекту та байєсівського підходу. На відміну від класичних детерміністичних архітектур байєсівські нейронні мережі оперують не точковими значеннями вагових коефіцієнтів, а розподілами ймовірностей. Такий перехід від фіксованих параметрів до випадкових величин дозволяє системі не лише генерувати прогностичні оцінки, а й кількісно оцінювати рівень власної впевненості у результаті. Для тактичного управління можливість вимірювання невизначеності є критично важливою, оскільки вона слугує основою для оцінки ризиків та запобігає перенавчанню моделей на зашумлених або обмежених вибірках, що є типовим для динамічних середовищ.

Архітектурно запропоноване рішення реалізується як багаторівнева структура, де кожен етап спрямований на мінімізацію інформаційних втрат. Первинний рівень забезпечує нормалізацію вхідних часових рядів із використанням вейвлет-перетворень для декомпозиції сигналів на різні частотні складові. Центральна аналітична ланка представлена рекурентною архітектурою з механізмами довгої короткострокової пам'яті (LSTM), адаптованою під байєсівський вивід. Фінальний модуль, побудований на принципах варіаційних автокодувальників, здійснює генерацію сценаріїв розвитку подій із відповідними інтервалами довіри. Це забезпечує високу інтерпретованість результатів, необхідну для взаємодії системи з оператором-людиною в контурі підтримки прийняття рішень.

Процес прогнозування у тактичному контексті охоплює широкий спектр задач – від моніторингу логістичних потоків до передбачення динаміки складних систем в умовах протидії. Байєсівські моделі демонструють суттєву перевагу в таких сценаріях завдяки здатності до ітераційного оновлення знань при надходженні нових даних. Інтеграція цих технологій у реальні системи управління потребує вирішення низки інженерних викликів, пов'язаних із забезпеченням візуалізацією складних ймовірнісних даних. Представлений підхід пропонує трансформацію прогнозів у формат сценарного аналізу, що органічно вписується в методологію тактичного планування. Подальші перспективи пов'язані з розвитком федеративного навчання та активних методів поповнення баз знань, що дозволить створити адаптивну, стійку до зовнішніх впливів інтелектуальну платформу для автоматизації складних управлінських процесів.

Хардель Р.З., д-р філософії
Холін В.М.
Таран В.І.
Лячин С.В
НАСВ

ЦИФРОВА ЕКОСИСТЕМА ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ В УКРАЇНІ

Процес цифровізації військового обліку в Україні пройшов тривалий шлях трансформації, зумовлений як технологічним прогресом, так і нагальними потребами національної безпеки. Вихідною точкою системного впровадження автоматизованих засобів можна вважати 2000 рік, коли було розпочато експлуатацію інформаційно-аналітичної системи «Ствол». Якісний стрибок у розвитку екосистеми відбувся у 2017 році із законодавчим закріпленням та початком впровадження Єдиного державного реєстру

військовозобов'язаних. У процесі подальшої модернізації він трансформувався у Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів, відомий під шифром «Оберіг».

Розвиток екосистеми супроводжувався створенням людиноцентричних інструментів для різних категорій громадян. Важливим етапом стало впровадження мобільного застосунку «Резерв+», який став електронним кабінетом для призовників, військовозобов'язаних та резервістів. Паралельно з цим було реалізовано проєкт «Армія+» – електронний кабінет військовослужбовця. Ця платформа спрямована на цифровізацію внутрішніх процесів у військах, зокрема на переведення паперових рапортів в електронний формат, надання доступу до навчальних матеріалів та сервісів соціальної підтримки.

Стратегічний вектор розвитку передбачає консолідацію наявних цифрових рішень у єдиний контур. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №879, триває реалізація Державного вебпорталу електронних публічних послуг у сфері національної безпеки і оборони. Цей портал має на меті об’єднати функціональні можливості «Резерв+» та «Армія+», створивши уніфіковану точку доступу до всіх сервісів для чинних військовослужбовців та осіб, які перебувають на військовому обліку.

Завершальним елементом комплексної системи обліку має стати цифрова система «Імпульс», що впроваджується для автоматизації внутрішнього обліку особового складу безпосередньо у військових частинах. Функціонування системи «Імпульс» у синергії з реєстром «Оберіг» дозволить замкнути цикл управління людськими ресурсами: від моменту постановки громадянина на військовий облік до проходження ним служби та подальшого переведення в запас.

Отже, сучасна екосистема електронних реєстрів з обліку персоналу є високотехнологічним комплексом, що базується на принципах інтегрованості, безпеки та оперативності. Подальший розвиток у напрямі створення єдиного вебпорталу та поглиблення взаємодії між «Оберегом» та «Імпульсом» є визначальним фактором підвищення обороноздатності держави та модернізації системи військового управління за актуальним світовими стандартами.

У процесі підготовки доповіді для оптимізації технічних етапів цієї роботи було використано засіб штучного інтелекту Google NotebookLM (на базі моделі Gemini 3) – у якості інструменту концептуального аналізу для структурування масиву першоджерел (нормативно-правових актів, аналітичних та звітних документів) та як допоміжний засіб для лінгвістичної корекції тексту та перевірки правопису.

Холін В.М.
Хардель Р.З., д-р філософії
Таран В.І.
Лячин С.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ У СИСТЕМІ ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

В умовах повномасштабної збройної агресії та постійних безпекових викликів ефективність мобілізаційної підготовки держави безпосередньо залежить від точності та оперативності військового обліку. Традиційні паперові методи ведення обліку виявилися малоефективними в умовах динамічної зміни обстановки та масового переміщення населення. Саме тому, цифровізація та впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних систем стає не просто пріоритетом, а критичною необхідністю для забезпечення національної безпеки України.

Розвиток інформаційно-комунікаційних систем у системі військового обліку на сучасному етапі базується на кількох фундаментальних напрямках, а саме:

центральним елементом системи є Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів, шифр "Оберіг". Його розвиток передбачає повну автоматизацію збору даних шляхом взаємодії з іншими державними реєстрами (демографічним, податковим, реєстром актів цивільного стану тощо). Це дозволяє мінімізувати "людський фактор" та підтримувати актуальність бази даних у режимі реального часу без обов'язкового візиту громадянина до ТЦК та СП;

одним із найперспективніших напрямів є розширення функціоналу мобільного застосунку "Резерв+". Впровадження електронного військово-облікового документа з QR-кодом вже спростило процедуру перевірки даних. Наступними кроками є запровадження онлайн-рекрутингу, де користувач може самостійно обрати вакансію у ЗС України, можливість дистанційного оновлення даних особи та отримання відстрочок через інтерфейс, наприклад, автоматичне надання відстрочок для багатодітних сімей та студентів, що значно розвантажує адміністративну ланку.

Оскільки дані про людський мобілізаційний ресурс є стратегічною інформацією, розвиток інформаційно-комунікаційних систем неможливий без вдосконалення систем захисту. Використання хмарних технологій, зокрема за межами країни для забезпечення фізичної безпеки серверів та багаторівневого шифрування, є пріоритетним завданням для запобігання витоку даних.

Перспективи розвитку також полягають у впровадженні інструментів інтелектуального аналізу даних. Це дозволить прогнозувати мобілізаційний потенціал за конкретними військово-обліковими спеціальностями, автоматизувати процес добору кандидатів згідно з потребами ЗСУ та оптимізувати розподіл ресурсів між регіонами.

Трансформація системи військового обліку в Україні через впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних систем дозволяє перейти від застарілої бюрократичної моделі до прозорої, гнучкої та ефективної системи управління людськими ресурсами. Головними перспективами є подальша інтеграція державних баз даних, розширення функцій персонального електронного кабінету військовозобов'язаного та посилення кіберзахисту. Успішна цифровізація мобілізаційних ресурсів не лише підвищує обороноздатність країни, а й знижує корупційні ризики та соціальну напругу, роблячи процес взаємодії громадянина з державою зрозумілим і технологічним.

Худов Г.В., д-р техн. наук, професор
Ківшар О.А.
ХНУПС
Богуцький С.М., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НАСВ

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ DEEP STRIKE БПЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ ЕЛІТНИХ МУРАХ

Сучасні тенденції розвитку безпілотних авіаційних систем, зокрема далекобійних (Deep Strike БпЛА), обумовлюють необхідність підвищення ефективності їх застосування в умовах динамічного та невизначеного середовища. Одним із ключових факторів успішного виконання бойових завдань є оптимальне планування та прогнозування траєкторії польоту з

урахуванням численних обмежень, таких як заборонені зони, зміни метеорологічних умов, радіоелектронна протидія та інші фактори.

Аналіз існуючих підходів до прокладання траєкторій показує, що вони умовно поділяються на чотири групи: класичні алгоритми оптимізації (Dijkstra, A*), стохастичні методи (PRM, RRT), методи штучного інтелекту (DRL, нейронні мережі) та біоінспіровані алгоритми. Кожен із підходів має свої переваги та недоліки: класичні алгоритми забезпечують точність, але потребують значних обчислювальних ресурсів; стохастичні є гнучкими, але не гарантують оптимальності; методи штучного інтелекту є адаптивними, проте залежать від даних навчання; біоінспіровані алгоритми демонструють баланс між якістю рішення та обчислювальною складністю.

Авторами розглядається підхід до оптимізації траєкторії польоту Deep Strike БпЛА на основі модифікації мурашиного алгоритму, а саме: алгоритму елітних мурах. Повітряний простір формалізовано у вигляді орієнтованого зваженого графа, де вершини відповідають можливим координатам положення БпЛА, а ребра – допустимим переміщенням між ними. Для кожного ребра задаються вагові характеристики: довжина маршруту, енергетичні витрати, ризик (наявність небезпечних зон) та час проходження.

Оптимізаційна задача формулюється як мінімізація багатокритеріальної цільової функції, що враховує вказані параметри з відповідними ваговими коефіцієнтами. Такий підхід дозволяє комплексно враховувати як технічні, так і тактичні вимоги до польоту Deep Strike БпЛА, включаючи мінімізацію ймовірності виявлення та ураження.

Особливістю алгоритму елітних мурах є поділ агентів на звичайних та елітних. Елітні мурахи підсилюють найкращий знайдений маршрут шляхом додаткового оновлення феромонів, що сприяє швидшій збіжності алгоритму та зменшенню впливу локальних екстремумів. На відміну від класичного мурашиного алгоритму, де можливе передчасне "залипання" на субоптимальних рішеннях, модифікований підхід забезпечує більш ефективний глобальний пошук.

Результати експериментальних досліджень, проведених із використанням комп’ютерного моделювання, показали суттєву перевагу алгоритму елітних мурах над базовим варіантом. Зокрема, встановлено, що: підвищується швидкість збіжності до оптимального рішення; зменшується залежність результатів від початкових умов; досягається більш точне наближення до глобально оптимальної траєкторії; забезпечується стабільність результатів при різних запусках алгоритму.

Таким чином, застосування алгоритму елітних мурах є доцільним для задач оптимізації траєкторій польоту Deep Strike БпЛА в умовах багатокритеріальності та динамічних змін середовища. Отримані результати можуть бути використані при розробці систем автономної навігації та плануванні місій безпілотних авіаційних систем.

Перспективним напрямом подальших досліджень є оптимізація параметрів алгоритму (вагових коефіцієнтів, кількості елітних агентів, коефіцієнта випаровування феромонів) з метою підвищення точності, швидкодії та адаптивності методу в реальних умовах застосування.

Цмоць І.Г., д-р техн. наук, професор
Теслюк В.М., д-р техн. наук, професор
Опотяк Ю.В., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Бударецький Ю.І., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
НУ "ЛП"
Рабик В.Г., канд. техн. наук, доцент
ЛНУ ім. Івана Франка

АВТОНОМНЕ НЕЙРОНЕЧІТКЕ УПРАВЛІННЯ РУХОМ НАЗЕМНОЇ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ

Сучасний розвиток робототехніки зумовлює підвищені вимоги до автономності, адаптивності та надійності систем управління рухом наземних мобільних робототехнічних платформ. Особливої актуальності набуває забезпечення ефективного функціонування таких платформ у складних, динамічних та невизначених середовищах, що характеризуються зашумленістю сенсорної інформації та наявністю зовнішніх збурень. Традиційні методи управління, які базуються на точних математичних моделях, є малоефективними в умовах реальної експлуатації. Це обумовлює необхідність застосування інтелектуальних підходів, зокрема нечіткої логіки та штучних нейронних мереж. Нечітка логіка забезпечує можливість прийняття рішень за умов невизначеності, тоді як нейронні мережі надають системі здатність до навчання та адаптації.

У роботі запропоновано підхід до побудови системи нейронечіткого управління рухом наземної мобільної робототехнічної платформи, який поєднує переваги нечіткої логіки та нейронних мереж. Основою системи є модульна архітектура, що включає сенсорну підсистему, модулі оброблення даних, нейронечіткий контролер та виконавчі механізми. Такий підхід забезпечує можливість реалізації управління в режимі реального часу. Особливістю запропонованої системи є використання трикутних функцій належності, що дозволяє зменшити обчислювальну складність та підвищити швидкодію. База правил нечіткої логіки формує керуючі впливи на основі аналізу відстані до об'єктів та кута орієнтації, забезпечуючи плавність руху та ефективне уникнення перешкод.

Для підвищення ефективності дефазифікації застосовано нейроподібний підхід, що дозволяє здійснювати формування керуючих сигналів без ітераційних процедур. Це забезпечує зменшення обчислювальних витрат та можливість реалізації алгоритмів на вбудованих системах з обмеженими ресурсами, забезпечує підвищення точності управління рухом, зменшення кількості коригувальних маневрів та покращення адаптивності платформи до змін умов навколишнього середовища. Отримані результати підтверджують доцільність використання нейронечітких систем для автономного управління наземними робототехнічними платформами.

На основі розроблено підходу реалізовано малогабаритну та енергоефективну систему нейронечіткого управління рухом мобільних робототехнічних платформ, яка забезпечує автономну навігацію та адаптивне керування траєкторією у складних динамічних середовищах. Подальший розвиток систем нейронечіткого управління рухом мобільних робототехнічних платформ доцільно спрямувати на удосконалення алгоритмів адаптації параметрів із використанням методів машинного та підкріплювального навчання, розширення сенсорної підсистеми шляхом інтеграції засобів комп’ютерного зору та лідарів, оптимізацію апаратно-програмної реалізації на енергоефективних платформах, розроблення масштабованих модульних архітектур, а також підвищення стійкості систем до зовнішніх збурень і кіберфізичних впливів.

Чепков І.Б., д-р техн. наук, професор
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВНЕСКУ УКРАЇНСЬКИХ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ У БАГАТОШАРОВІЙ СИСТЕМІ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ КОАЛІЦІЙНИХ СИЛ

Сучасні повітряні загрози характеризуються масовим застосуванням безпілотних літальних апаратів та комбінованих ракетних ударів, що формують складні багатокомпонентні сценарії протиповітряної боротьби (ППО). Досвід протидії іранським ударним засобам у країнах Близького Сходу засвідчив формування багатошарових коаліційних систем ППО, у яких інтегруються національні засоби, союзницькі ресурси та спеціалізовані технологічні рішення. Особливе місце в цих процесах займає внесок українських військових фахівців, який, за даними відкритих джерел, включає як безпосередню участь у перехопленні повітряних цілей, так і функціональну підтримку систем управління, підготовку персоналу та інтеграцію рішень. Водночас складність коаліційної архітектури та обмеженість відкритої інформації зумовлюють необхідність формалізації такого внеску.

Аналіз наявних даних свідчить, що ефективність відбиття масованих повітряних ударів формується не окремими системами, а їх комплексною взаємодією у межах багатошарової архітектури. У такій системі українські фахівці виконують роль спеціалізованого функціонального шару, орієнтованого насамперед на протидію масовим дешевим загрозам типу Shahed, тоді як дорогі протиракетні комплекси союзників зосереджені на балістичних цілях. Зафіксовано розгортання понад 200 українських спеціалістів у кількох країнах регіону, їхню участь у бойових перехопленнях, а також активну роль у навчанні операторів, розробці тактичних підходів та впровадженні програмно-алгоритмічних рішень управління .

Ключовою особливістю такого внеску є його неоднорідність: він включає прямий бойовий компонент (оператори перехоплювачів), технологічний (програмне забезпечення, сенсорна інтеграція), організаційний (підготовка персоналу) та інтеграційний (включення у коаліційні контури управління). При цьому значна частина внеску має латентний характер і не піддається прямому спостереженню або кількісній оцінці у відкритих джерелах. Це зумовлює необхідність застосування підходів, що дозволяють оцінювати не лише факт участі, а й її ймовірнісний вплив на результат.

Запропонований підхід полягає у розгляді коаліційної системи ППО як стохастичної багатошарової структури, де кожен функціональний шар змінює ймовірність успішного перехоплення цілей. Український компонент у такій моделі інтерпретується як підсистема, що підвищує ефективність протидії масовим цілям, оптимізує використання ресурсів та зменшує навантаження на високовартісні засоби. Важливим є також врахування контрфактичних сценаріїв, які дозволяють оцінити, як змінюється результативність системи за відсутності українського внеску.

Таким чином, внесок українських військових фахівців у коаліційні системи ППО має системний характер і не обмежується окремими бойовими епізодами, а проявляється у підвищенні загальної ефективності багатошарової оборони. Основна функціональна роль українського компоненту полягає у формуванні спеціалізованого шару протидії масовим безпілотним загрозам із високим співвідношенням ефективність/вартість. Для адекватної

оцінки такого внеску доцільно застосовувати формалізовані стохастичні моделі, що враховують латентність даних, багатофакторність впливу та контрфактичні сценарії. Перспективним напрямом є розвиток методів інтегрованої оцінки ефективності коаліційних систем ППО з урахуванням ролі окремих функціональних шарів. Практична реалізація результатів дослідження може бути використана при плануванні розвитку систем ППО Сухопутних військ, зокрема для оптимізації структури багатошарової оборони та визначення пріоритетів у розвитку дешевих засобів перехоплення.

Чернозубкін І.О., канд. техн. наук, доцент
Потрап О.А.
Сергієнко А.О., канд. військ. наук
ЦНДІ ЗСУ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ (СИЛАМИ)

У сучасних умовах ведення військових операцій, бойових дій ефективність управління військами (силами) безпосередньо залежить від рівня розвитку автоматизованих систем управління (АСУ) військами (силами). Традиційні підходи, що ґрунтуються на оцінюванні технічних або експлуатаційних характеристик, не дозволяють комплексно визначити реальний внесок АСУ у спроможність органів військового управління (ОВУ) виконувати завдання щодо управління військами (силами) відповідно до ресурсного забезпечення та вимог стандартів. Актуальність дослідження зумовлена відсутністю єдиного науково-методичного апарату, який дозволяв би об’єктивно вимірювати внесок АСУ у спроможність системи управління військами (силами), бойовими засобами (зброєю) відповідних організаційних структур військового формування з урахуванням стандартів НАТО.

Запропонований методичний підхід передбачає, що спроможність АСУ – це здатність технічних засобів, програмного забезпечення, даних, процедур та персоналу АСУ забезпечувати виконання визначених функцій управління військами (силами) відповідно до вимог стандартів, визначених умов та ресурсного забезпечення і складається з чотирьох етапів: визначення необхідної спроможності АСУ; оцінювання наявної спроможності АСУ; визначення критичних спроможностей (Capability Gaps) АСУ; пріоритизація розвитку АСУ.

Необхідна спроможність визначається шляхом аналізу завдань ОВУ або військового формування, переліку функцій, які повинна забезпечувати АСУ для автоматизованого виконання завдань ОВУ або військового формування, операційних сценаріїв використання АСУ.

Оцінювання наявної спроможності АСУ здійснюється через аналіз базових складових (компонентів) за моделлю DOTMLPFI. Для кожної функції АСУ проводиться оцінка за шкалою 0–5, де 0 – функція відсутня, 5 – повністю реалізована або відповідає вимогам. У результаті оцінювання створюється Паспорт наявних спроможностей АСУ.

Критичні спроможності визначаються як різниця оцінок необхідної та наявної спроможності з виставленням оцінок 0–1 бал – некритично, 2–3 бали – суттєвий дефіцит, 4-5 балів – критично, та розробляється матриця критичності у вигляді таблиці з функціями АСУ, шкалами оцінювання, індексом критичності, впливом на виконання завдань.

Для визначення пріоритетних напрямів розвитку АСУ застосовуються методи вагового аналізу, оцінки ризиків. Факторами пріоритизації можуть бути: важливість функції для завдань управління, ступінь критичності спроможності, ризик невиконання бойових завдань,

складність реалізації заходів, час, вартість, необхідні ресурси тощо. У результаті формується План розвитку або підсилення спроможностей АСУ, що включає заходи, строки, ресурси, відповідальних, очікуваний рівень підвищення спроможності.

Таким чином, запропонований методичний підхід, через формалізацію поняття “спроможність АСУ”, дозволяє визначити логічні залежності між технічними, інформаційними, експлуатаційними показниками АСУ із операційними ефектами в умовах сучасних операцій (бойових дій), ресурсного забезпечення та відповідно до вимог стандартів.

Чорняк І.І.
Гелета С.М.
НАСВ

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БпЛА У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Важливість геодезії в сучасних бойових діях неможливо переоцінити, оскільки вона перетворилася з допоміжної дисципліни на фундаментальну основу, без якої немислиме застосування високоточної зброї та ефективне управління безпілотними системами. У контексті війни 2014 – 2026 років геодезичне забезпечення є ключовим чинником, що визначає успіх використання керованих боєприпасів, таких як ракети GMLRS або високоточні снаряди, які потребують сантиметрової точності координат у тривимірному просторі. Навіть незначна похибка у визначенні висоти цілі чи координат вогневої позиції призводить до критичних відхилень траєкторії, що робить використання дорогих засобів ураження неефективним.

Паралельно з цим безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) здійснили революцію, перетворившись на мобільні інструменти оперативної фотограмметрії. Сучасний дрон виконує функції літаючого тахеометра, здатного за один виліт зібрати масив даних для створення детальних ортофотопланів та тривимірних моделей місцевості. Це дозволяє командирам отримувати актуальну інформацію про рельєф, виявляти замасковані позиції ворога та аналізувати зони видимості в реальному часі. Геодезичні дані стають базою для побудови цифрових моделей рельєфу, які використовуються для розрахунку маршрутів прохідності важкої бронетехніки та визначення «сліпих зон» для ворожих радарів, що дозволяє приховано маневрувати підрозділами.

Особливої ваги геодезія набуває в умовах інтенсивної радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), де придушення сигналів GPS змушує війська повертатися до інерціальної навігації та орієнтування за орієнтирами на місцевості. Системи навігації за рельєфом дозволяють автономним комплексам продовжувати виконання завдання, порівнюючи візуальну картинку з бортовою геодезичною базою даних без зовнішнього зв’язку. Зрештою, геодезія забезпечує єдину мову спілкування між різними родами військ у межах інтегрованих систем управління, таких як Delta, де стандартизація координат у системі WGS-84 чи MGRS мінімізує ризик «дружнього вогню» та гарантує точність цілевказання від розвідника до артилериста. Таким чином, сучасна геодезія в синергії з БпЛА забезпечує володіння бойовим простором, перетворюючи розрізнені дані на точну цифрову копію поля бою, що дає стратегічну ініціативу та вогневу перевагу

Дослідження сучасних військових геодезичних та геоінформаційних технологій, а також досвід їх інтеграції з БпЛА, дозволяє зробити висновок, що характер ведення сучасної війни

зазнав фундаментальних трансформацій. На зміну кількісній перевазі у вогневій потужності прийшла технологічна перевага в управлінні даними.

Військова геодезія еволюціонувала від статичної підготовки топографічних карт до створення динамічного цифрового середовища. Сучасна артилерія, ракетні війська та системи ППО вже не можуть функціонувати ефективно без сантиметрової точності позиціонування та актуальних цифрових моделей рельєфу, які забезпечуються супутниковими угрупованнями та наземними комплексами RTK.

ГІС стали «центральною нервовою системою» армії. Інтегровані системи управління військами, такі як українська DELTA чи натівська JCGW, довели свою здатність скорочувати цикл ураження цілі у десятки разів. Це досягається завдяки об'єднанню розвідданих з усіх типів сенсорів у єдину ситуаційну картину, доступну командирам на всіх рівнях. Майбутнє ГІС-технологій нерозривно пов'язане з штучним інтелектом та предикативною аналітикою. Перехід до автоматичного розпізнавання цілей та навігації по рельєфу дозволяє військам зберігати боєздатність навіть в умовах радіоелектронної блокади та відсутності сигналів GNSS.

Технологічна синергія БпЛА та прив'язних систем БпЛА стали основними інструментами оперативної геодезії. Завдяки стійкості до засобів РЕБ та необмеженому часу перебування в повітрі ці системи забезпечують живучість підрозділів у найскладніших умовах конфлікту.

Підсумовуючи, слід зазначити, що український бойовий досвід 2014–2026 років став каталізатором для світового розвитку військових технологій. Україна продемонструвала, що поєднання гнучких IT-рішень, масового застосування БпЛА та класичної геодезичної підготовки створює асиметричну перевагу над чисельно більшим ворогом. Подальший розвиток галузі вимагатиме не лише вдосконалення апаратної частини, а й підготовки нового покоління офіцерів-аналітиків, здатних працювати у високотехнологічному геопросторовому середовищі.

Чорняк І.І.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доцент
Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Колесник В.О.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ЧИННИК СТРАТЕГІЧНОЇ ПЕРЕВАГИ

Сучасний етап розвитку у багатьох державах характеризується переходом від класичних методів ведення війни до мережецентричних операцій, де ключову роль відіграє не лише вогнева міць, а й швидкість та якість обробки інформації. В умовах російсько-Української війни 2022–2026 років інформаційні системи Збройних Сил України зазнали великих змін, пройшовши шлях від різних окремих цифрових платформ до об’єднаної системи з елементами штучного інтелекту (ШІ). Станом на березень 2026 року, після офіційного затвердження Концепції використання ШІ в Збройних Сил України, інформатизація процесів стала базовим елементом оборонної архітектури держави. Це дозволить швидше реагувати на загрози та приймати рішення виходячи з аналізу ШІ, де системи здатні не тільки збирати дані, але і прогнозувати сценарії та пропонувати варіанти рішень у короткі проміжки часу, недоступні для людини.

Центральною ланкою цифровизації системи управління бойовими діями стала система ситуаційної обізнаності DELTA, яку вдосконалили в платформу для управління боєм. Якщо на початкових етапах система виконувала роль цифрової карти для відображення позицій, то сьогодні вбудовані в неї елементи ШІ виконують роль збору та аналізу даних. Використання машинного інтелекту дозволяє системі в автоматичному режимі аналізувати тисячі відеопотоків, що надходять з різних джерел (безпілотних літальних апаратів, стаціонарних камер, засобів супутникової розвідки та ін.). Елементи ШІ здатні швидко знайти на місцевості замасковану бронетехніку, артилерійські позиції та засоби ППО противника, автоматично наносячи їх на цифрову карту з відповідним маркуванням типу та ймовірної приналежності до підрозділу.

Також в Збройних Силах України впроваджено систему Griselda та інші розвідувальні комплекси, які обробляють великі обсяги даних. В умовах збільшення інформації з різних джерел, коли дані надходять у великій кількості від різних джерел, особовому складу складно обробляти та аналізувати таку кількість інформації. Елементи ШІ у цих системах виконують ті задачі, які перераховані вище, за короткий час. Наприклад, ШІ виявляє приховане переміщення в логістиці противника, аналізує частоту переміщень паливозаправників чи накопичення боєприпасів, що дозволяє з високою точністю прогнозувати час та напрямок майбутніх дій ворога.

В сучасних бойових умовах з використанням засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), звичайне керування дроном через радіоканал стає важкою задачею. Інформаційні системи нового покоління з елементами ШІ, які інтегровані безпосередньо в бортові комп'ютери дрона, дозволяють автономно керувати БпЛА. Це дозволяє зберігати боєздатність навіть при повній втраті зв'язку з БпЛА. ШІ самостійно розпізнає обрану ціль та здійснює точне ураження. Крім того, на стадії активної розробки та впровадження перебуває рій дронів, де інформаційна мережа управляє діями групи автономних дронів. У такому рої ШІ розподіляє ролі, одні дрони виконують функцію ретрансляторів, інші – приманок для виявлення засобів ППО, а треті – безпосередніх ударних засобів, але всі вони діють, як єдине ціле.

Таким чином, у доповіді зазначається, що впровадження штучного інтелекту в інформаційні системи Збройних Сил України швидко змінює підходи до сучасного бою, перетворюючи різноманітні дані на пряму перевагу в швидкості та точності. На рівні підрозділу ШІ виступає критичним інструментом, що дозволяє командирам бригад, батальйонів чи рот приймати рішення за короткий час. Це дозволяє ефективно розподіляти вогневі ресурси та досягати результату не кількістю, а інтелектуальною перевагою.

Шандрівський А.Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ПАМ’ЯТТЮ ФОРМИ ЯК ЕЛЕКТРОДІВ У КОМІРКАХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ АДМІТАНСУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІДИН

Методи контролю експлуатаційних рідин військової техніки потребують компактних сенсорних рішень, здатних працювати у польових умовах. Традиційні лабораторні установки не забезпечують мобільності та оперативності, що обмежує їх застосування.

Метою роботи є дослідження можливостей використання матеріалів з пам’яттю форми (нікелід титану, NiTi) як електродів у комірках для вимірювання комплексного адмітансу малих об’ємів рідин. Особливістю NiTi є здатність до фазових переходів, що супроводжуються зміною електричного опору та поглинанням тепла. Це відкриває перспективу подвійного використання: як сенсорного елемента та як демпфера температурних коливань.

Запропоновано концепцію нової комірки, де NiTi дріт виступає одним із провідників, занурених у досліджувану рідину. Такий підхід дозволяє одночасно реєструвати адмітансні криві рідини та відстежувати фазові переходи матеріалу. Очікується, що це забезпечить додаткову стабілізацію температури та розширить інтерпретаційні можливості аналізу.

Перспективою є створення мінілабораторії, яка інтегрує NiTi електроди у систему термоциклювання та автоматизованого збору даних. Такий підхід дозволить не лише формувати базу адмітансних залежностей рідин, але й враховувати вплив матеріалів з пам’яттю форми як активних елементів комірки. Це відкриває новий напрям у розвитку інтелектуальних сенсорних технологій для військової техніки.

Шандрівський А.Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Гаврилюк Б.М.
в/ч А3369

АВТОМАТИЗОВАНА ESP32-СИСТЕМА ДЛЯ ТЕРМОЦИКЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ КОМПЛЕКСНОГО АДМІТАНСУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІДИН

У військовій техніці гідравлічні та гальмівні рідини постійно зазнають впливу температурних навантажень, тертя та домішок металів. Такі зміни можуть призвести до відмови систем у критичних умовах. Тому особливо важливим є оперативний контроль адмітансу рідин, який дозволяє своєчасно виявляти відхилення та попереджати небезпечні ситуації. Традиційні лабораторні методи залишаються громіздкими й малопридатними для польових умов, що зумовлює потребу у компактних автоматизованих рішеннях.

Метою роботи є створення компактної автоматизованої системи на базі мікроконтролера ESP32 для проведення термоциклювання та вимірювання комплексного адмітансу малих об’ємів рідин. Основним елементом конструкції є алюмінієва пластина товщиною 2,5–3 мм, яка виконує роль теплового буфера. Система включає елемент Пельтьє (TEC1-12706), нагрівальні елементи, сенсор адмітансу в стандартній комірці N-типу (1,5 мл), термопари для локального та цифрового контролю (ModBus + Python), аналізатор NanoVNA та пінопластовий бокс для теплоізоляції. Для стабілізації термоциклу інтегровано більш потужний вентилятор 5015 та мінісистему водяного охолодження DIY DC 12V.

Проведено тестові експерименти з рідиною-дезінфектором, а також із гальмівними та гідравлічними рідинами. Виконано калібрування термопар: узгоджено покази ModBus та точного термометра через Python-інтерфейс. Реалізовано керування температурою та запис кривих у реальному часі. Виявлено проблему забруднення сенсора при роботі з гальмівними та гідравлічними рідинами, що визначає окремий напрям оптимізації конструкції.

Розроблена ESP32-система підтвердила можливість проведення термоциклювання та реєстрації адмітансу рідин у реальному часі. Інтеграція більш потужного вентилятора та міні-системи водяного охолодження забезпечує стабільніший тепловий режим, а калібрування сенсорів підвищує точність вимірювань. Виявлена проблема забруднення сенсора при роботі з гальмівними та гідравлічними рідинами визначає новий напрям оптимізації конструкції. Перспективою є створення мережі мінілабораторій, які забезпечуватимуть оперативний контроль адмітансу та формуватимуть централізовану базу даних для військових застосувань.

Шармін В.В.
Бойчук Б.М.
НАСВ

LTE МЕРЕЖІ ЗС УКРАЇНИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСУ ЗАСОБІВ STARLINK

У сучасному збройному конфлікті ситуаційна обізнаність відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективного управління підрозділами та оперативному прийнятті рішень. Більшість систем ситуаційної обізнаності («Дельта», «Віраж-планшет», «Кропива», «Вежа» та інші) потребують високої швидкості передачі даних і значних обсягів трафіку. Традиційно основним засобом забезпечення цих потреб є супутниковий інтернет на базі терміналів Starlink. Водночас в умовах маневреної війни, коли традиційні проводові та вузлові схеми зв’язку втрачають гнучкість, актуальною стає потреба в автономних високошвидкісних мережах передачі даних на базі стандарту LTE. Такі мережі забезпечують високу швидкість, можливість обслуговування великої кількості абонентів та мобільність розгортання, що робить їх важливим резервним і альтернативним рішенням до ресурсів Starlink. Актуальність теми посилюється активним знищенням противником цивільної стільникової інфраструктури на глибину до 30 км у прикордонних районах, що вимагає створення автономних та стійких до впливу противника систем зв’язку.

У бойових умовах LTE-системи можуть бути оперативно розгорнуті за допомогою базових станцій, забезпечуючи якісний зв’язок для підрозділів переднього краю з радіусом покриття від 4 до 20 км. Аналіз практики провідних країн світу (Motorola, Amphenol Procom, Telia, JRC та інші) свідчить про активне впровадження тактичних LTE-рішень. Завдяки високій пропускній здатності та можливості роботи в мобільних умовах LTE-мережі стають оптимальним резервом Starlink, особливо в умовах динамічних бойових дій.

Впровадження LTE-мереж у підрозділах тактичної ланки здійснюється за двома основними сценаріями: (а) використання ресурсів цивільних операторів стільникового зв’язку з наданням користувачам ЗС України найвищого пріоритету доступу до частотного ресурсу або обмеження обслуговування цивільних абонентів у визначених зонах в інтересах Сил оборони; (б) розгортання власних LTE-мереж на базі обладнання провідних світових виробників, що включає повний цикл - від ядра мережі до абонентських пристроїв і SIM-карт. Станом на сьогодні LTE мережа налічує десятки базових станцій і формує зону покриття протяжністю сотні км – вздовж лінії розмежування.

Незважаючи на переваги, існують суттєві обмеження: необхідність забезпечення стабільного та якісного радіопокриття; розміщення базових станцій поблизу районів бойових дій (т.н. kill zone), що ускладнює маскування та підвищує вразливість; загроза радіоелектронного придушення в діапазоні частот роботи даного обладнання; можливість виявлення абонентів засобами радіоелектронної розвідки противника, що вимагає суворого дотримання заходів радіомаскування; забезпечення безперебійного електроживлення базових станцій.

Таким чином, LTE-мережі Збройних Сил України є критично важливим елементом забезпечення стійкого управління військами, підвищення рівня ситуаційної обізнаності та збереження безперервності командування в умовах сучасного бою. Попри наявні обмеження вони демонструють високий потенціал як автономна альтернатива супутниковим ресурсам Starlink, сприяючи підвищенню бойової стійкості підрозділів. Подальше вдосконалення власних LTE-систем є стратегічно необхідним напрямом розвитку зв'язку ЗСУ.

Шевченко Ю.А.
Хижняк І.А., д-р техн. наук, доцент
ХНУПС
Платонов М.О., канд. хім. наук, ст. дослід.
НАСВ

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ МАЛОПОМІТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ SDR-ПРИЙМАЧІВ

Системне застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) змінило обличчя сучасних збройних конфліктів. Аналіз бойового досвіду відсічі збройній агресії російської федерації проти України, а також конфлікту у регіоні Перської затоки змушує переглянути концептуальні підходи до побудови систем спостереження та протиповітряної оборони. Сьогодні бойові дії – це поєднання технологічних інновацій та стратегії виснаження. За таких умов критичного значення набуває розробка та впровадження інформаційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності виявлення та ідентифікації малопомітних повітряних об'єктів у складних завадових обставинах.

Основною проблемою при виявленні БпЛА є їхня низька помітність у всіх фізичних діапазонах спостереження.

Аналіз фізичних принципів, переваг та недоліків існуючих методів виявлення малопомітних повітряних об'єктів дозволяє визначити найбільш перспективні напрями розвитку систем моніторингу повітряного простору та захисту критичної інфраструктури, а саме:

- програмно-керована архітектура (SDR – Software Defined Radio) є однією з найбільш перспективних галузей сучасної радіолокації та відкриває шлях до побудови адаптивної інфраструктури виявлення та ідентифікації малопомітних повітряних об'єктів без активного випромінювання. Ця технологія дозволяє створювати багатопозиційні пасивні радіолокаційні станції (мережі) з гнучкою структурою розміщення датчиків необхідної конфігурації;
- метод виявлення просторового положення повітряних об'єктів, що базується на використанні різницево-далекомірного методу визначення координат (TDOA) малопомітних

повітряних об’єктів з одночасним використанням різниці часу прибуття сигналу до елементів мережі SDR-приймачів. Важливою складовою цього методу є розробка алгоритмів синхронізації приймачів, що забезпечують узгодженість вимірювань у системі;

- метод ідентифікації цілей, що реалізується через порівняння прийнятого сигналу з базою даних попередньо накопичених образів спектрограм, що включає синтез алгоритмів виявлення слабких сигналів на фоні шуму, вибір та реконструкція сигналу малопомітного повітряного об’єкта з бази еталонних сигналів із застосуванням методів спектрального аналізу, кореляційної обробки та адаптивної фільтрації.

Варто враховувати, що класи та типи виявлених таким методом БпЛА обмежені наявністю активних радіовипромінювань, а саме:

- сигналів командного та телеметричного каналів;
- цільового каналу потокового відео;
- каналу ручного управління;
- сигналів систем супутникової навігації.

Експериментальні дослідження підтвердили дієвість запропонованого підходу. Застосування мережі SDR-приймачів у поєднанні з алгоритмами аналізу радіовипромінювань від малопомітних повітряних об’єктів засвідчили, що система здатна достовірно виявляти та розпізнавати типи БпЛА, дозволяє автоматизувати процес виявлення та забезпечити високу ймовірність правильної ідентифікації в умовах щільної завадової обстановки.

Шинкаренко Х.Ю.
Несміян О.Ю., канд. техн. наук, доцент
ХНУПС

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ В АСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Динамічне зростання обсягів інформаційних потоків у сучасних автоматизованих системах управління спеціального призначення зумовлює необхідність комплексної модернізації їхньої апаратно-програмної складової для забезпечення належної ефективності обробки даних.

Ефективність автоматизації та успішність бойового застосування підрозділів безпосередньо залежать від якості функціонування інформаційних систем. Використання технологій віртуалізації як засобу оптимізації обчислювального середовища забезпечить необхідний рівень масштабованості та живучості систем. Це дозволить адаптувати наявні ресурси до актуальних потреб управління, що є критично важливим для забезпечення переваги в сучасному високотехнологічному протиборстві з країною-агресором.

Виходячи з зазначеного вище, запропоновано впровадження таких стратегічних рішень:

- оптимізація архітектури розподілу ресурсів на основі технологій віртуалізації та контейнеризації;
- впровадження хмарних та гібридних моделей обчислень;
- підвищення рівня відмовостійкості та живучості системи;
- централізація адміністрування та моніторингу;
- посилення контуру інформаційної безпеки.

Використання апаратної віртуалізації та контейнерних технологій забезпечить високу адаптивність системи до нерівномірних динамічних навантажень. Цей підхід дозволяє здійснювати перерозподіл обчислювальних потужностей у масштабі реального часу відповідно до поточної оперативної обстановки.

Застосування гібридної архітектури (поєднання локальної інфраструктури з хмарними сервісами) дозволить раціоналізувати витрати на апаратне забезпечення та підвищити пропускну здатність системи при обробці великих масивів даних.

Механізми віртуалізації створюють підґрунтя для реалізації стратегій автоматичного резервування та оперативного перенесення робочих процесів (міграції) на резервні вузли у разі виникнення деструктивних впливів або технічних збоїв.

Перехід до централізованого управління віртуалізованими середовищами дозволить оптимізувати операційні витрати на технічне обслуговування.

Застосування віртуалізації дасть змогу реалізувати принцип логічної ізоляції робочих середовищ, що суттєво знизить вектори потенційних атак та ймовірність несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації. Створення ізольованих сегментів забезпечить додатковий ешелон захисту даних, що є критично важливим під час інформаційного супроводження бойових дій.

Впровадження зазначених підходів сприятиме зміцненню системної надійності та ешелонуванню інформаційної безпеки, підвищенню продуктивності, забезпеченню відмовостійкості та раціоналізації витрат на утримання IT-інфраструктури, що становить критичну необхідність для функціонування сучасних автоматизованих систем управління спеціального призначення.

Hrubel M.H., Dr. Sc. (Eng.), Professor
Huzyk N.M., PhD, Associate Professor
Nahornyi M.S.
NAA, LVIV, UKRAINE

THE SAATY METHOD AS A TOOL FOR SELECTING THE ARCHITECTURE OF AN AUTOMATED TROOP COMMAND AND CONTROL SYSTEM

Modern combat operations are characterized by high dynamics, large volumes of information, and the need for rapid decision-making. Under such conditions, the effectiveness of troop command and control largely depends on the capabilities of automated command and control systems (ACCS), which ensure the collection, processing, transmission, and analysis of data in real time. One of the key issues in the development or modernization of ACCS is the selection of its architecture, as architectural decisions determine the system’s reliability, scalability, performance, level of redundancy, and resilience to external influences. For a well-founded selection, it is advisable to apply the Saaty Analytic Hierarchy Process, which allows consideration of a set of interrelated criteria and alternatives.

The Saaty method is a multi-criteria decision-making tool based on constructing a hierarchical structure of the problem and performing pairwise comparisons of its elements. In the context of selecting the architecture of an automated command and control system (ACCS), the objective is to determine the most appropriate system design option. Possible alternatives include centralized, decentralized, and hybrid architectures. Each of these has its own advantages, limitations, and areas of practical application, depending on the level of troop command and control.

At the first stage, a system of evaluation criteria is established. For military ACCS, the key criteria typically include information processing speed, cybersecurity resilience, survivability, scalability, implementation cost, ease of maintenance, and compatibility with existing communication systems. Subsequently, pairwise comparisons of the criteria are performed using the nine-point Saaty scale, which makes it possible to determine their relative weights and priorities.

At the next stage, alternatives are compared with respect to each criterion. For example, a centralized architecture may have advantages in terms of ease of administration and control; a decentralized architecture may be superior in survivability, autonomy, and resilience to the failure or destruction of individual nodes; while a hybrid architecture may offer a balanced set of characteristics and greater flexibility in application. After normalizing the comparison matrices, local and global priorities of the alternatives are determined.

An important advantage of the method is the ability to verify the consistency of expert judgments through the consistency index. This enhances the reliability of the obtained results and reduces subjectivity in the decision-making process. The practical application of the Saaty method makes it possible to formalize decision-making, reduce the time required to evaluate alternatives, and select an ACCS architecture that aligns with the conditions of modern warfare.

Thus, the Analytic Hierarchy Process is an effective tool for selecting the architecture of an automated troop command and control system under conditions of multi-criteria complexity and uncertainty. Its application ensures well-founded decisions and enables consideration of operational, technical, and economic factors. The method also provides a structured and transparent framework for evaluating alternatives, improving the consistency of expert assessments and supporting balanced outcomes. A promising direction is the integration of decision-support software based on the Saaty method into the planning of automated command and control systems for the Armed Forces of Ukraine, enhancing analytical capabilities and adaptability to modern warfare conditions.

Kharchenko I.V., PhD student
Lysechko V.P., Sc.D. Professor
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv

THE QOFDM-SP METHOD FOR CHANNEL-WISE BALANCING OF FREQUENCY POSITIONS IN AN ENSEMBLE OF QOFDM SIGNALS

The increasing load on the radio-frequency spectrum in modern wireless communication systems creates the need for methods that enable more efficient use of the available frequency resource. One such direction is the use of cognitive radio networks, in which secondary users may access free portions of the spectrum. At the same time, the simultaneous operation of multiple users within a common frequency band creates the risk of frequency coincidences between individual frequency plans, which requires additional methods for the structural ordering of subcarriers.

This paper considers a further development of the quasi-orthogonal frequency-division multiplexing method on subcarrier frequencies – QOFDM. The basic QOFDM method provides for the formation of an ensemble of frequency plans with different numbers of subcarriers within a common frequency band. The proposed QOFDM-SP approach does not change the basic frequency positions, subcarrier spacing values, or the admissibility condition of the QOFDM ensemble. Instead, it introduces an additional channel-block level of permutations within an already formed ensemble.

The essence of the method is the systematic reassignment of logical channels to subcarrier blocks in different frequency plans. In the basic QOFDM variant, logical channels with the same number in different plans occupy the same parts of the frequency band. This may lead to the concentration of frequency coincidences in the same logical channels. In QOFDM-SP, a separate block permutation is assigned to each frequency plan, which makes the frequency coverage of each logical channel more uniform within the common band.

To construct the permutation matrix, a deterministic strategy based on a combination of a Latin square and the complete set of permutations of the symmetric group is used. This approach makes it possible to avoid direct enumeration of all possible assignments, the number of which rapidly increases as the number of frequency plans and logical channels grows.

Simulation modeling was performed for an ensemble of 37 frequency plans in a 20 MHz band with four logical channels. For the basic QOFDM scheme, the maximum number of harmful co-channel coincidences was 19, whereas for the QOFDM-SP strategy this value decreased to 10, i.e., by 47.4%. The total number of such coincidences decreased from 936 to 223. In addition, the mean standard deviation of the channel-wise distribution of frequency positions decreased from 39.41 to 4.39, which corresponds to an improvement of 88.9%.

The obtained results show that QOFDM-SP can be used as a structural extension of the QOFDM method for a more uniform distribution of frequency positions among logical channels and for reducing the intra-channel concentration of coincidences. At the same time, the results should be interpreted as an assessment of a discrete structural model of frequency plans; the influence of the proposed approach on BER, SNR, and physical interference immunity requires separate signal-level modeling.

Makovskyi I.Yu.
KZMI

PRINCIPLES OF ADAPTING THE NATIONAL SYSTEM OF REGULATORY DOCUMENTS ON TECHNICAL INFORMATION PROTECTION TO A RISK-BASED INFORMATION SECURITY MANAGEMENT MODEL IN INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS

The rapid digitalization of Ukraine’s public sector (primarily the defense sector), accompanied by integration into the global information space, imposes new requirements on the resilience of information and communication systems (ICS). The traditional national model of Technical Information Protection (TIP), historically based on strict compliance with regulatory documents and the construction of Comprehensive Information Protection Systems (CIPS), currently faces a series of challenges. Chief among these are the high dynamism of cyber threats and the excessive bureaucratization of processes, which often fail to account for the specific nature of particular processes or the criticality of individual assets (both informational and structural).

The relevance of this topic is driven by the need to transform domestic legislation and the regulatory framework in the field of TIP through the implementation of a risk-based model. This approach involves a transition from formal compliance with regulatory requirements to adaptive security management, where protective measures are selected based on the identification, assessment, and treatment of actual risks. Aligning the national regulatory system with the ISO/IEC

27000 series and NIST methodologies will not only enhance the security level of ICS but also ensure the compatibility of national systems with European and global security standards.

Modern information security legislation is gradually shifting from a formal compliance model to a risk management model, consistent with international approaches established in ISO/IEC 27001 and NIST standards. Consequently, the system of regulatory documents on TIP must be transformed according to this logic.

The classical TIP model was focused on ICS infrastructure, security classes, and a list of mandatory measures. In contrast, the modern model must concentrate on information assets, their value, and the risks of compromising confidentiality, integrity, and availability. To achieve this, rigid lists of measures must be replaced with a catalog of standard controls, allowing ICS owners and operators to justify the selection of measures through risk assessment.

The development of TIP regulatory documents should involve aligning their structure with ISO 27001, ensuring that control measures correspond to international practices, and maintaining compatibility with NIST approaches and European requirements. In this sense, it is advisable to gradually transition from certifying a specific system to assessing the maturity of information security management processes. The priority should be proven risk manageability rather than formal documentation compliance. Further development of TIP regulations must account for the convergence of technical protection and cybersecurity, requirements for monitoring, response, and resilience, as well as business continuity of the ICS. Future regulatory documents should include methodologies for asset identification, describe risk assessment procedures, define information classification principles, and establish risk acceptance criteria. Thus, the regulatory framework must serve as a management tool rather than merely a control instrument.

In conclusion, the system of TIP regulatory documents must evolve from a technical-regulatory protection model to a national risk-based information security management system. Such a transformation will ensure adaptability to modern threats and compatibility with international practices.

Nahornyi M.S.
Huzyk N.M., PhD, Associate Professor
Sokulska N.B., PhD, Associate Professor
NAA, LVIV, UKRAINE

MULTI-CRITERIA ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE BASED ON THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

The current stage of development of the Armed Forces of Ukraine is characterized by the active implementation of digital technologies, the automation of management processes, and the increasing role of information systems in ensuring national defense capability. The effective functioning of the military largely depends on the speed of data exchange, the quality of analytical information processing, and the resilience of communication channels under combat conditions. Given the limitations of resources and the need to simultaneously develop multiple направления, the task arises to determine priorities for the modernization of information systems. To address this

challenge, it is advisable to apply the Analytic Hierarchy Process as a tool for multi-criteria evaluation of alternatives.

The Analytic Hierarchy Process enables structuring a complex problem into a multi-level model, where the top level represents the objective of the study, the intermediate level consists of evaluation criteria, and the lower level includes alternative development options. For the information systems of the Armed Forces of Ukraine, the objective is to identify the most перспективні напрямки for further improvement. Possible alternatives may include the development of secure communication systems, the creation of a unified digital command environment, the implementation of artificial intelligence in analytical processes, the automation of logistics, and the modernization of data processing centers.

At the stage of criteria formation, it is advisable to consider operational effectiveness, implementation cost, deployment speed, cybersecurity, compatibility with NATO systems, scalability, and resource availability. Subsequently, pairwise comparisons of the criteria are conducted using the Saaty scale, which allows determining their relative weights. For example, under wartime conditions, criteria such as operational efficiency and security may have higher priority compared to economic indicators.

Next, the alternatives are evaluated against each criterion. In particular, the development of secure communication systems enhances the resilience of troop command and control; the automation of logistics reduces the time required for resource supply; and the implementation of artificial intelligence improves situational forecasting and decision support. Based on the synthesis of local priorities, global rankings of the alternatives are determined, enabling the formation of a well-founded sequence for the implementation of development programs.

An important advantage of the method is the ability to verify the consistency of expert judgments, which enhances the reliability of the results and reduces the influence of subjective factors. The obtained results can be applied in strategic planning, the development of state defense programs, and the allocation of financial resources.

Thus, the application of the Analytic Hierarchy Process is appropriate for the multi-criteria assessment of the development prospects of information systems of the Armed Forces of Ukraine. This approach enables the identification of the most priority directions for modernization, enhances the effectiveness and justification of managerial decisions, and supports a structured comparison of alternative development scenarios. Moreover, its use contributes to the systematic and phased development of the digital infrastructure of the national security and defense sector, ensuring better coordination of resources and improved adaptability to the evolving challenges of modern warfare.

Okipniak D., PhD, Associate Professor
NAA
Okipniak A., PhD, Associate Professor
PDATU

THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN CADET TRAINING: ADAPTIVITY, SIMULATION AND DATA ANALYTICS

Today, the integration of digital technologies into the educational environment, combined with information and communication systems, is an integral part of a modern military higher education institution. The use of the abovementioned technologies enables cadets to transition from passive

consumers of information to active acquirers of professional skills, who can directly influence the learning process and form its central component. The key factors that have a positive impact on the effectiveness of educational activities within an educational institution are: rapid adaptability and personalisation of learning, the ability to simulate and anticipate situational tasks, and effective information management and operation. The key to quick adaptability and personalised learning lies in the fact that artificial intelligence-based systems enable the development of individual learning trajectories and help adapt training programmes to current needs and challenges. Artificial intelligence-based systems are quicker to identify the strengths and weaknesses of the educational environment, identify problems and suggest ways for academic and teaching staff to improve it.

The ability to model and simulate situational tasks is reflected in the fact that the use of simulation and augmented reality software during cadet training enables instructors to create an environment as close as possible to a combat environment, and to simulate the most likely and realistic scenarios that trainees may potentially encounter during their future professional career. The systems described above allow cadets to be fully immersed in realistic environments and develop practical decision-making skills in situations that closely simulate combat conditions; they also encourage the development of critical thinking and help future officers to respond quickly in high-threat and high-stress situations. At the same time, cadets are under the constant supervision of teaching and instructional staff, which makes it possible to monitor the educational process and provide constructive feedback at the end of each lesson. Regarding the improvement of the quality of educational activities using artificial intelligence to organise effective work and data management, there are two key areas worth noting.

The first area of focus is the partial or full automation of administrative processes, which involves reducing the routine work involved in preparing teaching and learning materials, improving the content of educational programmes, systematising the monitoring and assessment of the educational process, and modernising the academic integrity strategy. The second area involves the rapid and impartial collection and analysis of a large volume of educational data, which is necessary to identify shortcomings and develop effective solutions for optimising and improving the educational environment, as well as adjusting the training strategy for cadets at higher military educational institutions. The integration of digital technologies and artificial intelligence-based systems is a key factor in enhancing the effectiveness of the educational process at higher military educational institutions. Their implementation ensures that cadets transition to actively acquiring professional competencies, facilitates personalised learning, fosters the development of critical thinking, and helps build decision-making skills in complex situations. The use of simulation and augmented reality brings training as close as possible to the realities of combat operations, while process automation and data analytics optimise the management of the educational environment and enhance the quality of training for future officers.

Panimatka V.
Lysechko V., Doctor of Technical Sciences, Professor
KhNAFU

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR FORMING COMPLEX SIGNAL ENSEMBLES BASED ON AN ADAPTIVE STRUCTURAL CONSISTENCY CRITERION

In cognitive telecommunication systems, the formation of complex signal ensembles occurs under dynamically varying radio channel conditions, which leads to reduced stability of their energy and spectral characteristics as well as their cross-correlation properties.

Existing methods for forming complex signal ensembles based on time or frequency permutations do not account for the interdependence between time and frequency signal parameters, resulting in a loss of structural consistency of the ensemble.

The method for forming complex signal ensembles based on combined time and frequency permutations has been improved by introducing an adaptive structural consistency criterion that accounts for the relationship between time segmentation and frequency allocation parameters.

The proposed improvement ensures the stability of the energy and spectral characteristics of the ensemble under varying radio channel conditions and increases the efficiency of complex signal ensemble formation in cognitive telecommunication systems.

Parashchuk L.Ya., PhD., Associate Professor
NAA

CLOUD TECHNOLOGIES IN AUTOMATION OF DECISION-MAKING PROCESSES IN THE MILITARY SPHERE

In the current conditions of martial law and the rapid development of digital technologies, the speed of decision-making in the military sphere is of particular importance. Effective management of military units, logistics, resources and information flows requires the use of modern information systems capable of providing quick access to current data, their analysis and forecasting possible scenarios of events. One of the most promising areas of development of such systems is the implementation of cloud technologies.

Cloud technologies are a model for providing computing resources via a network that allows the use of servers, databases, software and analytical platforms without the need to deploy a powerful local infrastructure. This is especially important for the military sphere, as it provides mobility, scalability and rapid deployment of information systems in various conditions.

The main models of cloud services are IaaS (infrastructure as a service), PaaS (platform as a service) and SaaS (software as a service). In military practice, they can be used to organize secure command centers, operational monitoring systems, automated planning of combat missions, as well as to coordinate interaction between units.

The use of cloud technologies in military decision-making processes allows to significantly increase the speed of information processing and the quality of management. For example, commanders can receive data from unmanned aerial vehicles, satellite surveillance systems, intelligence sources and logistics platforms in real time. This allows them to quickly assess the situation, predict risks and make informed decisions on the movement of forces, the supply of resources or changes in tactical actions.

A special role is played by the integration of cloud technologies with artificial intelligence, machine learning and big data analytics (Big Data) systems. Such systems can automatically analyze large amounts of information, identify patterns, predict threats and generate recommendations for command staff. This significantly reduces the burden on personnel and shortens the response time in critical situations.

The practical application of cloud solutions also covers military logistics, medical support, inventory management, weapons maintenance and coordination of evacuation measures. Automated

systems allow you to track the movement of resources, monitor the condition of equipment and ensure effective planning of logistical support.

Among the main advantages of cloud technologies are high speed of information exchange, availability of data from different locations, backup, scalability and the ability to quickly restore systems in case of damage to local infrastructure. In military conditions, this is critical for the continuity of management.

Along with the advantages, there are also significant risks. The most important of them are cyber threats, the possibility of unauthorized access to confidential information, attacks on server infrastructure and dependence on stable communication channels. That is why military applications require the use of secure public or private clouds with a high level of encryption, redundancy and a multi-level cyber protection system.

Thus, cloud technologies are becoming an important tool for automating decision-making processes in the military sphere. Their implementation contributes to increasing the efficiency of management, the effectiveness of combat planning, the security of information resources and the overall defense capability of the state. In modern conditions of digital warfare, it is the development of such technologies that determines the prospects for building an effective new generation military control system.

Parashchuk L.Ya., PhD., Associate Professor
NAA

TRANSFORMATION OF MILITARY MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON NATO STANDARDS AND MODERN TECHNOLOGIES

The system of management of the armed forces is one of the most relevant directions in the conditions of modern threats of military conflicts. The continuous analysis of events taking place in "hot" spots, as well as the cause-and-effect relationship of "frozen" conflicts, prompts the analysis of the actions taken and the search for promising ways of development of the management system. Taking into account the experience gained in repelling the large-scale armed aggression of the Russian Federation against Ukraine, a number of problems faced by the defense forces in the conditions of existing threats have been identified. Among them, it is worth highlighting:

• insufficient level of equipping the defense forces with the latest weapons and military (special) equipment, inconsistency of the capabilities of the domestic defense-industrial complex with their needs;

• insufficient operational (combat, special) capabilities of the defense forces to effectively respond to current and projected threats.

Providing the army with modern weapons and military equipment is the result of diplomatic meetings of defense ministers of Western partner countries in the Rammstein format. At the same meetings, negotiations are held on training on the territories of NATO member countries, which will enable the effective and correct exploitation of the provided samples of samples of weapons and military equipment.

Concerning the efficient response to threats, we can say that "the centralization of information gathering is a somewhat old-fashioned process". It is imperative that commands and operational staffs have more freedom of action and decision-making power on the ground. An adaptable and

stable system should be created to manage the actions of joint groups of troops (forces), allowing commanders to make independent decisions within the plan of the higher command, through the use of automated systems for managing troops, forces, intelligence/waffen-damage equipment(s) and resources as well as medical and other forms of support. Ukraine is pursuing unification with NATO member countries to achieve a perspective model of the Armed Forces and other defense forces by developing their capabilities in accordance with strategic objectives.

One of the most effective strategies for ensuring constant situational awareness and achieving a unified understanding of the entire range of threats is conducting special operations at any level - strategic, operational or tactical. Ensuring the effective conduct of special operations requires access to the latest technologies. For example, artificial intelligence can be used to automate the process of collecting and analyzing threat information. This will greatly facilitate the process of gathering information and allow you to get results faster. Improving the quality and speed of information processing using software and hardware complexes of various types and wireless communication support systems.

Summarizing the above, we can conclude that increasing the efficiency of military administration is carried out through a set of measures that include not only compliance with the priorities of the implementation of the defense strategy and vision, but also logistical support of partner states.

Rieznikova O., PhD in Computer Engineering
Pohasii M.
Lernatovych A.
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

ESSAY OF AN INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT SYSTEM FOR THE TRAINING OF ENGINEERING AND TESTING PERSONNEL FOR WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

The war in Ukraine demonstrates that the speed at which new or upgraded weapons and military equipment are introduced directly affects the combat readiness of the Armed Forces of Ukraine. A key element of this process is the quality of testing of weapons and military equipment, which directly depends on the level of training of the engineering and testing personnel – the specialists who directly conduct the tests and analyze the test results in order to provide substantiated conclusions regarding the compliance of weapons and military equipment with the Customer’s requirements.

To ensure the high-quality training of engineering and testing personnel, it is necessary to establish a scientifically sound system, with an information and analytical support system serving as a tool for the training of such personnel.

The information and analytical system supporting the training of engineering and testing personnel should be designed as a web-based platform with a centralized database, which will ensure the assignment of access rights to different categories of users, for example, the head of the engineering and testing personnel training course, the immediate supervisor of the test engineer, instructors, and the test engineers themselves.

The information and analytical system for supporting the training of engineering and testing personnel should consist of four key functional subsystems.

Digital profile of the engineering and testing personnel – an electronic record for each test engineer, which chronologically tracks all results of training courses for engineering and testing personnel of weapons and military equipment, certification, competency assessments, and data on participation in weapons and military equipment testing.

The admission and certification subsystem is designed to automate the evaluation process for test engineers. Using weighting factors, the system automatically calculates an overall score, compares it to the threshold level, and generates a well-founded recommendation regarding admission to training or referral for professional development.

The educational content subsystem includes not only theoretical materials (regulatory documents, sample reports) but also a library of interactive practical exercises based on tests of weapons and military equipment. A test engineer can practice data analysis skills or the preparation of test reports and protocols for weapons and military equipment.

The personalized learning path subsystem provides feedback by adjusting the test engineer's individual training plan, modifying training modules, and assigning additional assessment tasks. In this way, the test engineer's training becomes a continuous process aimed at addressing any knowledge gaps.

It appears that the introduction of an information and analytical support system for the training of engineering and testing personnel will ensure a transparent career path for test engineers, lead to a reduction in training time, improve the quality of training for qualified engineering and testing personnel, and, as a result, enhance the quality of testing for weapons and military equipment.

Rieznikova O., PhD in Computer Engineering
Storozhenko O.
Chebakova O.
Chemerys V.
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

A QUALIMETRIC MODEL FOR ASSESSING THE COMPETENCIES OF A TEST ENGINEER

The current training system for engineering and testing personnel involved in testing weapons and military equipment – who are capable of conducting tests quickly and accurately to meet the needs of Ukraine's defense forces – must be automated in accordance with modern requirements.

In this regard, it is essential to develop and integrate an automated information and analytical support system for training testing engineers, incorporating a qualimetric model for assessing the competencies of each testing engineer. The use of a qualimetric model for assessing the competencies of test engineers facilitates the transition from expert-oriented assessment methods, which lack objectivity, to a formalized quantitative analysis of each specialist's level of training.

This paper presents a qualimetric model based on the decomposition of the overall competence of a test engineer. The model's input data consists of general technical, information-analytical, practical, safety, socio-organizational, and industry-specific competencies. Each component is represented by a set of partial indicators, which are assessed using a unified scale corresponding to

the test engineer's career path. The integrated competency indicator is determined as the weighted average of the specialist's individual competencies, enabling a quantitative comparison of training levels and analysis of their dynamics.

A distinctive feature of the proposed model is the use of dynamic weighting coefficients, whose values vary depending on the stage of a specialist's training and career progression. Thus, the model is adaptive and reflects the structure of a test engineer's professional competence.

Since the information and analytical system for training engineering and testing personnel provides for the automated collection of data on training results – including the results of entrance exams, the completion of practical tasks, and participation in tests – it becomes possible to calculate a comprehensive competency score, which is compared with threshold values that define the acceptable level of training. Thus, the integration of the qualimetric model into the information and analytical system for training engineering and testing personnel enables its use as a computational core for implementing functions of assessment, monitoring, and management of the learning process.

The practical significance of the proposed approach lies in the creation of a methodological and programmatic framework for developing an information and analytical support system for the training of engineering and testing personnel. Such a system will reduce the time required to train specialists and improve the quality and effectiveness of training. Furthermore, the introduction of a qualimetric model allows for the standardization of assessment procedures, ensures their transparency, and creates a unified information environment for managing the training process of engineering and testing personnel.

Steiskal A.B., PhD (Engineering), Senior Researcher
DIRI

KEY PROVISIONS OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO BUILDING AN ELECTROMAGNETIC WARFARE SYSTEM FOR ASYMMETRIC RESPONSE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE TO MILITARY SECURITY THREATS

The experience of modern armed conflicts, particularly the russian-Ukrainian war, demonstrates the growing role of systems operating in the electromagnetic spectrum (EMS), including communications, intelligence, command and control, and weapon systems. The critical dependence of modern armaments on electronic components determines the feasibility of influencing them as one of the most effective ways to achieve superiority over an adversary. Under these conditions, the development of an Electromagnetic Warfare (EMW) system is considered a promising direction for ensuring national security and implementing asymmetric approaches.

The relevance of the study is driven by the need to neutralize the enemy's numerical and resource superiority by targeting critical elements of its command and control, communications, intelligence, and navigation systems. The asymmetric approach involves disrupting the functioning of these systems, which makes it possible to reduce the effectiveness of enemy combat operations even under conditions of limited own resources.

In the report, the author substantiates key provisions of a methodological approach to building an EMW system for the Armed Forces of Ukraine as a tool for asymmetric response to military security threats. The proposed approach is based on the synergistic integration of capabilities of

electronic intelligence (ELINT), electronic warfare (EW), spectrum management, and cyber operations within a unified operational environment.

Analysis of the approaches to modernizing the armed forces of leading countries indicates a transition toward the concepts of network-centric warfare and multi-domain operations based on real-time data exchange and communications within the EMS. The EMS is becoming a key domain of competition for modern armed forces.

The proposed methodological approach consists in forming an EMS management system as an integrated set of interrelated subsystems operating within a shared information and intelligence space.

The methodological approach will be implemented through the development of a Concept, key development directions (including the creation of means to disrupt enemy command and control systems, enhancement of force protection, development of intelligence capabilities, and improvement of personnel training), as well as a scientific and methodological framework.

The key principles of building the EMW system include adaptability to changes in the operational environment; integration with other types of intelligence and warfare; synergy of component interaction; and hierarchical command and control at strategic, operational, and tactical levels. The implementation of these principles ensures effective functioning of the system in a multi-domain operational environment.

Thus, the proposed methodological approach provides a scientific basis for the development of an integrated EMW system capable of operating effectively under modern conditions and ensuring asymmetric counteraction by targeting critical vulnerabilities of the adversary.

СЕКЦІЯ 4
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Авілов А.І.
Грічанюк О.М., канд. техн. наук
Капашин М.С.
Артюнов С.В.
ХНУПС

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ У КОНТЕКСТІ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ В БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

Системний аналіз у контексті протидії засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ) для безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є методологічною основою для вирішення багатофакторної проблеми забезпечення живучості БпЛА в умовах інтенсивного радіоелектронного впливу. Сучасний етап розвитку засобів РЕБ, що базуються на технологіях штучного інтелекту та програмно-визначених систем, вимагає переходу від окремих технічних рішень до створення цілісних, адаптивних і багаторівневих систем захисту. Такий підхід дозволяє розглядати БпЛА не як ізольований об’єкт, а як елемент складної системи “засіб ураження – канал зв’язку – середовище – засіб РЕБ”.

Системний аналіз передбачає декомпозицію проблеми на три ключові взаємопов’язані підсистеми: сенсори/навігація, канали зв’язку та платформа/автономія. Головна мета – забезпечити виконання місії в умовах, коли електромагнітний спектр є ворожим. Це досягається через балансування пасивних методів (прихованість, стійкість) та активних методів (швидка адаптація, контрзаходи).

Системний аналіз загроз показує, що сучасні БпЛА стикаються з наступними типами радіоелектронних атак:

1. Заглушення (Jamming): цілеспрямоване придушення сигналів GPS або каналів зв’язку потужними перешкодами, що розриває зв’язок з оператором.

2. Спуфінг (Spoofing): підміна супутникових сигналів для введення БпЛА в оману щодо його реального місцезнаходження або часу.

3. Перехоплення та кібератаки: використання вразливостей протоколів зв’язку для отримання контролю над БпЛА або витоку даних.

Розвиток технологій програмно-визначених систем (SDR) та антен з активною фазованою решіткою (AESA) дозволяє системам РЕБ миттєво змінювати частоти іпотужність, створюючи динамічні та важкопрогнозовані загрози.

Для протидії цим загрозам системний аналіз пропонує комплексне поєднання наступних методів: комбіноване управління, навігація в умовах відсутності GPS, стійкі канали зв’язку, використання алгоритмів машинного навчання.

Проведений системний аналіз показує, що забезпечення живучості безпілотних літальних апаратів в умовах сучасної радіоелектронної боротьби неможливе через окремі технічні рішення. Вирішення проблеми потребує цілісної, багаторівневої архітектури, яка системно поєднує фізичні, інформаційні та інтелектуальні підсистеми.

Таким чином, системний аналіз доводить: захист від РЕБ має бути не набором захисних пристроїв, а адаптивною, інтегрованою та самонавчальною функцією архітектури безпілотного комплексу від етапу проєктування до виконання бойового завдання.

Андреєва Л.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ В УКРАЇНІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЇХ У СУЧАСНОМУ ВОЄННОМУ КОНФЛІКТІ

Сучасний воєнний конфлікт демонструє стрімке зростання ролі безекіпажних систем у всіх сферах бойових дій. Якщо на початкових етапах найбільша увага приділялася повітряним дронам, то нині дедалі більшого значення набувають наземні безпілотні платформи. Вони дозволяють виконувати ризиковані завдання без прямої участі військовослужбовців, що знижує втрати особового складу та підвищує стійкість підрозділів.

Під наземними безпілотними платформами слід розуміти дистанційно керовані або частково автономні мобільні комплекси, здатні пересуватися місцевістю та виконувати логістичні, розвідувальні, бойові, інженерні чи евакуаційні функції. Їх розвиток став одним із перспективних напрямів модернізації війська.

Наукова актуальність теми зумовлена тим, що сучасний бойовий досвід використання наземних роботизованих платформ сформувався переважно під час війни між Україною та росією. Саме тому аналіз українського досвіду має важливе практичне та наукове значення для подальшого розвитку військової робототехніки.

Одним із ключових напрямів використання наземних безпілотних платформ є логістика. Доставка боєприпасів, продовольства, води та засобів зв’язку на передові позиції часто відбувається під обстрілами або під загрозою ударів FPV-дронів. Використання роботизованої платформи дозволяє мінімізувати ризики для військовослужбовців.

В Україні уже створено низку сучасних наземних систем власного виробництва. Одним із відомих зразків є Ratel S – багатоцільова платформа для логістики та евакуації. Вона здатна перевозити вантажі, працювати на складній місцевості та використовуватися для забезпечення передових підрозділів.

Іншим прикладом є Sirko-S1, який застосовується для доставки вантажів і може оснащуватися додатковими модулями спостереження. Платформа має компактні розміри, що полегшує використання у міській забудові та лісистій місцевості.

ТАНЧИК – ще одна безпілотна платформа, розроблена для безпечної доставки вантажів у прифронтових умовах. Основні переваги: висока прохідність завдяки гусеничному шасі, цифрові й аналогові канали зв'язку, інтеграція зі Starlink.

Другим важливим напрямом є медична евакуація. У сучасних умовах навіть коротке переміщення до пораненого може становити смертельну небезпеку для евакуаційної групи. Використання роботизованих платформ, таких як системи типу Volya-E, Вепр, NUMO (ex Termit). KOZAK дає можливість доставити ноші, забрати пораненого та повернути його в безпечний район. У сучасному конфлікті це має надзвичайно важливе значення, оскільки евакуаційні маршрути часто перебувають під вогневим контролем противника.

Окремий напрям становлять бойові платформи. Наприклад, український комплекс Liut створений для вогневої підтримки підрозділів та спостереження. Такі системи можуть оснащуватися кулеметним озброєнням, тепловізійними прицілами та засобами дистанційного управління.

Для інженерних завдань використовують роботизовані комплекси типу Zmiy, призначені для дистанційного обстеження місцевості, пошуку вибухонебезпечних предметів та розмінування маршрутів.

Статистичні показники свідчать про активний розвиток галузі, а саме у 2024 році до експлуатації було допущено понад кілька десятків нових моделей наземних роботизованих систем українського виробництва. У 2025 році темпи масштабування виробництва зросли, а окремі комплекси почали надходити серійно до бойових підрозділів.

У перспективі розвиток наземних безпілотних комплексів в Україні може відбуватися за кількома напрямами:

1. Автономна навігація – рух за маршрутом без постійного керування оператором.
2. Інтеграція штучного інтелекту – автоматичне виявлення перешкод, цілей та оптимального маршруту.
3. Ройове застосування – одночасна робота кількох роботів у межах однієї місії.
4. Озброєні платформи – встановлення кулеметів, гранатометів, систем РЕБ.
5. Логістичні комплекси великої вантажопідйомності – доставка вантажів на десятки кілометрів.

Наприклад, група з п’яти наземних платформ може одночасно доставляти боєприпаси різним підрозділам, тоді як окрема бойова система прикриває маршрут засобами вогневої підтримки.

Наукова цінність дослідження полягає у тому, що вперше систематизовано практичний досвід застосування українських наземних безпілотних систем в умовах інтенсивного сучасного конфлікту. Це дозволяє визначити закономірності їх ефективності залежно від типу місцевості, завдань та рівня вогневого впливу противника.

Перспективи розвитку наземних безпілотних платформ в Україні пов’язані з упровадженням штучного інтелекту, автономної навігації, машинного зору та взаємодії з повітряними дронами. У майбутньому роботизовані комплекси зможуть самостійно обирати маршрут, обходити перешкоди, виявляти противника та діяти у складі єдиної цифрової мережі управління.

Водночас залишаються проблеми розвитку: обмежений запас ходу, складність роботи на бездоріжжі, вплив радіоелектронної боротьби, потреба у захищених каналах зв’язку та високі вимоги до технічного обслуговування. Розв’язання цих питань стане предметом подальших досліджень.

Отже, наземні безпілотні комплекси українського виробництва вже стали важливою складовою сучасного поля бою. Їх подальший розвиток сприятиме збереженню особового складу, підвищенню мобільності військ і створенню технологічної переваги. У перспективі саме роботизовані наземні комплекси можуть стати стандартним елементом бойових дій XXI століття.

Атамась Р.О.
М’ячиков В.С.
Береза П.В.
НАСВ

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Російсько-Українська війна стала потужним каталізатором розвитку наземних роботизованих комплексів, продемонструвала їхню практичну ефективність та окреслила ключові технологічні напрями вдосконалення. Досвід бойового застосування засвідчив, що безпілотні наземні комплекси переходять від експериментальних зразків до повноцінних бойових одиниць підрозділів, виконуючи завдання розвідки, логістики, евакуації поранених, інженерного забезпечення та вогневої підтримки.

Одним із ключових напрямів розвитку є підвищення рівня автономності наземних роботизованих комплексів. У реальних умовах активного радіоелектронного протиборства дистанційне керування зазвичай ускладнене або неможливе, що стимулює розвиток систем автономної навігації, комп’ютерного зору та алгоритмів прийняття рішень на базі штучного інтелекту. При цьому важливим компромісом залишається баланс між автономністю та контролем з боку оператора.

Також вагомим напрямом розвитку наземних дронів є стійкість до засобів радіоелектронної боротьби. Практичний досвід показав необхідність впровадження захищених каналів зв’язку, використання багатоканальних систем управління (по радіоканалах, із використанням оптоволоконних засобів та супутникового зв’язку), а також резервних режимів роботи у разі втрати сигналу. Особливу увагу необхідно приділити зниженню радіопомітності комплексів та впровадженню автономних сценаріїв повернення або завершення місії.

Крім того, важливим напрямом розвитку наземних роботизованих комплексів є забезпечення модульності та універсальності платформ. Сучасні безпілотні наземні комплекси розробляються за принципом відкритої архітектури, що дозволяє швидко адаптувати їх під різні задачі шляхом заміни корисного навантаження: від сенсорних модулів до бойових систем. Це значно скорочує час впровадження інновацій та знижує вартість експлуатації.

Наступним фактором розвитку є масовість і економічна ефективність. Війна показала перевагу відносно дешевих серійних рішень над дорогими високотехнологічними системами у контексті ведення «війни на виснаження». Це стимулює розвиток концепції «витратних» роботизованих платформ, які можуть використовуватись у великій кількості без критичних втрат для бюджету.

Крім вищезазначених факторів розвитку залишається важливою інтеграція наземних роботизованих комплексів у єдині інформаційно-комунікативні системи. Наземні роботи дедалі частіше працюють у взаємодії з безпілотними літальними апаратами, артилерією та системами управління боєм, забезпечуючи обмін даними в режимі реального часу.

Окремо слід відзначити розвиток енергетичних систем і мобільності. Підвищуються вимоги до прохідності, автономності роботи та енергоефективності, що стимулює

використання гібридних силових установок, нових типів акумуляторів і оптимізацію конструкцій.

Таким чином, майбутнє наземних роботизованих комплексів – за модульністю на основі відкритої архітектури, яка забезпечує швидку адаптацію до засобів радіоелектронної боротьби, масовість виробництва та максимальне збереження життя особового складу через автоматизацію бойових завдань.

Афанасьєв В.В., канд. техн. наук, доцент
Пужай-Череда С.К.
Коробецький О.В.
ХНУПС

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД УДАРНИХ РАЗОВИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

З початку широкомасштабного вторгнення російської федерації на територію України спостерігається тенденція підвищення бойових можливостей ударних разових безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника, що потребує застосування комплексного захисту озброєння та військової техніки (ОВТ). Цей напрям входить до пріоритетних завдань, які потребують пошуку та впровадження інноваційних рішень. Умовою виконання такого завдання є наявність високого рівня науково-промислового потенціалу, що забезпечує практичне впровадження нових комплексних рішень. Основним джерелом отримання високотехнологічної продукції оборонного та подвійного призначення є західні країни – партнери. Відповідно проведення аналізу світового досвіду щодо комплексного захисту ОВТ від БпЛА противника дозволить обґрунтувати перспективні напрями наукових досліджень і варіанти ефективних рішень в умовах розвитку тактики та засобів повітряного нападу противника.

В основу методологічного підходу щодо проведення аналізу покладено зворотну задачу оцінки ефективності застосування ударних разових БпЛА. Змістом такого підходу є декомпозиція моделі застосування ударних БпЛА для визначення окремих показників оцінки ефективності, які в подальшому необхідно знизити за рахунок комплексної системи захисту. До основних показників ефективності застосування ударних БпЛА відносять: імовірність виявлення об’єктів ОВТ; імовірність їх ураження з заданим рівнем, який визначає час припинення функціонування зразків ОВТ; імовірність подолання протидії ППО, що прикривають зразки ОВТ; імовірність виконання завдання в умовах складної радіоелектронної обстановки, застосування засобів радіоелектронної боротьби.

Комплексна протидія базується на врахуванні властивостей різних систем, способів захисту об’єктів ОВТ. Відповідно до результатів аналізу окремих показників ефективності ударних БпЛА визначено напрями розвитку систем захисту ОВТ. До таких напрямів належать: розробка технологій та засобів зниження ймовірності виявлення зразків ОВТ; створення систем раннього виявлення, розпізнавання, класифікації засобів повітряного нападу і систем протидії на основі систем ППО наземного та повітряного базування;

розвиток систем радіочастотного моніторингу і засобів радіоелектронної боротьби для порушення каналів навігації та керування. Окрему увагу в перспективних дослідженнях щодо захисту ОВТ приділено системам самозахисту, які реалізуються на основі принципів мережецентричності, багатоешелонованості, гетерогенності. До таких напрямів відносять розвиток систем штучного інтелекту для автоматичного виявлення та ідентифікації засобів повітряного нападу і системи інтелектуального управління вогнем засобів ППО та зі зміною топології їх просторового розташування.

Враховуючи кардинальну зміну характеру сучасних бойових дій використання концепції захисту ОВТ забезпечить живучість техніки та особового складу.

Баган В.Р.
Міщенко М-О.О.
НАСВ
Закревський А.А.
ТОВ “НЬЮФОЛК НКЦ”
Сенаторов В.М., канд. техн. наук, доцент
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

РЕБ І ТАНКОВИЙ ЗАХИСТ ФОРМУЮТЬ НОВЕ ПОКОЛІННЯ МАЛОПОМІТНИХ FPV-ДРОНІВ

Коли ми оцінюємо сучасні FPV-дрони з точки зору коефіцієнта корисної дії, інженерне око бачить певну диспропорцію. Ми витрачаємо дорогоцінну енергію, ресурси та логістику, щоб підняти в повітря кілограми зайвої ваги. Пластик корпусу, карбон рами, алюміній двигунів, літій батарей – все це лише засоби для доставки невеликого обсягу вибухової речовини до цілі. У момент удару до 80% маси дрона стає сміттям, яке не завдає ворогу шкоди. В сучасних дронах коефіцієнт корисного навантаження рідко перевищує 30%. Тобто, щоб перемогти у війні ресурсів, потрібен асиметричний, революційний підхід: потрібно, щоб сам дрон став вибухівкою. Для цього каніфоль є як основа для конструктивного матеріалу, вибухового заряду та друку електронних плат; скипидар є як джерело водню для паливної комірки та запалювальної речовини – основа перспективи створення FPV-дронів нового покоління.

Ми звикли до дронів – квадрокоптерів. Але 4 мотори – це 4 точки ймовірної відмови і величезна витрата енергії. Природа обрала інший шлях – рух насіння клена при падінні – це монокоптер, що має одне крило і противагу, а при падінні входить у режим авторотації. У перспективному дроні ми теж використовуємо активну авторотацію: мініатюрний двигун на кінці крила створює тягу, яка розкручує всю конструкцію. Крило працює як одна велика лопать гелікоптера, створюючи підйомну силу всією своєю поверхнею. При керуванні таким дроном використовується циклічна зміна обертів двигуна. Перевага перспективного дрона – монокоптер, енергетично ефективніший на 25 – 30% за квадрокоптер аналогічної ваги, тому що він не бореться з власним корпусом – весь корпус працює на підйомну силу. Інша ключова ідея – відмова від некорисних конструкційних матеріалів. У перспективному дроні немає звичайного пластику. Його корпус виготовлений із структурних енергетичних матеріалів. Це клас речовин, які мають достатню для польоту механічну міцність (як

алюміній чи полімер), але при ініціації здатні вивільняти значну кількість хімічної енергії (вибухати або горіти). Пропонується друкувати дрони з композиту на основі модифікованої каніфолі, насиченої окислювачем та наноцелюлозою для збільшення жорсткості крила. Корпус, виконаний методом 3D-друку з твердого палива, жорсткий, легкий і спроможний горіти. Двигун – мініатюрний електричний рушій на кінці крила, що дозволяє не падати, а набирати висоту, зависати та маневрувати. Паливо – Liquid Organic Hydrogen Carriers на основі терпенів – скипидару. Це рідина, що видобувається з сосни, має порівняно з бензином густину енергії та живить паливний елемент або двигун. Як результат – корисне навантаження дрона сягає до 90% його маси, і сам дрон являє собою суцільну бойову частину.

Принцип монокоптера; каніфоль у якості основи для конструктивного матеріалу, вибухового заряду та для друку електронних плат; скипидар як джерело водню для паливної комірки та запалювальної речовини – основа перспективи створення FPV-дронів нового покоління. Для радарів такий дрон невидимий – радіохвилі проходять крізь органіку. Для ворожого РЕБ це просто «листок», що летить за вітром. Дрон може прилетіти в заданий квадрат і в сплячому режимі тижнями чекати ціль на гілці дерева. Щойно датчики зреагують на вібрацію ворожої техніки – дрон активується і атакує.

Баландін М.В., д-р філософії
Білокопитов Б.В.
Горбач М.П.
НАСВ

ДОСЯГНЕННЯ ТА УТРИМАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВАГИ У ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Технологічна перевага у застосуванні безпілотних систем стала одним із визначальних факторів сучасних воєнних конфліктів. В умовах швидкого розвитку технологій саме дрони перетворилися з допоміжного засобу на ключовий елемент ведення бойових дій.

Основою технологічної переваги є здатність до швидких інновацій і постійного вдосконалення технологічних рішень. Безпілотні системи розвиваються надзвичайно динамічно, тому перевагу отримує той, хто здатен оперативно впроваджувати нові технології та адаптувати їх до реальних умов бойового застосування. Важливу роль відіграє тісна взаємодія між виробниками безпілотних систем та їх безпосередніми користувачами, що дозволяє скоротити цикл від розробки прототипу до практичного використання бойової одиниці. Безперервне тестування і модернізація забезпечують відповідність зразків безпілотних систем викликам сучасного поля бою.

Також важливою складовою технологічної переваги є інтеграція безпілотних комплексів у єдину інформаційну систему. Сучасні дрони ефективні не самі по собі, а як частина комплексної мережі, що включає системи зв’язку, обробки даних і ситуаційної обізнаності. Використання елементів штучного інтелекту для аналізу інформації та розпізнавання цілей значно підвищує ефективність бойового застосування. Обмін даними в реальному часі між підрозділами дозволяє швидше реагувати на зміни обстановки та координувати дії.

Суттєвим фактором утримання переваги є масштабованість виробництва. Навіть найсучасніші технології не матимуть значного впливу без можливості їх масового застосування. У цьому контексті критичним є розвиток власного виробництва, використання доступних компонентів і зниження вартості безпілотників. Це дає змогу забезпечити Збройні Сили України необхідною кількістю безпілотних систем та швидко компенсувати втрати.

Окремим критичним питанням досягнення технологічної переваги є протидія засобам радіоелектронної боротьби. У сучасних умовах противник активно використовує засоби приглушення та перехоплення сигналів, що створює серйозні виклики для роботи безпілотних систем. Тому розробка захищених каналів зв'язку, впровадження автономних режимів навігації та підвищення стійкості до перешкод є необхідними умовами збереження ефективності дронів.

Крім технічних аспектів, важливу роль відіграє адаптація до сучасних змін форм і способів застосування безпілотних систем, а також фахова підготовка персоналу. Ефективність застосування дронів значною мірою залежить від рівня підготовки операторів і здатності підрозділів швидко змінювати підходи до їх використання. Нові тактики, зокрема застосування роїв дронів дозволяють максимально реалізувати потенціал технологій.

Таким чином, технологічна перевага у сфері безпілотних систем є результатом не окремих досягнень, а системної роботи на всіх рівнях. Вона ґрунтується на здатності до швидких інновацій, інтеграції технологій, масштабного виробництва та гнучкої системи тактичного застосування. Утримання цієї переваги потребує постійного розвитку і готовності до швидких змін, що в сучасних умовах є ключовим фактором ведення успішних бойових дій.

Баландін М.В., д-р філософії
Білокопитов Б.В.
Горбач М.П.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Безпілотні авіаційні системи за останні роки перетворилися на один із найважливіших інструментів підвищення бойових спроможностей військ. Їх застосування забезпечує ведення повітряної розвідки, спостереження, коригування вогню, ураження цілей, ретрансляцію сигналу, доставку малогабаритних вантажів, ведення радіоелектронної розвідки та здійснення заходів радіоелектронної боротьби. Також безпілотні авіаційні комплекси є важливим засобом підвищення ситуативної обізнаності командирів всіх рівнів та інформаційного забезпечення органів військового управління. У сучасних умовах саме авіаційні безпілотні системи дозволяють скоротити час від виявлення цілі до її ураження, підвищити точність вогневого ураження та знизити ризики для особового складу.

Однією з основних тенденцій розвитку авіаційних безпілотних систем є підвищення їх автономності. У перспективі такі системи мають не лише виконувати політ за заданим маршрутом, а й адаптуватися до змін обстановки, автоматично обходити перешкоди, визначати безпечні маршрути, розпізнавати об'єкти та забезпечувати стійке виконання завдання в умовах динамічного впливу противника. Важливу роль у цьому процесі відіграє

впровадження елементів штучного інтелекту, комп'ютерного зору та автоматизованої обробки даних. Це дає змогу зменшити навантаження на оператора, скоротити час на прийняття рішення та підвищити ефективність бойового застосування.

Іншим важливим напрямом розвитку є забезпечення стійкості авіаційних безпілотних систем до дії засобів радіоелектронної боротьби. Практика сучасних бойових дій показує, що ефективність безпілотних комплексів значною мірою залежить від захищеності каналів управління, навігації та передачі інформації. Тому перспективний розвиток авіаційних систем пов'язується з використанням альтернативних засобів навігації, резервуванням каналів зв'язку, переходом до гнучких архітектур управління, а також підвищенням живучості бортових електронних систем. Умовою збереження ефективності безпілотних систем стає також здатність діяти в умовах часткової втрати зв'язку або при обмеженій участі оператора.

Суттєвим чинником розвитку авіаційних безпілотних систем є модульність і стандартизація. Сучасні вимоги до ефективності бойового застосування зумовлюють необхідність створення платформ, які можуть швидко адаптуватися до різних типів завдань шляхом зміни корисного навантаження. Це дає можливість на єдиній базі вирішувати завдання розвідки, спостереження, ураження, ретрансляції або радіоелектронного моніторингу. Водночас стандартизація окремих вузлів, акумуляторів, засобів зв'язку, програмного забезпечення та елементів наземного сегмента спрощує підготовку персоналу, технічне обслуговування і логістичне забезпечення.

Таким чином, перспективи розвитку авіаційних безпілотних систем полягають у поєднанні автономності, стійкості до протидії, модульності, стандартизації та інтегрованості в загальну систему бойового управління. У майбутньому саме ці напрями визначатимуть якість і результативність застосування авіаційних безпілотних систем, а їх подальше вдосконалення стане однією з головних умов зростання бойових спроможностей частин і підрозділів.

Башнянин О.В.
Тимощук Ю.О.
НАДПСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Сучасні збройні конфлікти, зокрема повномасштабна агресія російської федерації проти України, переконливо засвідчили, що безпілотні авіаційні системи (БАС) стали одним із ключових елементів ведення сучасних бойових дій. Широке застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для розвідки, ураження цілей, коригування вогню та моніторингу поля бою підтвердило їх високу ефективність і необхідність подальшого розвитку цього напряму.

Одним із провідних напрямів є розвиток групового застосування БпЛА, що передбачає координоване використання рою безпілотників для виконання спільних завдань. Такий підхід дозволяє суттєво підвищити ефективність розвідувально-ударних операцій за рахунок розподілу функцій між окремими апаратами, підвищення живучості системи в цілому та насичення засобів ППО противника. Аналіз досвіду застосування безпілотних авіаційних

комплексів у сучасних локальних конфліктах свідчить про те, що групове використання БпЛА здатне радикально змінити характер збройного протистояння.

Не менш важливим є розвиток систем автономного управління та штучного інтелекту для безпілотних платформ. Інтеграція алгоритмів машинного навчання дозволяє підвищити точність ідентифікації цілей, скоротити час реакції та зменшити залежність від операторів в умовах завад і РЕБ противника. У цьому контексті активно розвиваються технології мультиспектральних сенсорів, засобів технічного зору та алгоритмів планування маршруту. Сільськогосподарські та промислові роботизовані платформи, розроблені в цивільному секторі, також поступово адаптуються для потреб оборони, демонструючи широкий спектр можливостей безпілотних систем.

Окремої уваги заслуговує використання БпЛА для моніторингу стану злітно-посадкових смуг та аеродромної інфраструктури. Застосування безпілотників в авіації дозволяє оперативно виявляти пошкодження покриття, контролювати стан засобів забезпечення польотів та підвищувати безпеку авіаційної діяльності. Такий досвід має пряме прикладне значення для потреб військової авіації, зокрема для забезпечення функціонування польових аеродромів в умовах бойових дій.

Важливим аспектом перспективного розвитку є також вдосконалення системи управління доступом до наземних робототехнічних комплексів та безпілотних систем. Використання біометричних технологій і захищених протоколів ідентифікації дозволяє унеможливити несанкціоноване захоплення або перехоплення управління БпЛА, що є критично важливим в умовах кібернетичного протистояння.

Таким чином, перспективи розвитку безпілотних систем охоплюють комплекс взаємопов'язаних напрямів: удосконалення окремих платформ, розвиток групових методів застосування, інтеграцію штучного інтелекту, підвищення захищеності від кіберзагроз та розширення сфер використання в інтересах оборони.

Березняк А.М.
Кушніренко О.В.
Коханівський Р.Р.
ДНДІ ВС ОВТ

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ

Стрімкий розвиток безпілотних авіаційних систем (БпАС) та розширення сфер їх застосування зумовлюють необхідність оцінювання та забезпечення належного рівня їх надійності на всіх етапах життєвого циклу. Надійність є одним із ключових показників якості авіаційної техніки, оскільки визначає здатність системи виконувати задані функції в установлених умовах експлуатації протягом визначеного часу. Для пілотованих літальних апаратів в Україні та за міжнародною практикою сформовано систему нормативних документів, зокрема державних стандартів, методик і керівних матеріалів, які регламентують порядок оцінювання, підтвердження та контролю показників надійності під час створення, випробувань і експлуатації авіаційної техніки.

Водночас у сфері БпАС аналогічна нормативна база наразі не сформована в повному обсязі. Існуючі документи переважно регулюють питання льотної придатності, безпеки польотів, класифікації або застосування БпАС, однак не забезпечують комплексного підходу до оцінювання надійності як складної технічної системи. Недостатньо врегульованими залишаються питання визначення номенклатури показників надійності, критеріїв безвідмовності, ремонтопридатності, довговічності, збережуваності, а також процедур підтвердження цих показників під час випробувань.

Відсутність повноцінного нормативного забезпечення створює суттєві труднощі під час проведення випробувань та експлуатації БпАС. Це ускладнює об'єктивне порівняння різних зразків техніки, визначення рівня їх готовності до застосування, прогнозування ресурсу та формування обґрунтованих вимог до технічного обслуговування. У процесі експлуатації така ситуація може призводити до неоднорідності підходів щодо оцінювання технічного стану, планування ремонтів і прийняття рішень про продовження строків служби.

Вирішення зазначеної проблеми можливе шляхом розроблення та впровадження системи спеціалізованих нормативних документів з оцінювання надійності БпАС. Такі документи мають бути адаптовані до особливостей БпАС, які виникають залежно від типу безпілотних платформ (розвідувальні, ударного одноразового та багаторазового застосування, логістичні тощо). Доцільним є врахування національного досвіду нормування надійності авіаційної техніки, а також сучасних міжнародних стандартів і практик. Розроблення відповідної нормативної бази уповноваженими органами сприятиме підвищенню достовірності оцінювання надійності БпАС, ефективності їх випробувань та безпечності експлуатації.

Бисов А.С., канд. біол. наук
Сап'яненко М.О.
Огородник І.В., канд. хім. наук
Онищук О.Р.
А4983

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ У МІСЦЯХ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ВІД КОМАХ У ВЕСНЯНО-ОСІННІЙ ПЕРІОД ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА

Весняно-осінній період у природних умовах території України характеризується наявністю в навколишньому середовищі значної кількості комах, що можуть становити загрозу для виконання завдань Силами оборони України. Різні типи комах можуть розповсюджувати смертельно небезпечні хвороби, забезпечувати циркуляцію збудників хвороб, що може призвести до епідемій природних, характерних для цієї місцевості хвороб, так і розповсюдження противником штучно виділених та модифікованих збудників, а саме біологічної зброї. Основну небезпеку складають різні види кліщів (спричинюють вірусний менінгіт, енцефаліт, хворобу Лайма (бореліоз), комарів (малярію, геморагічні гарячки Крим-Конго, Ласса, Рифт-Валі, Мачупо, Хунін, гарячка Марбург, енцефаломієліти та енцефаліти тощо), бліх (бубонну чуму, тиф, туляремію, сальмонельоз та гельмінтози), гнусу (сибірку, геморагічні гарячки Крим-Конго, Ласа, Рифт-Валі, Мачупо, Хунін, гарячки Марбург та Паппатачі та ін.). Для попередження вищезазначених загроз доцільне виконання дезінсекції як складової комплексної профілактики виникнення епідемій та поширення зоонозних/антропонозних інфекцій.

Точне дозування та внесення інсектицидів при проведенні дезінсекції точковим методом визначених об’єктів та територій зручно виконувати за допомогою спеціалізованих БпЛА. Обприскувачі, що змонтовані на базі БпЛА, мають високу ефективність при застосуванні для обробки невеликих площ, важкодоступних для наземних засобів та особового складу. Ці ділянки слугують місцем розмноження комах, серед яких болота, заболочені місцевості, невеликі водойми, затінені території, кущі, чагарники, лісопосадки тощо, так і антропогенні об’єкти: місця розташування особового складу, склади, концентраційні табори та мобільні медичні об’єкти.

Для дотримання встановлених показників якості роботи розприскувальне обладнання БпЛА повинно виконувати розпилення висококонцентрованої робочої рідини малими об’ємами. Об’єм внесеного на гектар розчину у БпЛА нижчий, ніж у традиційних наземних обприскувачів, що, з одного боку, накладає технологічні обмеження, пов’язані з концентрацією діючої речовини, а з іншого – є їхньою перевагою, забезпечуючи зниження витрат води. Сучасні спеціалізовані БпЛА розраховані на внесення від 5,0 до 120,0 л/га робочого розчину. Продуктивність одного пристрою може сягати 12 гектарів на годину, проте цей показник залежить від об’єму внесеного робочого розчину, оскільки саме він визначає швидкість прольоту.

Важливо враховувати, що внесення інсектицидів із БпЛА мультикоптерного типу виконується з невеликої висоти – зазвичай від 3 до 10 метрів над верхівками рослин або поверхні, що обробляється, при цьому швидкість руху може становити від 6 до 10 м/с (21,6 – 36 км/год). Ширина смуги, що обробляється, залежить від висоти польоту БпЛА над поверхнею та складає від 3 до 10 метрів за один прохід. Чим вище летить БпЛА, тим ширшою є смуга поверхні, що обробляється. Проте зі збільшенням висоти виникає низка негативних явищ, які суттєво погіршують ефективність обробки та дії препаратів, що застосовуються: зростання ризику зносу препарату вітром в сторону від маршруту розпилення, висихання (випаровування розчинника) із розпиленого аерозолю, внаслідок чого препарат доноситься до об’єктів у сухому стані та, як наслідок, не забезпечує необхідної повноти інсектицидної дії.

Бідник І.І.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ В ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬКАХ

Сучасний характер міждержавних збройних конфліктів та бойових дій визначається повсякденним впровадженням сучасних інноваційних технологій, серед яких провідне місце займають безпілотні системи (БПС), які стали невід’ємною складовою тактики сухопутних військ. У змістовному контексті діяльності інженерних військ застосування БПС набуває особливої ваи та актуальності, оскільки дозволяє суттєво підвищити ефективність виконання завдань при одночасному зниженні ризику для військовослужбовців. Прикладом цього слугує дедалі частіше застосування дронів для доставки і дистанційного встановлення мін різного типу у тилу ворога. При цьому дрони можуть застосовуватися як для точкового адресного встановлення інженерних боєприпасів (для блокування вузьких проходів, входів у бліндажі чи технічні споруди), так і для створення мінних полів (для ускладнення пересування техніки й живої сили противника по певних ділянках місцевості). Досвід

російсько-Української війни свідчить про потребу швидкого і планомірного розвитку безпілотних платформ в інженерних військах як одного з ключових напрямів модернізації інженерного забезпечення з метою підвищення його оперативності, скритності та безпеки особового складу.

Першочерговим напрямом розвитку БПС є використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для ведення інженерної розвідки. Завдяки можливості оперативного отримання відеоданих у режимі реального часу БпЛА дозволяють виявляти мінні поля, інженерні загородження, аналізувати стан мостів чи переправ, виявляти руйнування інфраструктури та інші небезпечні об'єкти. Це забезпечує більш точне планування інженерних робіт і в рази зменшує ймовірність втрат серед воїнів-саперів. БпЛА також використовують для створення 3D-мап місцевості.

Першочерговим напрямом розвитку БПС є створення безпілотних наземних систем для виконання завдань з розмінування та інженерної розвідки місцевості. Наземні роботизовані комплекси (НРК), оснащені різними маніпуляторами та системами дистанційного керування, здатні виявляти і знешкоджувати вибухонебезпечні предмети без безпосередньої участі людини. Впровадження автономних наземних систем, які зможуть діяти за закладеними програмними алгоритмами з мінімальним втручанням оператора, є перспективним завданням.

Безпілотні роботизовані платформи можуть використовуватися для доставки інженерних боєприпасів, майна у зони підвищеного рівня небезпеки, що дозволяє підвищити оперативність дій інженерних підрозділів та скоротити час на виконання завдань.

Ключову увагу треба приділити інтеграції БПС у єдину систему управління військами. Використання штучного інтелекту та автоматизованих систем обробки даних відкриває можливості для створення комплексних рішень, які забезпечують координацію дій різних підрозділів у режимі реального часу. Впровадження такого підходу дозволяє значно підвищити ефективність інженерної підтримки бойових дій.

Отже, перспективи розвитку безпілотних систем в інженерних військах Сил підтримки пов'язані з підвищенням рівня автономності та інтеграцією у сучасні системи управління військами, розширенням їх функціональних можливостей, таких як повна автономія розмінування, створення роботизованих інженерних машин та використання роїв дронів для швидкого виконання завдань. Такі технології значно підвищують ефективність виконання завдань інженерної підтримки, зменшують ризики для військовослужбовців та адаптують військові підрозділи до вимог сьогодення.

Білаш О.В., канд. екон. наук, доцент
Врублевський І.Й., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОН ВИДИМОСТІ БпЛА В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

В умовах ведення бойових дій, особливо в умовах сучасної повномасштабної війни, що характеризується широким застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), високоточної зброї та автоматизованих систем управління, суттєво зростає роль точного вимірювання кутових параметрів між об'єктами та визначення зон видимості. Геометричне моделювання таких зон дозволяє формалізувати процес спостереження, оптимізувати

траєкторії руху апарата та підвищити ефективність виконання завдань.

Особливу складність становить урахування тривимірності простору, обмежень поля зору та впливу рельєфу місцевості. Такі задачі виникають не лише під час навчань, а й у реальному бойовому застосуванні, зокрема при веденні артилерійського вогню з використанням цифрових систем наведення, у розвідці та при роботі операторів дронів. Зокрема, під час аеророзвідки та коригування вогню БпЛА виникає необхідність підтримання сталого кута спостереження між сенсором платформи та ціллю, що рухається, або навпаки – відстеження рухомих об'єктів із фіксованих позицій.

У цьому контексті велике значення має дослідження властивостей ізоптичних кривих та поверхонь, які можуть слугувати математичною моделлю для опису траєкторій руху сенсорів або носіїв озброєння за умови збереження сталого кута спостереження. Як відомо, ізоптична крива геометричної фігури – це множина точок, з яких задану фігуру видно під одним і тим самим кутом α. Її також можна трактувати як траєкторію вершини кута α, сторони якого є дотичними до заданої геометричної фігури при будь-якому положенні. Це відповідає інваріантності певних проєкційних характеристик об'єкта в полі зору камери. Така властивість може бути використана в алгоритмах: візуального супроводу цілі; оцінювання відносного руху; стабілізації кадру та компенсації руху; формування траєкторій зближення для FPV-дронів.

У проведених дослідженнях із використанням параметричних моделей та чисельного розв'язання систем нелінійних рівнянь (зокрема в середовищі MathCAD) побудовано ізоптичні низки найпоширеніших кривих ліній. Це дає можливість їх використання у: плануванні траєкторій БпЛА з урахуванням геометрії огляду; оптимізації кутів підходу до цілі; синтезі алгоритмів наведення з обмеженням на кутову швидкість зміни лінії візування; побудові предиктивних моделей руху цілі в умовах неповної інформації.

Ще більш перспективним є розгляд ізоптичних поверхонь, які задають тривимірні множини положень платформи при сталому куті спостереження. Це кут при вершині конуса, твірні якого – дотичні до заданої поверхні. У задачах застосування БпЛА це безпосередньо пов'язано з: побудовою просторових коридорів польоту; оптимізацією позиціонування мультисенсорних систем; розрахунком зон ефективного спостереження; моделюванням ухилення від засобів радіоелектронної боротьби при збереженні контакту з ціллю.

Дослідження ізоптичних поверхонь виконано з використанням засобів твердотільного моделювання (зокрема в комп'ютерній системі AutoCAD), застосуванням розробленої програми розрахунків параметрів ізоптичної поверхні, заданої параметрично, що дозволяє інтегрувати результати у симуляційні та бортові системи та в програмне забезпечення управління БпЛА.

Прикладне значення виконаних досліджень полягає в наступному: формалізація задач стабілізації лінії візування в системах відеосупроводу цілі; синтез траєкторій FPV-дронів із заданою геометрією зближення; оптимізація позиціонування сенсорів БпЛА; побудова просторових моделей зон спостереження та наведення. В результаті проведеного дослідження визначено такі переваги застосування ізоптичних кривих та поверхонь: гарантує оптимальний ракурс для сенсорів; дозволяє будувати найкоротші траєкторії, що задовольняють вимоги до кута огляду; спрощує налаштування завдань для картографування й інспекції.

Таким чином, ізоптичні криві та поверхні є ефективним геометричним інструментом для задач автономного наведення, машинного зору та планування руху БпЛА. Їх використання дозволяє підвищити точність супроводу цілі, стійкість алгоритмів наведення та ефективність бойового застосування безпілотних систем.

Білик А.С., канд. техн. наук, доцент
Ніколаєв К.Д., д-р наук з державного упр., доцент
НДІ ВР

МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МОНІТОРИНГУ НЕВІДОМИХ БпЛА ТА АЕРОКОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Повномасштабна агресія російської федерації проти України характеризується безпрецедентним насиченням операційного середовища різноманітними аерокосмічними засобами з обох сторін. Їхній невпинний розвиток та вдосконалення, зростання розмаїття спостережуваних ефектів зумовлює нагальну необхідність у ефективному моніторингу аерокосмічного домену (АКД). Вчасне виявлення та ідентифікація невідомих БпЛА, аерокосмічних об'єктів і явищ (АОЯ) є критичним завданням для забезпечення ситуаційної обізнаності та національної безпеки. Основними причинами нерозпізнавання АОЯ є: навмисне спотворення противником абрису, кольору, світлової, звукової, теплової сигнатури з метою введення в оману; постійні зміни та вдосконалення засобів; маскування літальних засобів для зменшення вірогідності їхнього виявлення; відсутність або недосконаліть систем моніторингу АКД; низька обізнаність особового складу; власні нетривіальні характеристики об'єктів. Внаслідок ідентифікації нерозпізнані АОЯ можуть виявлятися природними феноменами, об'єктами антропогенного походження або аномальними аерокосмічними явищами (AAЯ, UAP).

Зростання кількості невідомих АОЯ є однією зі світових аерокосмічних загроз. Зафіксовано їхнє зависання у США та ЄС поблизу ядерних об'єктів, військових баз та критичної інфраструктури. Встановлено, що значна частина з них є розвідними апаратами, які запускаються зокрема із кораблів «тіньового флоту» з метою розвідки, перевірки протоколів безпеки та створення паніки серед населення. Противник може маскувати свої засоби під АОЯ відомої чи невідомої природи, щоб ускладнити прийняття рішення щодо їхньої нейтралізації. Системи моніторингу відстають від можливостей і характеристик засобів в АКД, водночас поява нових засобів моніторингу, зростання їхньої кількості, точності та автоматизації призводить до виявлення явищ, що не фіксувалися раніше.

Одна із систем виявлення АОЯ в Україні – «єППО», заснована на мережі добровільної громадянської фіксації у реальному часі (понад 800 тис. користувачів). Із 28.05.2023 система почала реєструвати невідомі об'єкти в АКД. Через «єППО» у 2023 році повідомлено про 1849 випадків спостережень невідомих АОЯ, у 2024 р. – 3410, у 2025 р. – 3492 випадки. Частину з них вдалося пояснити появою природних та антропогенних АОЯ, проте більшість залишаються неідентифікованими. У 2023 – 2025 роках в Україні системно розроблені та впроваджені керівні документи, які врегульовують процедури і методики моніторингу, виявлення, спостереження АОЯ й аналізу їхніх характеристик із метою ідентифікації.

Невпізнані АОЯ створюють загрозу випадкового чи навмисного зіткнення із засобами Сил оборони; спричиняють ризик перевантаження каналів ППО, фратрицидних втрат та нецільового використання боєприпасів; здатні чинити невідомий вплив на особовий склад, біологічні та технічні системи; відвертають підрозділи від виконання бойових завдань; спричиняють вимушені зупинки польотів ЛА та БпЛА. Вирішення проблеми ідентифікації АОЯ потребує комплексного підходу, що включає побудову ешелонованої системи моніторингу об'єктів в АКД. Деякі елементи такої системи вже побудовані та діють в Україні як частина архітектури ППО. Для максимальної ефективності необхідне об'єднання окремих елементів у єдину мультиспектральну мережецентричну систему цілодобового моніторингу АКД у режимі реального часу за допомогою супутників, ЛА та БпЛА, зондів, комплексів і постів спостережень, громадських повідомлень.

Білокопитов Б.В.
Шабатура Ю.В., д-р техн. наук, професор
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Сучасна модель ведення збройної боротьби характеризується переходом до високотехнологічних засобів ураження, серед яких особливе місце посідають ударні безпілотні авіаційні системи тактичного класу. Теоретичною основою їхнього оцінювання є системний аналіз, який розглядає безпілотні ударні системи не як ізольований засіб, а як складний елемент загальної системи вогневого ураження. Методологічна база оцінки ефективності базується на поєднанні кількісних показників (технічна надійність, точність, радіус дії) та якісних характеристик (оперативність, скритність, психологічний вплив на противника). Головною складністю формування теоретичного базису є висока динамічність технологій, що вимагає постійної адаптації критеріїв оцінки до умов, що швидко змінюються.

Теоретико-методологічною основою дослідження є положення теорії ефективності складних систем, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії масового обслуговування, а також методи операційного аналізу та військово-прикладної математики.

В основі методичного підходу лежить використання багатокритеріальних математичних моделей. Ключовим показником ефективності є імовірність виконання бойового завдання у складних умовах, що розраховується як добуток імовірностей подолання системи протиповітряної оборони, виявлення цілі в умовах маскування та безпосереднього її ураження з заданим рівнем пошкоджень. Важливою складовою методики є врахування «вартості ефекту ураження»: на тактичному рівні ефективність часто визначається здатністю дешевих одноразових систем знищувати дороговартісну техніку противника. Окреме місце в сучасній методиці оцінки ефективності посідає інтеграція штучного інтелекту, що забезпечує перехід до повної автономності систем через автоматичне розпізнавання цілей та самостійне прийняття рішень у разі втрати сигналу управління. Також слід відзначити необхідність аналізу живучості в умовах активної радіоелектронної боротьби, де стійкість каналів управління та навігації стає критичним параметром, що безпосередньо впливає на підсумкову результативність системи.

Узагальнюючи теоретичні засади, можна зробити висновок, що методика оцінювання ударних безпілотних систем тактичного класу розвивається в напрямку застосування штучного інтелекту та автоматизації розрахунків. Перспективним напрямом є впровадження методів імітаційного моделювання на основі штучних нейронних мереж, що дозволяє прогнозувати успішність тактичних операцій у режимі реального часу. Розвиток теоретико-методологічних засад має забезпечити перехід від оцінки окремих тактико-технічних характеристик до аналізу інтегральних спроможностей безпілотних комплексів діяти у складі єдиного інформаційно-ударного простору, що є запорукою досягнення переваги на сучасному полі бою.

Богачов С.О.
Сенькович А.М.
Коханівський Р.Р.
ДНДІ ВС ОВТ

ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ (БпАК) ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ)

Проблема захисту від ворожих FPV-дронів та безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в зоні до 500 метрів полягає у критичному дефіциті часу (10 – 20 секунд на реакцію), що унеможливлює розгортання стандартних систем, неефективності стрілецької зброї через малорозмірність та високу маневреність цілей, а також у низькій ефективності засобів РЕБ та автономним ШІ-наведенням. Існуючі методи боротьби не забезпечують гарантованого перехоплення на фінальній ділянці траєкторії атаки. Людський фактор, технічні обмеження швидкості зльоту та вразливість піхоти при спробах візуального прицілювання на атакуючий БпЛА потребують принципово іншого рішення проблеми.

Одним із рішень може стати безпілотний авіаційний комплекс винищувачів (перехоплювачів) з разовими автоматизованим БпЛА тактичним, ближньої зони, легким, мультикоптерного типу з електричними двигунами, здатними здійснювати зліт з переносної ручної пускової установки, з мінімальним часом активації, захоплення цілі та пуску, який автоматизує процес від моменту виявлення цілі до її ураження, нівелюючи фактор людської помилки та затримки.

Динамічні характеристики дрона-перехоплювача (далі – “дрон”) повинні забезпечувати набір швидкості від 0 до 100 км/год за 1,5 – 2 секунди, максимальна швидкість має становити не менше 150 км/год, а висока тягооснащеність системи – дозволяти виконання різких маневрів із великими перевантаженнями без втрати стабільності польоту.

Для подолання дефіциту часу дрон повинен бути позбавлений складних процедур підготовки. При існуванні вірогідності атаки комплекс переводиться в режим очікування з активованою системою захоплення цілі. Пуск здійснюється з ручної пускової установки у напрямку цілі. Це скорочує час зльоту до 1 – 2 секунд, дозволяючи перехопити ціль ще на підступі до позиції.

Замість передачі відеосигналу на окуляри пілота обробка зображення відбувається безпосередньо на борту дрона. Оператору достатньо лише спрямувати дрон у бік цілі, після чого система інтелектуального наведення повинна забезпечувати функцію автозахоплення цілі для автономного супроводження об’єкта без участі оператора, при цьому бортовий комп’ютер має використовувати алгоритм обчислення випередження для розрахунку точки зустрічі з урахуванням вектора руху ворожого дрона.

Оскільки наведення здійснюється на основі аналізу відеопотоку власною камерою, дрон стає нечутливим до засобів радіоелектронної боротьби (подавлення каналів керування та передачі відеопотоку, системи супутникової навігації).

Для розв’язання проблеми складної маневреності та малорозмірності цілей доцільно використовувати принцип площинного ураження. Для цього може бути використаний пневматичний або піротехнічний сіткокид для блокування пропелерів атакуючого БпЛА або осколкова бойова частина направленої дії для ураження пропелерів та обладнання.

При достатній точності наведення можливе використання кінетичного впливу дрона в атакуючий БпЛА без встановлення бойової частини. Це зменшить вагу дрона, збільшить його маневреність та вірогідність знищення цілі. Рішення дозволяє зменшити втрати особового складу та військової техніки на полі бою за рахунок застосування дешевого індивідуального засобу самооборони, який не потребує довгого навчання користувача.

Бокачов С.В.
Циганков П.М.
Варванець Ю.В.
НАСВ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ВІД УДАРІВ БпЛА

Для захисту особового складу і ОВТ підрозділу від БпЛА сьогодні використовують багато способів, як активних, так і пасивних. Одним із активних способів є комбінація із стаціонарних установок РЕБ (як правило, одна установка РЕБ прикриває позиції двох одиниць ОВТ, розташованих на відстані до 200 метрів) і дій протидронових груп. Установка РЕБ включається лише під час стрільби, коли здійснюється наліт БпЛА противника на позицію.

Протидронові групи для знищення БпЛА зазвичай складаються з 4-х солдатів, які озброєні протидроновими рушницями, кулеметами і помповими дробовиками 12 калібру з картеччю. Зазвичай два солдати зупиняють рух БпЛА протидроновими рушницями, інші два ведуть вогонь: з кулеметів з коліматорними прицілами (вночі з тепловізійними) по БпЛА типу «Мавик», що летять відносно високо, з дробовиків – по FPV – дронах, що летять відносно низько. Для прикриття від ударних БпЛА груп військовослужбовців, які переміщуються пішки, або поодиноких зразків ОВТ одночасно використовуються дробовики і переносні засоби РЕБ.

Противник намагається активно уражати позиції, з яких ведеться стрільба по БпЛА. Тобто після обстрілу дронів з рушниць на точку, звідки вівся вогонь, відправляють БпЛА противника або спрямовується вогонь його артилерії. Тому поруч із місцем розташування протидронової групи потрібно мати бліндаж, де група може укритися після стрільби по БпЛА, або мати рухомі засоби, щоб швидко залишити його.

Сьогодні засоби РЕБ і протидронові групи є практично у кожному підрозділі, що діють в одному і тому ж районі, тому виникає необхідність централізації управлення засобами РЕБ і організація взаємодії, інакше засоби РЕБ або групи будуть подавляти та уражати свої ж БпЛА.

Однією з проблем при організації взаємодії під час боротьби з БпЛА противника є велика кількість різних підрозділів. У відносно невеликому районі можуть знаходитися також підрозділи різного підпорядкування, які діють незалежно один від одного. Уникнення ураження і подавлення своїх дронів вирішується визначенням вільних «коридорів БпЛА», на жаль, часто вони створюються не в процесі планування. Передові підрозділи можуть використовувати засоби РЕБ на свій розсуд і без повідомлення підрозділів БпЛА, а при проведенні ротацій особового складу і переміщенні техніки використовувати протидронові рушниці методом прочісування неба, навіть якщо БпЛА противника не виявлено.

У таких умовах у багатьох випадках розрахунок БпЛА, який прибув для виконання завдання, витрачає час на те, щоб зрозуміти, де свої підрозділи використовують РЕБ. Виникає необхідність при зміні підрозділів на позиціях передавати дані про радіочастотну обстановку і застосування засобів РЕБ аналогічно з передаванням карт мінних полів, тому що нерідко засоби РЕБ, що знаходяться на позиціях, налаштовані під ті частоти, що використовує противник лише на цьому напрямку. Проблемою боротьби з БпЛА противника часто є відсутність єдиної системи оповіщення, особливо переліку орієнтирів, відносно яких підрозділи, що знаходяться в районі дій БпЛА противника, можуть сповіщати інші підрозділи про виявлення БпЛА і напрямки їх руху.

Таким чином, вирішуючи проблему організації взаємодії засобів РЕБ і засобів ураження БпЛА противника, а також покращивши оповіщення і цілевказання, можна значно підвищити захист особового складу і техніки підрозділів, а також посилити протидію БпЛА противника.

Бондарук А.Б., канд. техн. наук
Радзіковський С.А.
Колесник В.О.
НАСВ

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТАНКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З АВТОНОМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ

Сучасний досвід бойових дій в Україні підтверджує вразливість традиційної бронетехніки, що зумовлює перехід до концепції MUM-T (Manned-Unmanned Teaming, інтеграції танків з роботизованими платформами), де ключовим викликом є побудова стійкої системи інформаційної взаємодії в умовах впливу засобів радіоелектронної боротьби та обмеженої пропускної здатності каналів. У цьому контексті імітаційне моделювання (ІМ) стає базовим інструментом дослідження, що дозволяє без вартісних натурних випробувань відтворити складні процеси обміну даними та обґрунтувати технічні вимоги до параметрів зв’язку в ланці “танк–робот”.

В основу дослідження покладено концепцію створення комплексної імітаційної моделі, де ключовим об’єктом аналізу є процес багаторівневої інформаційної взаємодії між екіпажем базової бойової машини (танка) та групою гетерогенних автономних роботизованих платформ. На відміну від традиційних методів оцінки бойових спроможностей цей підхід дозволяє відтворити високодинамічне середовище сучасного мережецентричного бою, де домінантним фактором успіху є не лише вогнева потужність “заліза”, а швидкість, повнота та безперервність передачі розвідувальних і командних даних у реальному часі.

Реалізація такої моделі дозволяє детально дослідити низку критичних параметрів, які неможливо повноцінно оцінити під час статичних випробувань. Зокрема, першочергова увага приділяється часовим характеристикам циклу “пошук–ураження”, де імітується вплив латентності (затримки) сигналу на якість цілевказання. Це дає змогу встановити допустимі межі швидкості передачі відеоданих високої роздільної здатності, за яких екіпаж танка зберігає здатність до ефективної реакції на раптові загрози. Паралельно з цим моделюється стійкість інформаційної мережі до активних завад, що дозволяє протестувати живучість каналів зв’язку в зонах дії ворожих засобів радіоелектронної боротьби та валідувати

алгоритми “інтелектуальної поведінки” роботів у разі повної втрати сигналу – від автоматичного пошуку точки відновлення зв’язку до переходу в режим автономного виконання завдання.

Окремим важливим аспектом ІМ є аналіз когнітивного та психофізіологічного навантаження на екіпаж танка, який у нових умовах трансформується в операційний вузол управління. Модель допомагає визначити критичну межу людського сприйняття при одночасному управлінні боєм та координації дій кількох безпілотних одиниць, що є ключовим для визначення необхідного рівня автоматизації функцій роботів.

Логічним завершенням імітаційного циклу є формування науково обґрунтованих вимог до архітектури перспективних підрозділів. За результатами ІМ визначається оптимальна чисельність і структура змішаного підрозділу (співвідношення розвідувальних, вогневих і транспортних платформ на одну екіпажну одиницю), встановлюються жорсткі вимоги до пропускної здатності захищених радіоканалів та розробляються протоколи взаємодії, що дозволяють мінімізувати інформаційний хаос та забезпечити тактичну перевагу в умовах інтенсивного вогневого зіткнення.

З’ясовано, що ІМ є критично важливим інструментом розробки сучасних систем озброєння, оскільки воно дозволяє ще на стадії проєктування адаптувати технічні характеристики озброєння до мінливої динаміки сучасного високотехнологічного бою. Це дає змогу уникнути критичних помилок при побудові архітектури управління та значно знизити витрати на натурні випробування складних багатокомпонентних систем. На основі отриманих результатів пропонується впровадити обґрунтовані параметри завадостійкості зв’язку як обов’язкові вимоги до нових платформ, а алгоритми автономності – як основу програмного забезпечення з елементами штучного інтелекту. Крім того, інтеграція результатів ІМ у програми підготовки командного складу дозволить забезпечити випереджальний розвиток доктрин та тактики застосування військ у межах методології DOTMLPF-P, що гарантує ефективне впровадження інноваційних технологій у реальну бойову практику.

Боярський О.В.
Дзюбчук Р.В., канд. техн. наук., старш. наук. співроб.
Піонтківський П.М., канд. техн. наук., старш. наук. співроб.
ЖВІ

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МІНУВАННЯ

Досвід відбиття повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну показав домінантне значення безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) на полі бою. Одним із напрямів використання БпАК є дистанційне мінування маршрутів висування ворожих підрозділів. Проте наразі дистанційне мінування в більшості випадків здійснюється епізодично, з використанням логістичних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) або так званих бомберів. Важливим є формування єдиної концепції використання БпАК для дистанційного мінування, яка повинна охоплювати планування виконання завдань інженерного забезпечення, управління польотами, контроль точності встановлення мін та інтеграцію результатів мінування до автоматизованих систем управління військами.

Один із шляхів удосконалення методики застосування БпАК для дистанційного мінування полягає у створенні системи управління, яка забезпечує оперативне визначення ділянок поля бою, що потребують мінування, на основі розвідувальної інформації та оцінки

тактичної обстановки. Насамперед це актуально для швидкого формування мінних загороджень у районах ймовірного просування противника, на флангах бойових порядків, у зонах можливого прориву або для блокування шляхів маневру. БпАК дозволяють здійснювати дистанційне мінування без безпосереднього перебування особового складу в небезпечній зоні, що значно підвищує безпеку виконання завдань щодо мінування та зменшує втрати особового складу та техніки. Процес застосування повинен включати отримання розвідувальних даних про місцевість, планування конфігурації мінного поля, підготовку БпЛА з відповідними засобами скидання, вихід у заданий район та виконання мінування. Після виконання завдання координати розміщення мінних загороджень мають фіксуватися у цифрових системах управління для подальшого використання під час планування бойових дій. Застосування груп БпЛА дозволить формувати мінні поля складної конфігурації та значно скорочує час їх створення.

Важливу роль у підвищенні ефективності дистанційного мінування відіграє використання технологій штучного інтелекту (ШІ). Алгоритми ШІ доцільно застосувати для автономної навігації, розпізнавання ділянок місцевості, придатних для мінування, оптимізації схеми розміщення мін. Крім того, застосування інтелектуальних систем дозволить координувати роботу групи БпЛА, автоматично розподіляти зони відповідальності між ними та контролювати точність виконання завдання. Це забезпечить більш ефективне створення мінних загороджень та підвищить їх тактичну доцільність. Використання різноманітних джерел вхідних даних, включаючи аерофотознімки, відеопотоки, телеметричну інформацію та результати попередніх бойових застосувань, сприятиме кращій роботі ШІ над завданнями дистанційного мінування.

Ефективність дистанційного мінування пропонуємо також підвищити за рахунок удосконалення логістичного забезпечення застосування БпАК, яке включатиме підготовку мінних боєприпасів, оснащення БпЛА спеціалізованими системами скидання, технічне обслуговування платформ, оперативне поповнення боєкомплекту та організацію роботи мобільних пунктів такелажу (споряджання) і управління. Комплексне поєднання організаційних, технологічних та інформаційних компонентів забезпечить ефективне застосування БпАК для дистанційного мінування визначених ділянок поля бою.

Брановицький В.В.
Орищук І.О.
ЖВІ ім. С. П. Корольова

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БпЛА ДЛЯ «ЗАЛИСТУВАННЯ» ПРОТИВНИКА В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

В умовах відбиття агресії рф проти України психологічний вплив залишається критично важливим компонентом ведення війни. Поширення візуальних (друкованих) матеріалів впливу (листівок з інструкціями, закликами, інформаційних матеріалів тощо) на визначену цільову аудиторію відіграє ключову роль. Там, де відсутній інтернет чи мобільний зв'язок, майже єдиним каналом психологічного впливу на противника є застосування спеціальними підрозділами друкованих матеріалів впливу шляхом «залистування» окупованих територій. Традиційно для цього використовують агітаційні снаряди 122-мм та 220-мм, але враховуючи тактику дій противника, застосування агітаційних снарядів виявляє низку недоліків, що роблять їх застосування в умовах сьогодення недостатньо ефективним. Застосування агітаційних снарядів передбачає «залистування» достатньо великих територій від 0,25 кв. км

і більше (опорних пунктів взводу, роти, районів оборони тощо). Головним їх недоліком є низька точність – похибка може сягати 300 – 500 метрів, а розкриття на достатньо великій висоті призводить до значного розльоту візуальних матеріалів впливу поза цільовою аудиторією та зоною скидання. Сьогодні тактика дій противника полягає у застосуванні невеликих штурмових груп і їх закріплення на невеликих опорних пунктах, що потребує точкового розповсюдження матеріалів впливу. У сучасних бойових діях безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали інструментом не лише для розвідки та ударів, але й для психологічного впливу на противника. Досвід використання БпЛА з пристроєм для скидання листівок з метою мотивації противника до здачі в полон, надання інструкцій щодо порядку дій, а також доведення інформації для цивільного населення на тимчасово окупованих територіях показав їх ефективність та доцільність використання. Сучасні БпЛА пропонують принципово новий підхід до вирішення завдань поширення візуальних матеріалів впливу, демонструючи значно вищу ефективність за всіма ключовими параметрами. Насамперед, БпЛА забезпечують високу точність скидання листівок, яка може не перевищувати 10 метрів від точки скидання, що дозволяє залистувати одиночні позиції противника. Важливою перевагою є також оперативна гнучкість – маршрут БпЛА може бути змінений прямо під час виконання завдання, що неможливо у випадку з агітаційними снарядами. Сучасні БпЛА оснащуються системами GPS-навігації, камерами для моніторингу результатів польоту та автоматизованими механізмами скидання листівок, що дозволяє не лише підвищити точність, але й забезпечити зворотній зв'язок щодо ефективності проведеного заходу впливу. Крім того, БпЛА є значно економічно вигіднішим рішенням порівняно з агітаційними снарядами. Вартість одного вильоту БпЛА з можливістю скидання листівок у декілька разів нижча за вартість пострілу з артилерійської системи, при цьому БпЛА може використовуватися багаторазово. Недоліками використання БпЛА для залистування противника є: ризик втрати БпЛА внаслідок дії ворожого РЕБ, залежність від погодних умов, обмежена вантажопідйомність – кількість листівок, яку можна доставити за один виліт. Досвід «за листування» однозначно свідчить про те, що агітаційні снаряди для доставки матеріалів психологічного впливу є недостатньо ефективними в умовах сучасної високотехнологічної війни. На противагу цьому БпЛА демонструють виняткову ефективність, поєднуючи в собі високу точність, оперативну гнучкість, економічну доцільність та мінімальні ризики для особового складу. При правильному плануванні та координації цей підхід може суттєво посилити психологічний тиск на ворога.

Бричинський О.В.
Балога В.Т.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ БОЙОВИХ ДІЙ ПІД ВПЛИВОМ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються стрімким зростанням ролі безпілотних систем, які стали одним із ключових елементів ведення бойових дій. Їх застосування дозволяє виконувати широкий спектр завдань – від розвідки та спостереження до ураження цілей і забезпечення бойових дій. У зв’язку з цим розвиток безпілотних систем є одним із пріоритетних напрямів підвищення бойових спроможностей збройних сил. Однією з основних тенденцій їх розвитку є підвищення рівня автономності. Сучасні безпілотні апарати дедалі більше здатні діяти без безпосереднього втручання оператора,

використовуючи елементи штучного інтелекту для навігації, розпізнавання цілей та прийняття рішень, що підвищує ефективність їх застосування, особливо в умовах інтенсивної радіоелектронної протидії.

Важливим напрямом є розвиток ройових технологій, що передбачають узгоджене застосування великої кількості безпілотних апаратів. Такі системи здатні виконувати складні завдання шляхом колективної взаємодії, перевантажуючи системи протиповітряної оборони противника та підвищуючи ймовірність ураження цілей, що суттєво змінює тактику їх застосування. Суттєвого розвитку набуває інтеграція безпілотних систем у єдині інформаційні та бойові мережі, де вони забезпечують обмін даними між підрозділами, підвищують ситуаційну обізнаність та скорочують час прийняття рішень, підвищуючи ефективність взаємодії між різними родами військ.

Окрему увагу слід приділити розвитку різних типів безпілотних систем. Повітряні апарати залишаються найбільш поширеними, однак активно розвиваються також наземні та морські платформи, що використовуються для розвідки, логістики, евакуації та ураження цілей. Перспективним напрямом є підвищення живучості безпілотних систем, зокрема їх стійкості до засобів радіоелектронної боротьби, що досягається шляхом розробки нових систем зв'язку, алгоритмів автономного функціонування та засобів захисту від перехоплення управління, одночасно зі здешевленням виробництва для забезпечення їх масового застосування.

Досвід сучасних бойових дій, зокрема в Україні, підтверджує ефективність безпілотних систем у виконанні розвідувальних і ударних завдань, коригуванні артилерійського вогню та веденні спостереження. Масове застосування безпілотників суттєво змінило характер бойових дій і підвищило роль технологій. Водночас розвиток цих систем супроводжується низкою викликів, серед яких – вразливість до засобів радіоелектронної боротьби, обмеження автономності, необхідність підготовки операторів та залежність від компонентної бази, що потребує комплексного підходу до їх подолання.

Отже, перспективи розвитку безпілотних систем пов'язані з підвищенням автономності, розвитком ройових технологій, інтеграцією у мережеву-центричні системи та забезпеченням масовості їх застосування, а в майбутньому вони відіграватимуть визначальну роль у веденні бойових дій.

Василішин Д.В.
Військова академія (м. Одеса)

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РАДІОКАНАЛІВ ПРИЙОМУ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ З БОРТА НАЗЕМНОГО РОРБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ВІД АКТИВНИХ ШУМОВИХ ЗАВАД

У сучасних умовах ведення бойових дій забезпечення стійкого та захищеного зв'язку набуває визначального значення для ефективного управління підрозділами, координації дій сил і засобів, а також своєчасного обміну інформацією в єдиному інформаційно-комунікаційному просторі. Особливої актуальності це питання набуває в умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби, які створюють перешкоди для передавання та приймання сигналів, знижують якість каналів зв'язку та ускладнюють функціонування систем управління. У зв'язку з цим одним із найбільш перспективних

напрямів розвитку військових телекомунікаційних систем є впровадження технології адаптивних цифрових антенних решіток (ЦАР).

Переваги адаптивних ЦАР пов’язані насамперед із високим рівнем завадостійкості, гнучкістю керування та покращенням якості зв’язку. Завдяки цифровим алгоритмам система здатна оперативно реагувати на зміну електромагнітної обстановки, перебудовуючи діаграму спрямованості відповідно до поточної ситуації. Це забезпечує не лише надійніше приймання корисного сигналу, а й зменшення втрат інформації в умовах інтенсивного радіоелектронного впливу. Крім того, застосування цифрового керування створює передумови для інтеграції антенних систем із сучасними технологіями інтелектуального аналізу середовища, когнітивного радіо та автоматизованого розподілу ресурсів.

Разом із тим використання адаптивних ЦАР супроводжується певними технічними та організаційними обмеженнями. Насамперед йдеться про значну складність апаратної реалізації, оскільки багатоканальні системи потребують великої кількості високоточних перетворювачів, продуктивних цифрових процесорів і засобів синхронізації. Важливим стримувальним чинником є також висока вартість таких рішень, особливо у випадку широкосмугових систем із великою кількістю каналів. Додатковою проблемою є підвищене енергоспоживання, що є критичним для мобільних та автономних платформ, де ресурси живлення й охолодження обмежені. Саме тому практичне впровадження ЦАР потребує пошуку компромісу між функціональними можливостями, вартістю та енергетичною ефективністю.

Практичне значення адаптивних ЦАР проявляється в широкому спектрі військових і спеціальних систем. У системах управління вони забезпечують стійкі канали зв’язку навіть за наявності активного радіоелектронного впливу. У безпілотних комплексах їх застосування сприяє підвищенню надійності телеметричних і командних каналів в умовах складної міської або пересіченої місцевості. У системах моніторингу та розвідки вони дозволяють реалізувати малопомітний режим передавання інформації, зменшуючи ймовірність виявлення сигналів засобами радіотехнічної розвідки противника. Отже, адаптивні ЦАР поступово перетворюються на один із ключових елементів перспективних систем військового зв’язку нового покоління.

Васильченко Д.О.
Ігнатов О.П.
Понікарчик В.В.
Бутузкін І.В.
ЦНДІ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ) У СИСТЕМІ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

У сучасних умовах зростаючих загроз з повітря, включаючи використання крилатих і балістичних ракет, безпілотних літальних апаратів, а також військової авіації противника, побудова надійної та ефективної системи протиповітряної оборони є критично важливою для

забезпечення безпеки як населення, так і військовослужбовців на фронті. Однією з складових цієї системи є безпілотні авіаційні комплекси – винищувачі (перехоплювачі), які дозволяють захищати об'єкти критичної інфраструктури та населення.

Актуальність розвитку безпілотних авіаційних комплексів винищувачів (перехоплювачів) у російсько-Українській війні є критичною з декількох причин: масовість застосування противником ударних безпілотних літальних апаратів типу "SHAHED-136/131" (іранського виробництва), розвідувальних платформ серій "ZALA", "Орлан"; недостатній рівень ресурсного потенціалу держави; значне навантаження на загальну систему протиповітряної оборони держави.

Аналіз застосування безпілотних авіаційних комплексів винищувачів (перехоплювачів) у загальній системі протиповітряної оборони держави показав, що вони з кожним днем стають більше ресурсоефективними засобами ураження проти повітряних цілей противника. Собівартість одного безпілотного авіаційного комплексу винищувача (перехоплювача) у порівнянні з більшістю зенітних керованих ракет класу "NASAMS", "IRIS-T" або "PATRIOT" залишається нижчою в десятки разів, водночас, коли різниця у вартості одного засобу ураження зенітних засобів тактичної ланки може становити сотні разів. Економічна доцільність безпілотних авіаційних комплексів відносить його до пріоритетного засобу боротьби з повітряними цілями противника, особливо в умовах масованого застосування ним різних типів озброєння. Ефективність застосування безпілотних авіаційних комплексів досягається запуском по одній цілі не менше трьох безпілотних літальних апаратів.

Перехоплення цілей з використанням загальної автоматизованої системи контролю повітряного простору підвищить бойові можливості безпілотних авіаційних комплексів винищувачів (перехоплювачів) здійснюється за рахунок перерозподілу цілей для прийняття рішення на їх збиття. Отримання навігаційної інформації від радіолокаційних станцій до автоматизованої системи контролю повітряного простору від мережі локальних навігаційних радіомаяків забезпечить підвищення рівня автоматизації під час перехоплення цілей.

Розвиток безпілотних авіаційних комплексів винищувачів (перехоплювачів) повинен передбачити комплекс заходів, спрямованих на створення автономних, асиметричних та економічно ефективних засобів, які інтегруються в загальну структуру протиповітряної оборони держави для боротьби з масованим застосуванням розвідувальних і ударних безпілотних літальних апаратів противника, зокрема шляхом застосування багатоешелонованої системи протиповітряної оборони побудованих на безпілотних авіаційних комплексах тактичного та оперативного рівнів з автономною системою очікування не менше тижня. Автономність забезпечується з використанням пускових контейнерів з безпілотними літальними апаратами винищувачами (перехоплювачами).

Таким чином, безпілотні авіаційні комплекси винищувачі (перехоплювачі) слід розглядати не тільки як тактичні засоби локального застосування, а ще і як оперативні елементи багатоешелонованої системи протиповітряної оборони держави майбутнього, що здатне знизити вартість відбиття масованих комбінованих атак противника та підвищити стійкість держави до цього виду загроз з боку агресора. Перспективи їх розвитку в умовах цієї російсько-Української війни та інших світових конфліктах, що постійно відбуваються у світі, визначатимуться темпами втілення інноваційних рішень та рівнем міжнародної кооперації у сфері безпілотних технологій.

Волков А.Ф.
Стадніченко В.Г.
Терлецький Б.Ю.
ХНУПС ім. Івана Кожедуба

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ У ХОДІ РОСІЙСЬКО – УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Для ураження військової, енергетичної та транспортної інфраструктури, а також для дезорганізації системи управління військами та порушення логістичних спроможностей противник протягом 2025 року продовжував завдавати авіаційні удари та удари ударними БпЛА різного типу.

Для боротьби з розвідувальними та ударними БпЛА набули широкого застосування БпЛА-перехоплювачі різного типу та різних характеристик. Досвід застосування БпЛА-перехоплювачів показав, що їх застосування надає додаткові спроможності для підрозділів протиповітряної оборони всіх складових Сил оборони України у боротьбі з повітряними цілями. Разом з тим досвід застосування виявив низку проблем щодо бойового застосування БпЛА-перехоплювачів, до яких належать:

- використання противником тактики “роїв” БпЛА, що призводить до перевантаження системи ППО та прольоту повітряних цілей через райони протиповітряної оборони;
- використання, на етапі наведення, оператора БпЛА-перехоплювача, за допомогою відеокамери;
- вплив атмосферних умов та часу доби на умови наведення БпЛА-перехоплювача;
- обладнання противником своїх розвідувальних та ударних БпЛА відеокамерами заднього виду для протидії БпЛА-перехоплювачів;
- здійснення противником маневру розвідувальними та ударними БпЛА, що ускладнює наведення БпЛА-перехоплювача;
- одноразовість використання БпЛА-перехоплювача, що спричиняє збільшення витрат на їх закупівлю.

Можливими варіантами щодо вирішення поточних проблем можуть бути:

- реалізація концепції “машинного зору” на БпЛА-перехоплювачах для забезпечення його наведення, особливо на останньому етапі, в умовах протидії ворожим БпЛА;
- встановлення на БпЛА-перехоплювачі акустичних датчиків (мікрофони направленої дії тощо) для полегшення виявлення ворожих БпЛА в повітрі в умовах складної видимості або вночі;
- обладнувати БпЛА-перехоплювачі не тільки вибуховими засобами ураження, а і кінетичними засобами ураження (сітки, шрапнель тощо);
- збільшення кількості радіолокаційних станцій міліметрового діапазону для виявлення малорозмірних БпЛА та наведення БпЛА-перехоплювачів, особливо в умовах обмеженої видимості та вночі.

Вотяков О.О.
Кручковський О.Л.
Колпаков Д.Г.
Мамайсур Р.М.
ДНДІ ВС ОВТ

НАПРЯМКИ ЗБІЛЬШЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ДІЙ БпЛА, ЯКІ ДІЮТЬ ІЗ ЗАСІДКИ, З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ POWER-OVER-FIBER

Розвиток технологій за останні кілька років сприяв великим змінам у Збройних Силах України. Досвід ведення бойових дій демонструє перехід до застосування БпЛА з каналом управління через волоконно-оптичну лінію зв'язку, які здатні перебувати в режимі засідки на землі або в повітрі та за командою оператора атакувати цілі без використання радіоканалу. Але обмеженням таких систем є залежність від джерела живлення, що зменшує час роботи БпЛА. На сьогодні, з метою збільшення часу очікування в засідці, вітчизняні розробники встановили на БпЛА “Kolibri 7, 8, 10” систему “Power Key”, яка дозволяє оператору дистанційно вимкнути бортове живлення, крім приймача. БпЛА “засинає”, стаючи невидимим для засобів радіотехнічної розвідки. Але такий підхід позбавляє оператора БпЛА оперативної інформації та вразливий до засобів РЕБ противника.

Технологія Power-over-Fiber (PWoF) – передача електричної енергії через оптичне волокно усуває вищезазначені недоліки та забезпечує великий час автономної роботи бортових систем БпЛА без втрати інформаційної обізнаності.

Технологія PWoF базується на перетворенні електричної енергії у лазерне випромінювання, його передачу та перетворення на електроенергію за допомогою оптичного перетворювача енергії (Photovoltaic Power Converters). Згідно з даними, опублікованими у виданні “Photonics MDPI” від 2024 року, підтверджена можливість передачі електричної потужності 1 Вт через багатомодову волоконно-оптичну лінію “OM1” на відстань 5 км при вхідній оптичній потужності 2,5 Вт, а також досягнута ефективність оптичного перетворювача енергії до 49% з вихідною напругою 5 В на комерційних оптичних перетворювачах енергії. Дослідження від 2026 року, опубліковане у виданні “Journal of Optics”, демонструють можливість живлення пристроїв з потужністю споживання до 414 мВт на відстані до 5,2 км та до 236 мВт на 19,9 км через одномодову волоконно-оптичну лінію, при використанні оптичного джерела випромінювання (EDFL) потужністю 1,5 Вт на довжині хвилі 1550 нм. На сьогодні в комерційних пристроях, що працюють за технологією PWoF, досягнуто показники потужності передачі до 5 Вт на 5 км, що надає достатню технічну базу для створення дослідного зразка системи.

Таким чином, для вирішення обмежень сучасних рішень існує технічна можливість щодо використання волоконно-оптичної лінії, що поєднує канал управління, відео та канал PWoF (для передачі електроживлення потужністю 5 – 15 Вт на відстані до 2 – 5 км). Бортовий модуль оптичного перетворювача енергії забезпечуватиме живлення бортової електроніки, відеокамери та системи управління без розряду акумулятора. Акумулятор використовується виключно для польоту та атаки, що збільшує час активної роботи в 3 – 5 разів порівняно з повністю автономними системами.

Поєднання технологій обміну інформацією через волоконно-оптичну лінію управління та технології PWoF є технічно реалізованим напрямом збільшення тривалості дій БпЛА, які діють із засідки.

В’юнов О.Є.
НАСВ
Марутін В.М.
в/ч А4808

АЛГОРИТМ ДІЇ ІНЖЕНЕРНО-РОЗВІДУВАЛЬНОГО ДОЗОРУ ПРИ ВИЯВЛЕННІ НА МІСЦЕВОСТІ УДАРНИХ БпЛА ПРОТИВНИКА АБО ЇХ ЗАЛИШКІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ З МЕТОЮ ОБЛАШТУВАННЯ ПОЗИЦІЇ ПІЛОТІВ

При проведенні інженерної розвідки місцевості з метою облаштування позицій операторів та спотерів (споряджених) БпЛА однією з вагомих проблем є виявлення великої кількості пошкоджених, збитих ударних БпЛА ворога, які є потенційно вибухонебезпечними, також через можливу наявність в них трекерів (навігація в крилі) можуть бути серйозним демаскувальним чинником, який буде сприяти виявленню позицій пілотів.

Через можливу самоліквідацію або випадкове їх переміщення, особливо в нічний час, через необережность можуть становити серйозну загрозу для життя та здоров’я військовослужбовців, які знаходяться на позиції. БпЛА противника, як правило, класифікують як ударні, винищувальні, розвідувальні, цілевказувальні, для РЕБ, транспортні, ретрансляторні, повітряні цілі, імітатори цілі, багатоцільові.

У цьому випадку найчастіше за масштабами завдань буде розглянуто ударні БпЛА на полі бою (радіус до 15 км) та тактичні (радіус 15 – 80 км), а саме: БпЛА «Shahed-131», Герань-1, «Ланцет», «Куб», «Молния», «Гербера». При виявленні на місцевості збитого, пошкодженого БпЛА з вищеперерахованих потрібно:

1) уточнити час падіння (для визначення безпечного часу, який складає не менше 2-х діб);

2) одночасно з БпЛА працювати не більше, ніж одній людині, а підхід здійснювати під кутом 45° до задньої частини БпЛА;

3) на підході з собою мати вогнепровідний шнур та тротилову шашку, армований скотч, бути в засобах захисту та антидроновому плащі;

4) враховувати ймовірність наявності сейсмічного датчика (кроки здійснювати з паузою в 5 секунд);

5) знищити БпЛА способом встановлення накладного заряду, але при можливості встановити заряд біля нього;

6) альтернативним варіантом є знищення об’єкта скиданням з БпЛА типу «Mavic» або «Vampire», при неможливості знищити дистанційно – стрілецьким вогнем (з кулемета ПКМ «Браунінг»).

Пам’ятаючи про постійну велику забрудненість позицій збитими БпЛА ворога, інженерну розвідку проводити постійно, цілодобово, активно залучаючи до цього розвідувальні дрони типу «Mavic», «Mavic-3T» (нічний), Autel.

При проведенні інженерної розвідки особовий склад, крім штатного озброєння, забезпечують також гладкоствольними помповими рушницями в якості дієвого методу боротьби з ворожими FPV-дронами та FPV-ждунами на оптоволокні та додають антидронові плащі. З метою виявлення ворожих дронів у спорядження додають аналізатор спектра та чуйки типу «цукерок».

Для раннього оповіщення про загрозу удару БпЛА інженерно-розвідувальний дозор перебуває на постійному радіозв'язку з командним пунктом. Переміщення відбуваються малими групами, без використання транспортних засобів, які можуть бути виявленні ворожими розвідниками типу «Zala», «Supercam», «Орлан». Пріоритетом часового проміжку роботи є розвідка «по сірому» (на світанку або заході сонця), при роботі нашого РЕБ і подавленні навігації.

В'юнов О.Є.
НАСВ
Марутін В.М.
в/ч А4808

АНТИДРОНОВІ ПЛАЩІ (АНТИТЕПЛОВІЗІЙНІ КОМПЛЕКТИ) ЯК ЗАСІБ ТАКТИЧНОГО МАСКУВАННЯ ТА ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИМ УДАРНИМ ДРОНАМ ВОРОГА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ, ФОРТИФІКАЦІЇ, МАСКУВАННІ У НІЧНИЙ ЧАС

Захист особового складу від виявлення розвідувальними та ударними дронами противника є надзвичайно важливим завданням інженерної підтримки військ.

Демаскувальні чинники (видимість у тепловізійні камери, радіохвилі, шуми при виконанні завдань) є важливим фактором раннього виявлення ворогом наших позицій або інженерно-розвідувальних груп, тому використання у нічний час антидронових плащів може бути важливим чинником для збереження життя та здоров'я військовослужбовців, покращить тактичне маскування особового складу і в загальному маскування позицій.

Антидронові плащі (антитепловізійні комплекти), які пропонують виробники для ЗСУ, як правило, легкі, компактні (до 0,8 кг) і можуть без зайвого навантаження стати додатковим елементом спорядження. На певний період (до 30 – 40 хвилин) залежно від погодних умов та активності ворога можуть захищати від виявлення тепловізором, а також радіоекранувати бійця, крім того мають маскувальні властивості штатних маскувальних комплектів (типу кікімора), не шарудять, легко складаються.

Комплект антидронового плаща, як правило, складається з:

1) бахіл;
2) рукавиць;
3) плаща;
4) чохла.

Ефективність використання антидронових плащів залежить від цілого ряду факторів, а саме:

1) обрана місцевість має природнє укриття, посадки, кущі, балки, поганий радіогоризонт;
2) переміщення проводиться повільно, без різких рухів;
3) максимальна ефективність – у нерухомому положенні;
4) не піднімати країв плаща без потреб;
5) середній час маскування 30 – 40 хвилин у нерухомому стані;
6) плащі не водостійкі, тому їх ефективність під дощем низька;
7) матеріал не витримує високих температур.

Отже, антидронові плащі підвищують ефективність маскування людини або техніки від тепловізійного виявлення, радіохвиль, радіоекранують, можуть використовуватися під час заходів інженерної підтримки військ і бути доволі ефективним укриттям вночі, у лісосмугах, траншеях, посадках або проведення інженерної розвідки місцевості.

В'юнов О.Є.
Надос В.О.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ МЕХАНІЗОВАНОГО БАТАЛЬЙОНУ В ОБОРОННОМУ БОЮ. KILL ZONE ТА ІНЖЕНЕРНА КОМПОНЕНТНА СКЛАДОВА

Підтримка батальйону в оборонному бою – це не просто «додатковий елемент», а одна з ключових умов виживання підрозділу та утримання позицій. Російсько-українська війна дає розуміння намірів противника та важливість підтримки бойового підрозділу за допомогою високоточної зброї та цілодобової, безперервної розвідки БпЛА, створення якомога більшої кількості зон ураження противника (так званих kill zone), де ворог потрапляє під максимально щільний і скоординований вогонь та уникнення розширення «сірих зон».

Kill zone (зона ураження) – це територія вздовж лінії фронту, яка повністю прострілюється прямою наводкою та підконтрольна ударним дронам (зокрема, FPV-дронами) або артилерією. Це небезпечна смуга (до 10 км завдовжки або більше), де ворожа техніка та піхота знищуються операторами БпЛА раніше, ніж вони наблизяться до позицій. Це також може бути прикордонна частина території (зазвичай довжиною від 500 м до 10 км), де фронт «розмитий» (відсутня чітка, лінійна межа між позиціями українських військ та російських окупантів).

Сіра зона – це зона довжиною 20 – 30 км між основними силами ЗСУ й окупантами.

На десятки кілометрів тягнуться спіралі скрученого колючого дроту (єгози), менш помітні нитки тонкого дроту (путанки), рибальські сітки і пасма оптоволокна від дронів. Вона постійно змінюється залежно від обстановки й часто є найнебезпечнішою ділянкою.

Ротація відбувається наступним чином: пікапи підвозять піхоту на відстань від 1 до 7 км до підготовленого земельного заглиблення (нори). Далі люди пересуваються пішки, несучи по 20 – 40 кг вантажу: боєприпаси, обмундирування, вода, їжа, індивідуальні засоби РЕБ.

Вдень пересуватися в kill zone неможливо, а вночі – дедалі складніше. Будь-які маневри (перезмінка, евакуація, доставка їжі та боєприпасів, укріплення позицій, мінування) відбуваються лише в дощову погоду, у туман, на світанку або в сутінках (« сіряку»).

Наші сапери мінують шляхи потенційного просочування противника. Росіяни також мінують, але з метою блокування наших військовослужбовців від баз.

Мінування відбувається різними способами: вручну, артилерією, наземними дронами та БпЛА.

Останній тренд – оптоволоконні дрони-«ждуни», які сидять на землі й чекають, коли хтось буде йти або їхати. Наші військовослужбовці знищують їх скиданням та FPV-дронами.

Сапери зазвичай працюють у негоду, на світанку чи в сутінках, коли оператори FPV-дронів погано бачать місцевість. У разі ручного мінування міни часто маскують під залишки

обмундирування, сміття тощо. Ми знаємо приклад, коли росіяни замаскували міну тушкою мертвого зайця. Окрім мін дрони також скидають колючий дріт, сітки та інші перешкоди.

Якщо рік тому сіра зона складала приблизно від 500 метрів до 2 кілометрів, то зараз вона розширилася до 5 – 6 кілометрів, а на деяких напрямках – до 10 кілометрів.

Кожної хвилини в повітрі перебуває близько 50 різних засобів – як розвідувальних, так і ударних. І це стосується не тільки наших дронів, а й ворожих.

Зараз війна більше нагадує не бій піхоти чи бронетехніки, а далекобійну дистанційну боротьбу. Відстані зросли, kill зони збільшилися;

З розвитком дронів/аеростатів-ретрансляторів, недорогих FPV-дронів літакового типу, систем оптичної навігації та самонаведення дальність ураження тільки зростатиме. Можна припустити, що в середньостроковій перспективі дальність ураження у 50 – 60 км перестане бути чимось надзвичайним.

Адаптуючись до масового застосування дронів, росіяни створили декілька нових тактик штурмових дій – швидкий ривок на мото-, автотехніці, просочування піхотою та комбінація всіх засобів з класичними механізованими штурмами.

Для того, аби прорвати цю зону ураження, росіяни дедалі більше покладаються не на важку бронетехніку, радянські запаси якої до того ж поступово вичерпуються, а на швидкі ривки на мотоциклах, квадроциклах та автомобільній техніці.

Без інженерної глибини механізований батальйон швидко втрачає боєздатність.

Інженерна компонентна складова як система включає:

– фортифікаційне обладнання;

– інженерні загородження;

– маневр інженерними засобами;

– маскування;

– створення хибної структури оборони;

– імітаційна діяльність.

Це не «допоміжний» вид забезпечення – це основа виживання батальйону.

Гаєвський С.О.
Краснодубець А.І.
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ (БеНК)

Російсько-українська війна стала першим у світі масштабним конфліктом, у якому безпілотні системи (далі БпС) відіграють вирішальну роль. У цьому протистоянні безпілотні авіаційні комплекси та роботизовані платформи вплинули не лише на тактику бою, але й на оперативно-стратегічне планування. Однією із складових розвитку БпС сьогодення є розвиток БеНК. На БпС покладається виконання завдань з ведення розвідки, ураження (перехоплення) повітряних цілей, участі у здійсненні радіоелектронної підтримки, вогневого впливу на противника, боротьби з екіпажами БпС противника, аерозольного маскування об’єктів, коригування вогню, дистанційного мінування (розмінування) місцевості, участі у логістичному забезпеченні. У спектрі цих завдань БеНК виконують завдання з логістики,

евакуації поранених та полеглих, вогневого ураження, постановки вибухових та невибухових загороджень, розмінування.

Аналіз застосування вказує, що основне навантаження покладається БпНК на виконанні логістичних завдань, зокрема підвезення матеріальних засобів до переднього краю, евакуацію та забезпечення підрозділів в складних умовах, що підтверджує високу ефективність БеНК саме як інструменту забезпечення бойових дій. Водночас частка бойових та інженерних місій залишається низькою.

Загалом, динаміка застосування БеНК свідчить про їх поступове перетворення на один із ключових елементів сучасного бою та критично важливий інструмент підвищення ефективності дій підрозділів. Основним чинником, що впливає на якість виконання місій, є сам БеНК, його характеристики та відповідність поставленим завданням. Важливу роль також відіграє:

рівень автономності та стабільність каналів управління;

вантажопідйомність і функціональність корисного навантаження;

ремонтопридатність і простота обслуговування в польових умовах.

Є ряд й інших проблемних питань, які мають системний характер і впливають на ефективність їх застосування. Основними з яких є:

недостатній рівень фінансування на закупівлю засобів БеНК, їх технічне обслуговування та модернізація;

централізоване постачання БеНК до підрозділів Сил оборони;

низька укомплектованість БеНК станціями супутникового зв'язку "Старлінк" у базовій комплектації;

більшість платформ потребують постійного управління оператором;

обмежена здатність до самостійного прийняття рішень тощо.

З метою зменшення втрат особового складу та підвищення ефективності ведення бойових дій, ситуація потребує посилення централізованого забезпечення та впровадження єдиних стандартів оснащення БеНК.

Для прикриття БеНК від БпЛА противника, доцільно розглянути розробки БпС з системою виявлення та знищення БпЛА противника. Основою такого рішення має стати БеНК з системою виявлення (радар по типу RADA), системою наведення (яка буде з ШІ визначати ціль) та системою ураження.

Наступним кроком є необхідність зміни організаційно-штатної структури підрозділів БеНК загальновійськових бригад.

Перспективним є також розвиток інтеграції БеНК у єдині інформаційно-управляючі контури, що забезпечить їх ефективну взаємодію з іншими видами озброєння та військової техніки на полі бою. Отже, подальший розвиток БеНК характеризуватиметься зростанням їх автономності із застосуванням ШІ, масовості застосування, підвищенням стійкості до зовнішніх впливів та розширенням сфер використання.

Галицький Д.В.
Ярема В.А
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ У ЛОГІСТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТА ЕВАКУАЦІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ АВТОНОМНОСТІ ВІЙСЬК

Сучасні бойові дії характеризуються високою маневреністю, розосередженістю підрозділів і суттєвими обмеженнями у використанні традиційних логістичних маршрутів. Активне застосування противником засобів розвідки, вогневого ураження та радіоелектронної боротьби ускладнює доставку матеріально-технічних ресурсів і евакуацію поранених. Уразливість логістичних колон і залежність від дорожньої інфраструктури знижують стійкість системи забезпечення. Додатковим чинником є складні природно-кліматичні умови (ліси, болота, гірські райони), що обмежують використання наземного колісного транспорту. У цих умовах важкі сільськогосподарські мультироторні БпЛА (далі – “агродронів”) стають важливим засобом підвищення автономності військ.

Метою дослідження є оцінка факторів і формування можливості застосування “агродронів” у системі логістичного забезпечення та медичної евакуації, а також визначити їхній вплив на стійкість і автономність підрозділів.

Застосування таких БпЛА дозволяє реалізувати принцип розосередженої логістики, коли постачання здійснюється малими партіями з високою частотою. Це знижує ризики втрат від ураження колон і підвищує стійкість системи забезпечення.

Особливо ефективним є використання БпЛА у районах зі зруйнованою або відсутньою інфраструктурою. У гірській, лісистій та болотистій місцевості вони виконують завдання, недоступні для традиційного транспорту. Завдяки вертикальному зльоту і посадці, а також використанню підвісних і лебідкових систем, операції можуть здійснюватися без підготовлених майданчиків.

Важливим напрямом є застосування БпЛА для медичної евакуації, що скорочує час транспортування поранених і підвищує ефективність надання допомоги. Інтеграція БпЛА з наземними роботизованими платформами формує багаторівневу систему забезпечення, яка характеризується гнучкістю та стійкістю до впливу противника.

Наукова новизна полягає у розвитку концепції використання важких “агродронів” як основи автономної повітряної логістики в умовах обмеженої інфраструктури.

Доцільно створити спеціалізовані підрозділи логістичних БпЛА з уніфікованими платформами та змінними транспортними модулями. Важливо забезпечити інтеграцію з наземними роботизованими засобами для реалізації комбінованих схем доставки.

Важкі “агродрони” є ефективним інструментом логістичного забезпечення; їх використання підвищує автономність підрозділів і зменшує залежність від наземних маршрутів; вони розширюють можливості медичної евакуації; інтеграція з роботизованими системами формує мереже-центричну логістику; у перспективі такі платформи стануть основою мобільного забезпечення військ.

Галкін О.Б.
Железник О.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Перспективи розвитку безпілотних систем (БпС) зосереджені на автономності, застосуванні штучного інтелекту (ШІ) для виявлення цілей, стійкості до засобів РЕБ та використанні оптоволоконних дронів. Ключовими напрямами є ройові технології, робота кількох дронів під керуванням одного оператора та інтеграція БпС в єдину мережу управління.

Основні напрями розвитку безпілотних систем включають:

Автономність та ШІ: Перехід від дистанційного керування до повної автономності, де дрон самостійно знаходить, розпізнає та уражає ціль, що критично в умовах роботи РЕБ.

Стійкість до РЕБ та зв'язок: Розробка дронів, що не залежать від GPS/GNSS, та впровадження технологій, таких як оптоволоконний зв'язок, для керування, що унеможливлює перехоплення сигналу.

Ройові технології: Управління великою кількістю безпілотників одночасно для виконання складних колективних завдань.

Спеціалізація та уніфікація: Розвиток дронів-камікадзе (FPV), розвідувальних апаратів, ударних систем великої дальності та логістичних дронів для доставки вантажів, евакуації тощо.

Масштабування виробництва: Україна активно розширює систему виробників для збільшення виготовлення БпЛА та підготовку операторів для забезпечення переваги в бою.

Світові гравці також продовжують розробляти стратегічні рішення та впроваджувати інновації у свої системи.

Серед передових країн з впровадженню БпС – Велика Британіїя, де запропоновано нову доктрину, що формується за принципом:

20% - традиційних важких платформ (САУ, танки, БМП та БТР);

40% - баражуючих боєприпасів і дронів-камікадзе (швидкі та цілеспрямовані удари);

40% - БпЛА багаторазового використання (розвідка, спостереження, корегування і високоточні удари).

У доктрині передбачено перехід до автономної, роботизованої структури, яка на 80% складається з безпілотників.

Тайвань, на досвіді морської піхоти, яка вже сформувала підрозділи БпЛА, активно формує такі підрозділи на базі танкових і артилерійських батальйонів. Масове впровадження підрозділів БпЛА сухопутних військ Тайваню розпочалося у 2024 році.

Німеччина розробила дрони-перехоплювачі зі штучним інтелектом спеціально для захисту бронетехніки. Такі розробки є початком нового технологічного розвитку, що надають можливість повернути на поле бою бронетехніку, яка посунута з переднього краю на відстань до 20 км у зв’язку з домінування FPV-дронів.

США головну увагу під час розробили БпЛА зосереджує на дальності польоту, яка складає понад 400 км для ураження найбільш важливих цілей та відсутністю GPS-сигналу. Такі БпЛА спроможний працювати в зонах із поганим зв’язком.

Такі кроки демонструють зростаючу роль безпілотних систем, здатних ефективно протистояти чисельно переважаючим силам противника. Розвиток безпілотних систем є стратегічним пріоритетом, який докорінно змінює характер бойових дій і є невід'ємною частиною розвитку сучасних технологій ведення війни.

Герасим І.Д.
Кучер М.В.
НАСВ

ПІДВИЩЕННЯ АВТОНОМНОСТІ НРК ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ РІЗНИХ ВИДІВ АКБ

Автономність наземних роботизованих комплексів(НРК) є критичним показником для успішного виконання логістичних, розвідувальних та бойових завдань. Головною технічною суперечкою є баланс між ємністю батареї та її вагою: збільшення запасу енергії призводить до обтяження конструкції, що своєю чергою підвищує витрати енергії на рух. Тому підвищення автономності потребує не просто більших батарей, а вибору оптимального варіанта роботи та інтелектуальних допоміжних систем.

Аналіз та порівняння типів акумуляторних батарей: Li-ion (NMC/NCA): мають найвищу кількість заряду, що дозволяє створювати легкі та маневрені комплекси. Проте вони є найбільш вразливими: механічне пошкодження або пробиття елемента в бойових умовах призводить до займання, що ставить під загрозу живучість всього НРК; LiFePO4 (Літій-залізо-фосфатні): вирізняються високою безпекою та стабільністю. Вони не схильні до самозаймання при пошкодженні та мають у 3-5 разів довший життєвий цикл. Попри більшу вагу, вони є найбільш життєздатним варіантом для масового використання в НРК середнього класу; LTO (Літій-титанатні): пропонують унікальні можливості надшвидкої зарядки (до 10 хвилин) та роботи при екстремальних морозах до -30 °С. Проте через низьку питому ємність та високу вартість їх використання є доцільним лише у вузькоспеціалізованих завданнях.

Вплив терморегуляції на автономність: температурний фактор часто стає причиною втрати до 50% автономності в зимовий період, щодо ефективного рішення воно має включати: активний підігрів – використання нагрівальних елементів під управлінням BMS дозволяє тримати АКБ у робочому діапазоні (+15 °С…+25 °С). Це критично для LiFePO4 батарей, які суттєво втрачають потужність на холоді; енергозбереження – термоізоляція батарейного відсіку дозволяє використовувати тепло, що виділяється самими акумуляторами під час роботи, мінімізуючи витрати енергії на примусовий обігрів.

Інтелектуальне управління та енергоефективність (Smart BMS): максимізація часу роботи досягається не лише через особливість будови, а й через програмне забезпечення: динамічне керування навантаженням – штучний інтелект у системі керування живленням може автоматично вимикати другорядні сенсори або обмежувати швидкість при низькому заряді, щоб гарантувати повернення робота на точку збору.

Прогностична аналітика: сучасні BMS враховують рельєф місцевості та температуру для точного розрахунку маршруту, запобігаючи зупинці робота через раптове просідання напруги під навантаженням.

Конструкційні рішення: модульність та "Hot-Swap" – для безперервної роботи НРК. Впровадження систем швидкої заміни батарей (Hot-Swap) дозволяє за лічені секунди замінити розряджений модуль, що критично в умовах інтенсивних бойових дій або логістичних чергувань.

Найбільш оптимальним рішенням для підвищення автономності НРК є використання LiFePO4 акумуляторів, інтегрованих із системою активного термоконтролю та інтелектуальною BMS.

Геращенко М.М.
Дубок О.С.
Зелений П.В.
Пойда Р.В.
ДНДІ ВС ОВТ

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ НЕСПРАВНОСТЕЙ БпАК ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ ІНСТРУКЦІЇ

На сьогодні у Збройних Силах України експлуатується понад 500 типів кодифікованих безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Така різноманітність конструктивних рішень та комплектуючих ускладнює процеси застосування, технічного обслуговування, ремонту та логістичного забезпечення, що негативно впливає на бойову ефективність і висуває підвищені вимоги до підготовки особового складу.

Основними шляхами вирішення зазначених проблем є:

– оптимізація кількості типів БпАК, що перебувають в експлуатації;

– підвищення рівня їхньої надійності;

– удосконалення системи зворотного зв’язку між експлуатантом та виробником.

Ефективним механізмом реалізації цих заходів може стати створення та впровадження системи збору, аналізу й подання інформації про несправності безпілотних систем. Така система дозволить отримувати достовірні дані щодо фактичного стану надійності БпАК за результатами їх використання у бойових частинах. Подібний підхід вже застосовується у державній авіації України відповідно до “Методичних рекомендацій державної авіації щодо збору, аналізу і подання інформації про несправності авіаційної техніки (МРДА-02/16)”. Первинним документом обліку виступають картки несправностей, які заповнюються у підрозділах та організаціях з технічного обслуговування.

Подолання окреслених проблем можливо реалізувати шляхом розробки та введення в дію Інструкції, яка покликана систематизувати порядок збору, аналізу та подання відомостей про несправності БпАК. Вона повинна доповнювати вимоги розділів 8, 9, 11 Наказу Міністерства оборони України № 401 від 10 липня 2018 року “Про затвердження Правил технічної експлуатації безпілотних авіаційних комплексів І класу державної авіації України” та встановити єдиний підхід до обліку й аналізу даних у військових частинах та організаціях з технічного обслуговування на період воєнного стану.

У доповіді розглянуто основні положення які повинні бути викладені в Інструкції, обгрунтовано алгоритми подачі звітності та запропоновано шаблони звітних документів. У перспективі напрацювання, закладені в Інструкції, можуть стати основою для інтеграції бази

даних технічної експлуатації БпАК в інформаційно-комунікаційну систему, яка замінить паперову звітність і забезпечить централізований облік даних про надійність БпАК.

Створення та введення в дію Інструкції забезпечить отримання систематизованих даних про надійність БпАК, що дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення у військових частинах, які не підпадають під дію МРДА-02/16. Це сприятиме оптимізації кількості типів безпілотних комплексів, удосконаленню системи технічного обслуговування та логістики, а також підвищенню ефективності їх бойового застосування.

Геращенко М.О.
Кривенко М.В.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДИЧНА ОСНОВА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ПЛАТИ ІНІЦІАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТИПУ FPV

Сучасні безпілотні авіаційні комплекси типу FPV експлуатуються в умовах значної варіативності кліматичних факторів та підвищених механічних навантажень. Одним із критично важливих елементів таких систем є плати ініціації боєприпасів, від надійності функціонування яких залежить ефективність виконання завдань і безпека застосування.

У процесі експлуатації FPV-дронів плати ініціації піддаються впливу підвищених та понижених робочих температур, підвищеної вологості, атмосферних опадів, а також значних механічних навантажень – вібрацій та ударів. Неврахування цих факторів на етапі розробки та відсутність належних випробувань можуть призвести до відмов, нестабільної роботи або некоректного спрацювання системи ініціації.

Випробування плат ініціації на стійкість до впливу кліматичних факторів дозволяють оцінити працездатність електронних компонентів і матеріалів плат за умов впливу температурних коливань, підвищеної вологості та агресивних середовищ. Вони дають змогу виявити такі критичні явища, як конденсація вологи, корозія, деградація ізоляційних матеріалів і зміна електричних параметрів.

Випробування плат ініціації на стійкість до впливу механічних факторів спрямовані на перевірку працездатності під час та після впливу вібрацій, ударних навантажень і перевантажень, що виникають під час транспортування, запуску та польоту FPV-дронів. Такі випробування дозволяють оцінити надійність паяних з’єднань, міцність конструкції та здатність виробу зберігати працездатність у динамічних умовах.

Методичною основою для проведення зазначених випробувань пропонуються в даній доповіді розглянути положення STANAG 4370, які регламентують підходи до оцінювання стійкості військової техніки до впливу факторів навколишнього середовища на основі моделювання екологічного профілю життєвого циклу. Застосування методичних підходів регламентованих STANAG 4370, який впроваджений в Україні як військовий стандарт, дозволяє забезпечити уніфікованість методик випробувань, відтворюваність результатів та їх відповідність сучасним міжнародним вимогам.

Використання підходів STANAG 4370 при випробуванні плат ініціації, відповідно до Загальних вимог до пристроїв ініціації боєприпасів для ударного БпЛА разового застосування впроваджених в 2024 році Генеральним штабом Збройних Сил України,

дозволяє комплексно відтворити реальні умови експлуатації, включаючи температурні цикли, вплив вологості, механічні удари та вібраційні навантаження. Це сприяє своєчасному виявленню конструктивних недоліків, підвищенню надійності виробів та зниженню ризиків відмов у бойових умовах.

Таким чином, базові методичні принципи, сформовані у порядку проведення випробувань відповідно вимог військових стандартів на повноту відтворення екологічного профілю життєвого циклу, формують підґрунтя для забезпечення надійності, безпечності та ефективності застосування плат ініціації боєприпасів FPV в сучасних умовах експлуатації.

Геращенко М.М.
Місайлов В.Л., д-р техн. наук, старш. наук. співроб.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПЕРЕШКОДОВОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ СУЧАСНИХ БпАК

Досвід застосування БпАК під час російсько-Української війни вказує на суттєвий розрив між результатами заводських випробувань та стійкістю систем зв'язку БпАК до впливу засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника у реальних бойових умовах. Основними причинами є невідповідність енергетичних профілів перешкод та спрощене моделювання завадової обстановки. Для вирішення цієї проблеми необхідний перехід до імітаційного моделювання сигнатур конкретних засобів РЕБ противника (типу Р-330Ж "Житель", "Р-934БМВ", "Поле 21") на базі наявного вітчизняного обладнання.

У доповіді запропоновано науково-практичний підхід до створення еквівалентної радіоелектронної перешкодової обстановки на випробувальних полігонах. Акцент зроблено на виборі параметрів вітчизняних засобів РЕБ для відтворення умов застосування засобів РЕБ противника (спектральних, часових та просторових характеристик), що дозволяє підвищити достовірність випробувань.

Для створення еквівалентних умов випробувань пропонується комплексний підхід, що синтезує такі методичні рішення:

параметрична адаптація. Вітчизняні засоби налаштовуються для відтворення характеристик засобів противника. Це включає налаштування таких параметрів, як вибір робочих діапазонів та частотних характеристик сигналів;

масштабування енергетичного потенціалу. Через обмеження потужності полігонних систем, еквівалентне співвідношення сигнал/завада досягається геометричним масштабуванням. Згідно з розрахунками, імітація впливу потужного стаціонарного комплексу реалізується малопотужним мобільним засобом на відстані до 30% від його номінальної дальності подавлення, що дозволяє витримувати необхідний поріг деградації каналів зв'язку;

адаптація просторових меж зони експерименту. Для мінімізації впливу погодних факторів та скорочення польотного часу пропонується перехід від польоту БпЛА на максимальну дальність до виконання польотного завдання на зменшених відстанях з пропорційним зменшенням потужності передавача станції керування і контролю.

Запропоновані підходи дозволяють проводити оцінку стійкості систем зв'язку БпАК без необхідності залучення трофейної техніки або дефіцитних потужних вітчизняних комплексів. Впровадження засобів радіовипромінювання з програмним налаштуванням у комбінації з геометричним масштабуванням підвищує репрезентативність результатів полігонних випробувань щодо реальної стійкості систем зв'язку дослідних БпАК.

Германенко Л.М., канд. екон. наук, доцент
Іванов Д.А.
ДНДІ ВС ОВТ

ЗАСТОСУВАННЯ МЕШ-МЕРЕЖ У КЕРУВАННІ БпЛА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПРОТИДІЇ

Дедалі активніше використання МЕШ-мереж у системах керування БпЛА обумовлене підвищенням вимог до стійкості зв'язку, автономності та ефективності дій в умовах складного радіоелектронного середовища. Їх ключова особливість полягає у децентралізованій архітектурі: кожен вузол мережі, чи то безпілотник, чи наземний елемент, не лише передає власні дані, а й виконує функцію ретранслятора. У результаті формується мережа зі змінною топологією, яка підлаштовується під обстановку залежно від положення апаратів, рельєфу та впливу перешкод. Завдяки цьому система зберігає працездатність навіть у разі втрати окремих елементів або прямого каналу зв'язку, оскільки передача даних зберігається через альтернативні маршрути.

З тактичної точки зору це дає низку переваг. Передусім – можливість розосередженого управління: сигнал може проходити через будь-який доступний вузол, що ускладнює виявлення пункту керування. Крім того, МЕШ-мережі дозволяють організувати тісну взаємодію між БпЛА, зокрема у форматі "рою", коли апарати обмінюються даними напряму й узгоджують дії в реальному часі. На практиці це виглядає як ланцюжок передачі сигналу: БпЛА на великій висоті виконують роль ретрансляторів і передають дані тим, що працюють на малих висотах під час виконання завдання. За рахунок цього радіус зв'язку може досягати 200-220 км, що дозволяє діяти на значній відстані від пункту управління. При цьому кількість таких "проміжних ланок" зазвичай обмежена, як правило, 2-3 вузли. Практика показує, що кожна додаткова ретрансляція збільшує затримку та знижує швидкість передачі даних. Щоб підвищити стійкість зв'язку, БпЛА можуть діяти групами, тримаючись на відносно невеликій відстані один від одного. Це дозволяє формувати більш потужний і водночас стійкий радіосигнал, який складніше подавити засобами РЕБ. Додатковим фактором є певна "непомітність" такої мережі, оскільки сигнал розподіляється між вузлами, що ускладнює його виявлення та дає змогу уникати зон подавлення.

Разом із тим, така архітектура не є ідеальною. Складна маршрутизація, залежність від проміжних вузлів і затримки сигналу можуть критично впливати на ефективність у складних ситуаціях. Окрім цього, мережа залишається вразливою до кібернетичних впливів – від перехоплення інформації до впровадження сторонніх вузлів, які можуть порушити її роботу.

Відповідно, протидія МЕШ-мережам вимагає комплексного підходу. Традиційні засоби РЕБ, орієнтовані на пригнічення окремих каналів або супутникової навігації, часто не дають бажаного результату, особливо якщо управління здійснюється в ручному режимі через радіоканал. Натомість більш ефективним є підхід, спрямований на "розбирання" самої

мережі – виявлення її структури та ключових вузлів, таких як висотні ретранслятори або наземні станції далекого зв'язку. Їх виведення з ладу може призвести до розриву ланцюгів зв'язку і, відповідно, до дезорганізації всієї системи. Перспективними є методи спектрального моніторингу та аналізу трафіку, які дозволяють відстежувати активність мережі та прогнозувати її поведінку. Паралельно можуть застосовуватись і кібернетичні методи, наприклад, створення хибних вузлів або втручання в процес маршрутизації. У поєднанні з фізичним ураженням ключових елементів це формує більш ефективну, багаторівневу систему протидії.

Отже, МЕШ-мережі суттєво розширюють можливості сучасних БпЛА навіть у складних умовах. Водночас їх ефективна нейтралізація можлива лише за умови поєднання різних типів впливу – радіоелектронного, кібернетичного та вогневого, що й визначатиме подальший розвиток як самих безпілотних систем, так і засобів боротьби з ними.

Гнатуш А.Р., канд. біол. наук
в/ч Е6117
Залуцький Я.М.
ЧНУ

ОПИС КАНАЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОРОЖИМИ БпЛА НА ОСНОВІ MESH-МОДЕМУ СЕРІЇ ХК

На базі експериментально отриманих даних було встановлено, яким чином противником було вирішено задачу підвищення завадостійкості управління БпЛА. При цьому для радіоуправління вибрано спектральний діапазон 1,3-1,5 МГц, який не використовується для навігації БпЛА та забезпечує максимальну дальність управління. Одночасно з цим за рахунок адаптивного переналаштування робочої частоти досягається стійкість до перешкод та дії засобів радіоелектронної боротьби. Схемотехнічно та конструктивно це досягається за рахунок наявності двох приймально-передавальних трактів, що перемикаються залежно від ситуації з наявністю завад, що складається під час польоту БпЛА.

Розглянуті та продемонстровані алгоритми роботи модему в режимі передачі команд управління БпЛА або телеметрії. Показано, що потенційно модеми можуть працювати з різною шириною спектра пакета 1,25 МГц, 2,5 МГц та 5 МГц. Хоча на практиці на великих відстанях використовується ширина пакета 2,5 МГц, на коротких відстанях 5 МГц. При передачі відеосигналу чи швидкісного потоку даних спектрограма трансформується в 4-10 «смуг» в діапазоні 1,3-1,55 МГц. Проілюстровані спектрограми передачі відеосигналів зі швидкістю 4 Mbps.

Розглянуто адаптивні режими відновлення зв'язку у випадку його втрати шляхом збільшення максимальної потужності сигналів синхронізації.

Таким чином, описано досить ефективний технічний шлях завадостійкого управління БпЛА на базі відпрацьованої противником інформаційної технології та наявної у нього елементної бази, а також визначено можливі шляхи його розвитку.

Голубовська О.М.
Кузьменко Р.В., канд. техн. наук доцент
Казан Е.М., канд. іст. наук, доцент
НАСВ

ЕВАКУАЦІЯ ПІД ВОГНЕМ: ІНТЕГРАЦІЯ БРОНЕКАПСУЛ У НАЗЕМНІ РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ФАКТОР ВИЖИВАННЯ

Сучасний досвід бойових дій засвідчує, що використання наземних роботизованих комплексів (НРК) є невід'ємною частиною виживання піхотних підрозділів. Розвиток високоточних засобів ураження та масове застосування дронів-камікадзе вимагають постійної модернізації евакуаційних НРК. Традиційні відкриті платформи попри свою малу вагу залишають дескриптивну ціль (пораненого) вразливою до уламкових уражень. Інтеграція бронекапсул у структуру НРК – це спроба розв'язати головне протиріччя евакуації: захист пораненого від уламків та куль при збереженні прохідності та непомітності платформи.

Переваги броньованого модуля: захист від «вторинних» уражень, навіть легке бронювання (клас 2 за STANAG або 2-3 клас за ДСТУ) захищає пораненого від випадкових уламків артилерії, мін та куль калібру 7.62 мм на вильоті; психологічний фактор: поранений у закритій капсулі почувається у більшій безпеці, що знижує ризик паніки та шокового стану під час транспортування; капсула часто захищає не лише людину, а й критичні компоненти робота (акумулятори, блоки керування та модулі зв’язку). Сучасні евакуаційні капсули базуються на принципі диференційованого бронювання: протимінний захист (V-подібне днище) спрямований на розсіювання енергії вибуху; периметральний захист: використання керамічних композитів або надвисокомолекулярного поліетилену (НВМПЕ). Це дозволяє знизити вагу захисту на 30–50% порівняно з гомогенною сталевою бронею при аналогічному рівні стійкості до уламків (V50 > 650 м/с). Капсула повинна забезпечувати не лише фізичний захист, а й підтримання мікроклімату, що вимагає інтеграції систем примусової вентиляції та фільтрації повітря.

Незважаючи на підвищення індивідуального захисту, бронекапсула створює негативні ефекти: зростання висоти НРК на 25–40 см підвищує ймовірність візуального виявлення засобами аеророзвідки; збільшення навантаження на електродвигуни призводить до підвищення шуму редукторів та інтенсивнішого нагріву АКБ, що демаскує комплекс у тепловізійному спектрі.

Для евакуації поранених у сучасних бойових діях (2022–2026 рр.) використовується широкий спектр НРК з броньованими модулями українського виробництва:

TerMIT – мультифункціональний комплекс від компанії Tencore, модуль відповідає стандарту захисту STANAG 2920: броньована капсула та бронековдра захищають пораненого від уламків та обстрілів під час руху. Передбачене теплове маскування для зменшення помітності. Модуль оснащений ношами, ременями фіксації та підтримкою голови для стабільного транспортування. Вбудована камера і двосторонній аудіозв’язок дозволяють контролювати стан пораненого в реальному часі. Також усередині є кріплення для медичного обладнання, води та аптечок.

MAUL EVAC – це спеціалізована евакуаційна платформа, розроблена Першим окремим медичним батальйоном спільно з компанією DevDroid. Платформа базується на ходовій

частині квадроцикла та оснащена двигуном внутрішнього згоряння, що забезпечує перевагу у швидкості та витривалості. Бронекапсула оснащена системою амортизації та фіксації для безпечного транспортування пораненого. Захищена броньована капсула, схожа на рятувальні модулі космічних кораблів та убезпечує її від уламків та вибухової хвилі. Такий підхід дозволяє мінімізувати людські втрати під час бойових дій, замінюючи традиційні евакуаційні машини безпілотною системою. У системі управління дроном передбачено чотири різні канали зв'язку, які автоматично підстраховують один одного у разі глушіння сигналу противником.

Гомулько В.В.
Терещенко М.М.
НДІ ВР

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АПАРАТАМИ

Сучасний етап розвитку безпілотних систем характеризується переходом від жорстко детермінованих алгоритмів управління до адаптивних систем на базі штучного інтелекту. У контексті протидії засобам радіоелектронної боротьби та необхідності роботи в динамічних середовищах, традиційні канали телеметрії та дистанційного керування стають слабким місцем, що вимагає впровадження високого рівня автономності бортових обчислювальних комплексів.

Інтелектуальна обробка даних та комп'ютерний зір. Ключовим напрямом застосування штучного інтелекту є реалізація алгоритмів глибокого навчання Deep Learning, зокрема згорткових нейронних мереж CNN, для детекції, класифікації та супроводження об'єктів у реальному часі. Використання бортових прискорювачів Edge AI дозволяє здійснювати семантичну сегментацію зображень безпосередньо "на борту", що дуже важливо для автоматизації цілевказівки та мінімізації затримки в управлінні.

Навігація в умовах відсутності глобальних навігаційних супутникових систем. Одним із найбільш перспективних завдань є реалізація методів одночасної локалізації та картографування SLAM. В умовах придушення сигналів супутникових навігаційних систем застосовуються алгоритми штучного інтелекту, що забезпечують об'єднання (узгодження) даних, отриманих від різних сенсорів. Зокрема, використовуються дані інерціальних вимірювальних модулів, візуальної одометрії, а також лідарних або радарних систем.

Це дозволяє апарату будувати траєкторію руху на основі аналізу локальних ознак рельєфу та об'єктів інтересу, зберігаючи працездатність у безсигнальному середовищі.

Технічні виклики та обмеження. Впровадження складних моделей штучного інтелекту обмежується обчислювальною потужністю вбудованих систем SWaP-constraints: Size, Weight, and Power. Актуальним напрямом досліджень є спрощення нейронних мереж з метою їх адаптації до роботи на обмежених обчислювальних ресурсах, зокрема мікроконтролерах та програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС). Для цього використовуються підходи, що дозволяють зменшити обсяг обчислень і пам'яті без суттєвої втрати точності.

Подальший розвиток безпілотних систем, ймовірно, буде пов’язаний із поєднанням різних підходів до управління. Зокрема, доцільним виглядає використання гібридних рішень, де алгоритми штучного інтелекту відповідають за планування дій і розпізнавання об’єктів, а класичні методи керування забезпечують стабільність і надійність роботи платформи.

Окремої уваги заслуговує напрям колективної взаємодії безпілотних апаратів. Йдеться про координацію роботи групи апаратів, які можуть обмінюватися даними та спільно виконувати завдання. Такий підхід дозволяє більш ефективно вирішувати складні задачі за рахунок розподілу функцій між окремими елементами системи.

Інтеграція алгоритмів штучного інтелекту в системи управління безпілотними апаратами фактично вже сформувало основу для створення техніки нового покоління. При цьому серед основних завдань залишаються підвищення ефективності роботи алгоритмів на обмежених обчислювальних ресурсах, а також забезпечення надійної роботи систем навігації в умовах впливу завад.

Горбач М.П.
Баландін М.В., д-р філософії
Білокопитов Б.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УДАРНИХ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У КОНТРБАТАРЕЙНІЙ БОРОТЬБІ

Сучасна контрбатарейна боротьба характеризується високою динамікою, обмеженим часом перебування артилерійських систем противника на вогневих позиціях, широким застосуванням маневру, маскування, інженерного обладнання позицій та активної радіоелектронної протидії. За таких умов ефективність традиційних засобів виявлення і вогневого ураження значною мірою залежить від швидкості проходження інформації та оперативності прийняття рішення. Саме тому одним із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасних спроможностей у контрбатарейній боротьбі є застосування ударних авіаційних безпілотних систем, які дають змогу не лише виявляти артилерійські засоби противника, а й безпосередньо здійснювати їх ураження.

Особливість ударних авіаційних безпілотних систем у контрбатарейній боротьбі полягає в поєднанні функцій розвідки, супроводження цілі та вогневого впливу в межах єдиного тактичного циклу. Якщо раніше безпілотні системи переважно використовувалися для виявлення ворожої артилерії та коригування вогню своїх підрозділів, то сучасний етап розвитку показує зростання ролі саме ударних платформ, здатних самостійно завершувати цикл ураження. Це дозволяє суттєво скоротити час від моменту виявлення ворожої батареї до її вогневого подавлення або знищення, що має вирішальне значення в умовах швидкої зміни позицій противником.

Перспективність розвитку ударних авіаційних безпілотних систем у контрбатарейній боротьбі зумовлена низкою факторів. По-перше, такі системи забезпечують високу оперативність реагування на появу цілі. По-друге, вони дають можливість уражати артилерійські засоби противника без залучення додаткового вогневого ресурсу, що особливо важливо в умовах дефіциту боєприпасів або обмежених можливостей артилерії. По-третє,

ударні дрони можуть ефективно діяти по цілях, які швидко змінюють положення, перебувають у важкодоступних районах або прикриваються особливостями рельєфу, забудови чи лісистої місцевості. Крім того, їх застосування дозволяє зменшити навантаження на артилерійські підрозділи та підвищити гнучкість ураження.

Одним із головних напрямів розвитку ударних авіаційних безпілотних систем є підвищення точності ураження цілей. Для контрбатарейної боротьби це має особливе значення, оскільки артилерійські системи противника знаходяться на уразливих позиціях дуже нетривалий час. У зв'язку з цим, перспективними є рішення, що забезпечують високу точність наведення, стійке супроводження рухомих або маневруючих цілей, а також можливість ураження окремих елементів артилерійського підрозділу.

Таким чином, розвиток ударних авіаційних безпілотних систем у контрбатарейній боротьбі є одним із найперспективніших напрямів підвищення ефективності вогневого ураження в сучасних умовах. Подальше вдосконалення таких систем має здійснюватися у напрямах підвищення точності, автономності, стійкості до засобів радіоелектронної боротьби, швидкості бойового реагування, масовості застосування та глибокої інтеграції в єдину систему розвідки й ураження. Саме ударні авіаційні безпілотні системи у перспективі можуть стати одним із ключових засобів досягнення переваги у контрбатарейній боротьбі на тактичному рівні.

Горбачов К.М., д-р філософії
Скляр О.В., д-р філософії
Куценко В.В., канд.техн.наук, ст.дослідник
НУОУ

ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЄДИНОГО ПОНЯТІЙНОГО АПАРАТУ З БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

В ході війни за Незалежність України масштаби застосування безпілотних систем для виконання завдань протиповітряної оборони продовжують нарощуватись. Крім розвитку технічних характеристик безпілотних літальних апаратів-перехоплювачів (далі БпЛА-П) зазнають трансформації військові організаційні структури різного рівня.

Отже, виникає необхідність у розробленні основ бойового застосування військових організаційних структур (далі ВОРГС) БпЛА-П, зокрема системи основних положень та термінології, що дасть змогу забезпечити приведення понятійного апарату до єдиних та сталих поглядів. Особливу потребу в наявності зазначеного апарату мають процеси оцінювання можливостей та прогнозування результатів бойових дій БпЛА-П.

Одним з перших питань, на яке необхідно дати відповідь, є визначення змісту понять бойові дії, тактичні дії, бій для ВОРГС БпЛА-П.

Як відомо, для військ Протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ) бойові дії являють собою сукупність тактичних дій й протиповітряних боїв зенітних підрозділів та тактичних дій підрозділів управління, розвідки, підтримки та забезпечення. Протиповітряний бій – це основна форма бойових дій військ ППО СВ, яка містить узгоджені за метою, завданнями, місцем і часом вогонь і маневр частин і підрозділів ППО зі знищення повітряного противника і відбиття його ударів по військах в обмеженому районі протягом

короткого часу. А повітряний бій – збройна боротьба в повітрі поодиноких (груп) літальних апаратів, що поєднує узгоджений за метою, завданнями, місцем і часом маневр і вогонь для знищення противника або відбиття його атак. Таким чином, ВОРГС БпЛА-П під час виконання бойових завдань ведуть повітряний бій, який починається після візуального виявлення повітряної цілі оператором (зовнішнім пілотом) БпЛА-П за допомогою спеціальної апаратури встановленої на БпЛА-П.

Отже, основною формою застосування ВОРГС БпЛА-П є бойові дії, змістом яких буде сукупність тактичних дій та повітряних боїв.

Основним змістом ведення повітряного бою для ВОРГС БпЛА-П буде виконання бойового маневрування та застосування різноманітних тактичних прийомів з метою заволодіння та утримання ініціативи. При цьому бойове маневрування являтиме собою переміщення БпЛА-П у повітряному просторі для заняття тактично вигідного положення або для забезпечення взаємодії. Тактичний прийом – дії ВОРГС БпЛА-П під час знищення повітряного противника за рахунок реалізації сильних сторін БпЛА-П і використанні слабих сторін засобів повітряного нападу противника (ЗПН).

Враховуючи досвід війни за Незалежність України, слід зазначити, що для досягнення успіху БпЛА-П у повітряному бою із ЗПН противника необхідно виконати низку умов, якими можна визначити наступні: забезпечення стрімкого зближення і раптовості атаки; творче й майстерне застосування маневрування; здатність знищувати ЗПН противника з першої атаки; застосування тактичних прийомів з урахуванням сильних і слабких сторін будови (характеристик) як БпЛА-П так і ЗПН противника; узгоджені та взаємопов’язані дії поодиноких БпЛА-П та їх груп, які виконують різні тактичні завдання.

Грабчак В.І., д-р техн. наук, професор
Манзяк М.О., д-р філософії
НАСВ

ДОСВІД ЗНИЩЕННЯ ВЕРТОЛЬОТА КА-52 ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ FPV-ДРОНІВ

На Покровському напрямку Сили безпілотних систем Збройних Сил України реалізували унікальну операцію з нейтралізації ударного вертольота Ка-52 «Алігатор», що підкреслює критичну важливість знищення армійської авіації для забезпечення живучості наземних підрозділів та збереження тактичної ініціативи. Застосування FPV-дронів на оптоволоконному керуванні стало високоефективним нетрадиційним інструментом ураження повітряних цілей, який дозволив повністю нівелювати вплив засобів РЕБ противника та забезпечити прецизійне наведення у найбільш вразливі елементи конструкції вертольота. Успішне ураження повітряної цілі стало можливим завдяки завчасному отриманню розвідувальної інформації, правильному визначенню ймовірних маршрутів польоту противника та організації системи взаємодії між підрозділами. Використання рельєфу противником для польоту на надмалих висотах було компенсовано виставленням засідок на ймовірних маршрутах польоту вертольотів. Ключову роль відіграло застосування багаторівневої системи розвідки, що містило радіоперехоплення, візуальне спостереження та БпЛА, які забезпечили точне цілевказання в реальному часі. Передача параметрів руху цілі

(курс, висота, швидкість) дозволила мінімізувати час реагування та забезпечити вихід FPV-дрона на оптимальну траєкторію перехоплення.

Отриманий досвід підтвердив можливість ефективного ураження повітряних цілей типу ударних вертольотів із застосуванням FPV-дронів, що суттєво розширює їх функціональне призначення. Використання оптоволоконного керування дозволяє нівелювати вплив РЕБ противника та забезпечує високу точність ураження. Застосування комплексного підходу (розвідка, взаємодія, засідки) дозволяє компенсувати використання противником рельєфу місцевості та польоти на надмалих висотах. Даний досвід свідчить про доцільність подальшого розвитку тактики застосування FPV-дронів як засобу боротьби з армійською авіацією противника.

З метою підвищення ефективності боротьби з армійською авіацією противника рекомендується:

забезпечити розвиток системи розвідки та раннього виявлення, впровадження практики виставлення засідок на ймовірних маршрутах польоту, удосконалення взаємодії між підрозділами БпЛА та ППО, а також розширення застосування FPV-дронів на оптоволоконному керуванні;

організовувати завчасне висування та розгортання екіпажів FPV-дронів на ймовірних маршрутах польоту армійської авіації противника з визначенням для них пріоритетного завдання щодо ураження повітряних цілей, що дозволить скоротити час реагування та забезпечити готовність до перехоплення безпосередньо в зоні появи противника;

забезпечити створення стійкої системи управління та передачі даних між підрозділами розвідки, БпЛА та ППО із використанням єдиних каналів обміну інформацією в режимі реального часу, що дозволить скоротити цикл «виявлення–ураження» та підвищити точність цілевказання;

передбачити накопичення резерву FPV-дронів (зокрема на оптоволоконному керуванні) у районах можливого застосування противником армійської авіації, а також організувати системну підготовку операторів із відпрацюванням дій з ураження швидкісних повітряних цілей, що забезпечить стабільність результатів та можливість масштабування даного досвіду;

організувати планування та виконання заходів з ураження армійської авіації противника із використанням штатних підрозділів БпЛА, що дозволить скоротити час реагування, підвищити автономність дій та забезпечити оперативність прийняття рішень без залучення додаткових сил.

Грабчак З.М., д-р філософії
НАСВ
Медведков О.М.
в/ч А4948

ТАКТИКА ПРОТИДІЇ ДИСТАНЦІЙНОМУ МІНУВАННЮ ЛОГІСТИЧНИХ МАРШРУТІВ ШЛЯХОМ СКИДАННЯ СВП З БпЛА

В умовах сучасної контрбатарейної боротьби та позиційного протистояння противник масштабно застосовує системи дистанційного мінування для оперативного блокування логістичних артерій та шляхів висування підрозділів Сил оборони України. Метою таких дій є

створення «зон заборони доступу» (A2/AD), що обмежує маневреність техніки, зриває терміни ротації та підвезення боєприпасів. Противник використовує комбіновані мінні поля, що поєднують:

– протипіхотні засоби ПФМ-1/1С (натискної дії), ПОМ-2 (натяжної дії) та ПОМ-3 «Медальйон» (з дистанційними сейсмічними датчиками та функцією «стрибка»);

– протитанкові міни серії ТМ-62 (зазвичай з підривниками МВЧ-62 або магнітними датчиками), а також спеціалізовані міни для дистанційного встановлення ПТМ-1 та ПТМ-3 (кумулятивної дії);

– саморобні вибухові пристрої (СВП) із радіокерованими або інфрачервоними датчиками цілі, що робить їх ідентифікацію стандартними методами вкрай складною.

Для збереження живучості підрозділів впроваджено алгоритм дистанційної інженерної розвідки та ліквідації (EOD-drone operations). Використання БпЛА мультироторного типу (класу Mavic 3/3T) для детального обстеження дорожнього полотна та узбіч. Застосування тепловізійних камер дозволяє виявляти міни, що мають відмінну від ґрунту теплоємність, навіть при частковому маскуванні. Замість класичного механічного розмінування, спеціально навчені екіпажі проводять точкове скидання засобів вибухового впливу (модифікованих гранат або СВП) безпосередньо на виявлений об’єкт, що призводить до його детонації. Враховуючи активне застосування противником засобів РЕБ (окопних куполів та комплексів типу «Поле-21»), для роботи БпЛА використовують виносні антени, нестандартні частоти управління (ELRS) та зміну прошивок для обходу навігаційних перешкод (GPS-спуфінгу).

Таким чином, застосування БпЛА як засобів інженерного забезпечення переводить процес розмінування у категорію дистанційних операцій, що критично знижує ймовірність підриву техніки та особового складу на «інтелектуальних» мінних полях. Ефективність методу безпосередньо залежить від інтеграції даних аеророзвідки в системи ситуаційної обізнаності та оперативності взаємодії між логістичними службами та підрозділами БпАК.

Для підвищення ефективності дистанційного розмінування шляхом застосування скидів з БпЛА рекомендується:

організувати системну підготовку екіпажів БпЛА для виконання завдань дистанційної інженерної розвідки та ураження вибухонебезпечних предметів із відпрацюванням алгоритмів дій у складних погодних умовах та під впливом РЕБ;

запровадити чіткий порядок взаємодії між підрозділами БпЛА, інженерно-саперними підрозділами та підрозділами логістики з визначенням відповідальних осіб за прийняття рішення на ураження об’єкта;

перед кожним логістичним висуванням обов’язково проводити багаторівневу розвідку маршруту (первинну та контрольну) з фото- та відео- фіксацією виявлених об’єктів;

створити резерв БпЛА та комплектів скидання для безперервного виконання завдань у разі втрат або технічних відмов основних засобів.

Гречаний М.П.
Лазаренко Ю.О.
Соннік О.Є.
ДНДІ ВС ОВТ

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЗБЕРІГАННЯ ВОДНЮ ДЛЯ ПІДРОЗДІЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Застосування водневих технологій у підрозділах безпілотних систем (ПБС) Збройних Сил України дозволить значно підвищити автономність, скритність та ефективність роботизованих комплексів усіх типів (повітряних, наземних та водних).

Зроблено аналіз інформації з відкритих джерел щодо водневих технологій для безпілотних літальних апаратів (БпЛА), наземних роботизованих комплексів (НРК) та безекіпажних суден: НРК “Hermione” (Франція), “ZH2” (США), “Black Veil” (Південна Корея), безекіпажних суден “FSD” (Велика Британія), БпЛА “Raybird” та “Spectator-M1” (Україна), БпЛА “Doosan DS30W” та “Hogreen Air Hydrogen-Powered Drone” (Південна Корея). Одним з важливих аспектів у цьому кейсі є методи твердотільного зберігання водню. З урахуванням специфіки бойового застосування роботизованих систем, пропонуються наступні рекомендації:

1. Впроваджувати змінні паливні картриджи на основі складних гідридів (аланатів, боргідридів) для розвідувальних та ударних БпЛА. Складні гідриди мають найвищу гравіметричну ємність (до 18% мас.), що є важливим для БпЛА. Це забезпечить збільшення тривалості польоту БпЛА у 3–5 разів порівняно з літій-іонними акумуляторами (збереження низької теплової, акустичної сигнатури).

2. Впроваджувати металогідридні системи для НРК та морських безпілотних систем. Для наземних платформ та морських дронів об’ємна щільність і безпека є важливішими за вагу. Інтегрувати металогідридні балони у конструкцію шасі логістичних та евакуаційних дронів, що забезпечить високу живучість системи (балон не вибухає при механічному пошкодженні, бо водень вивільняється поступово і лише при підведенні тепла). Для підводних дронів це забезпечує безшумність та відсутність необхідності спливати для поповнення кисню.

3. Недеструктивні композиційні матеріали для бойових умов. Бойова робота безпілотних систем супроводжується інтенсивними вібраціями, ударами та різкими змінами температур. Пропонується використання в цих системах виключно недеструктивних композитів для паливних систем. Це дозволить запобігти подрібненню матеріалу всередині бака, що гарантує стабільну подачу водню навіть після тривалої експлуатації в умовах бездоріжжя або після перенесення ударних хвиль та значно подовжує ресурс роботизованого комплексу.

4. Логістичне забезпечення через рідкі органічні носії водню на польових пунктах заправки БпЛА. Водень може транспортуватися у вигляді звичайної рідини у стандартних каністрах або автоцистернах. У польовому пункті заправки або на мобільній платформі встановлюється компактний реактор-дегідратор, який вивільняє водень для заправки дронів.

5. Мобільні компресори на основі інтерметалідів. Для швидкої підготовки дронів до повторного вильоту необхідна ефективна заправка. Пропонується оснащення мобільних груп ПБС металогідридними термосорбційними компресорами. Це надасть можливість отримувати високий тиск водню для заправки без використання шумних механічних компресорів та електроенергії, що важливо для маскування позицій “пілотів”.

Такий підхід дозволить ПБС отримати технологічну перевагу за рахунок тривалого часу виконання завдань та скритності комплексів у акустичному та тепловому спектрах.

Гродзь Н.М., доктор філософії
Врублевський І.Й., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ПРОСТОРОВЕ МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ ЯК ФУНДАМЕНТ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТОРА БпЛА

У сучасній війні, де домінує технологічність та дистанційне керування, роль людського фактора не зменшується, а трансформується. Однією з ключових когнітивних навичок військовослужбовця безпілотної авіації стає просторове мислення – здатність подумки оперувати тривимірними об'єктами, моделювати траєкторії та миттєво зіставляти плоску картинку з монітора з реальною географією місцевості.

Головним викликом для оператора є подолання «екрана-бар'єра», тобто військовослужбовець бачить двовимірне зображення з камери, але повинен миттєво конвертувати його у тривимірну модель у своїй голові. Майбутній офіцер, тобто майбутній оператор, має розуміти, де знаходиться дрон у просторі, в якій точці знаходиться його локація та відповідні цілі, навіть, при інтенсивному маневруванні або втраті GPS-сигналу.

Надзвичайно важливими є також навички ментального зумування – здатність правильно оцінити відстань до об'єкта та його реальні розміри через об'єктив з різною фокусною відстанню, тобто відповідним зумом.

Просторове прогнозування при роботі з FPV-дронами можна описати за допомогою процесу роботи пілотів, спеціально підготовлених пілотів FPV-дронів (First Person View), просторове мислення котрих працює на рівні рефлексів. Швидкість польоту камікадзе вимагає не просто побачити перешкоду, а «відчувати» габарити дрона у динаміці. Пілот повинен розрахувати дугу заходу на ціль, враховуючи інерцію, вітер та кут атаки. Наприклад, проліт крізь вузькі отвори (вікна, люки техніки, крони дерев) потребує ідеальної координації «око-рука» та чіткого розуміння положення апарата в просторі. Для екіпажів розвідувальних БпЛА просторове мислення є критичним для побудови ментальної карти поля бою. Оператор повинен подумки поєднати дані зі своєї камери з топографічною картою, щоб точно визначити координати цілі та напрямок снаряда.

Просторове мислення виснажує мозок швидше за фізичну роботу. Постійна потреба «обертати» камеру та одночасно стежити за горизонтом, зарядом батареї та загрозами з боку ворожих дронів призводить до тунельного зору. Тому тренування просторової уяви є обов'язковим етапом підготовки. Розуміння рельєфу дозволяє використовувати «мертві зони» (низини, посадки) для прихованого підльоту до противника, уникаючи засобів РЕБ та візуального виявлення.

Просторове мислення військовослужбовця в безпілотній авіації – це не просто бонус, а питання виживання техніки та успіху місії. Це міст між цифровим сигналом та фізичною реальністю, де швидкість обробки просторової інформації напряму конвертується у знищені цілі та збережені життя побратимів. Оскільки, сучасна військова ситуація потребує великої кількості фахівців власне літального та технологічного діапазону, то без просторового уявлення такі фахівці ні теоретично, ні практично реалізувати себе у військовій справі та бойових завданнях не зможуть.

Демідчик Ф.А., канд. військ. наук, доцент
КВП КПНУ ім. Івана Огієнка

ВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Основна мета інженерної розвідки полягає у забезпеченні командирів та військових інженерів своєчасною, достовірною та актуальною інформацією про: фізико-географічні умови та стан місцевості; характер і ступінь інженерного обладнання позицій противника; склад, положення, стан та наміри його інженерних підрозділів; наявність та систему мінно-вибухових загороджень тощо. Другорядна мета – доповнення загальновійськової розвідки даними, що впливають на темпи просування військ та ефективність оборони.

Досвід відбиття повномасштабної агресії рф проти України продемонстрував докорінні зміни у формах і способах ведення розвідки. Сучасна інженерна розвідка здійснила перехід від виключно контактних методів (робота сапера з щупом та металодетектором) до дистанційних та комбінованих методів. Ключовим фактором стало насичення повітряно-наземного простору безпілотними літальними апаратами (далі – БпЛА) та наземними роботизованими комплексами (далі – НРК).

Аналіз сучасного досвіду бойових дій свідчить, що інженерна розвідка за допомогою безпілотних систем (БпЛА та НРК) трансформувалася з допоміжного елемента у стратегічно важливий компонент інженерної підтримки бойових дій.

Використання безпілотних (роботизованих) систем дозволяє отримувати розвідувальні дані в режимі реального часу (Real-time intelligence) у складних умовах рельєфу та під щільним вогневим впливом противника.

Повітряна розвідка (БпЛА) дозволяє проводити мультиспектральний аналіз місцевості, виявляти демаскувальні ознаки мінних полів, оцінювати стан гідротехнічних споруд, мостів та шляхів висування тощо.

Наземна розвідка (НРК) виконує роль “наземних очей” та засобів безпосереднього зондування. НРК є першим ешелоном, що заходить у зону ймовірного мінування, що критично знижує ризики для життя особового складу.

Постійна еволюція технологій вимагає адаптації підходів до підготовки та застосування підрозділів інженерної розвідки:

використання лідарів (LiDAR) та тепловізійних камер для виявлення замаскованих мін за температурним контрастом ґрунту (“тепловий слід”);

перехід від загальної підготовки сапера до підготовки вузькоспеціалізованих операторів інженерних роботизованих платформ;

розробка та відпрацювання тактики застосування БпЛА в умовах інтенсивної радіоелектронної протидії;

передача даних з інженерних БпЛА/НРК безпосередньо в системи ситуаційної обізнаності (наприклад, “Дельта”), що дозволяє миттєво наносити виявлені мінні загородження на цифрові карти. Інтеграція БпЛА в єдиний інформаційний простір дозволяє командирам отримувати актуальну інженерну картину поля бою миттєво.

Майбутнє інженерної розвідки полягає у поєднанні Штучного Інтелекту (для автоматичного розпізнавання об'єктів) та високостійких до перешкод каналів зв'язку.

Впровадження безпілотних систем в інженерну розвідку не просто доповнює традиційні методи, а створює нову парадигму ведення бойових дій, де дистанційне виявлення та ідентифікація загроз повинна стати безальтернативним стандартом підрозділів розвідки.

Дмитренко Р.І.
Галицький Д.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Відбиття збройної агресії рф поставило перед Україною низку складних викликів, а саме: нестача особового складу та техніки, технічна перевага противника, відсутність засобів враження глибокого тилу противника, перевага росіян на морі, недостатня кількість засобів ППО, здатних протистояти ракетам та БпЛА дальньої дії. Вирішуючи ці проблеми, Україна була вимушена розвивати безпілотну компоненту. Завдяки швидкому впровадженню інновацій більшість викликів успішно вирішуються.

Бойові дії в Україні та Ірані показали, що війна – це в першу чергу гроші. Дешевизна та масовість перемагають високу технологічність. Збивати дрон за десятки тисяч доларів засобами за десятки мільйонів доларів економічно невигідно.

На сучасному етапі війни БпЛА стали одним із головних факторів стійкості української оборони. Дрони дозволяють: стримувати переважаючого противника, вражати його вогневі та броньовані засоби, замінити людей, економити дорогі боєприпаси, тримати під контролем ЛБС, успішно боротись з дронами противника, завдавати удари вглиб території ворога, знищувати його військовий та економічний потенціал. При відсутності флоту домінувати на морі. Подальший розвиток технологій безпілотних систем дозволить Україні наростити технологічний відрив від російської армії та ефективно стримувати агресію, коли противник переважає в людях та техніці.

DEEP STRIKE ДРОНИ (≥ 200 км) та MIDDLE STRIKE ДРОНИ (50-200 км).

Сучасні безпілотні літальні апарати повинні вміти аналізувати навколишню обстановку, будувати маршрут свого руху та алгоритм виконання певних дій. Все це буде неможливим для БпЛА без забезпечення засобами орієнтації в просторі. Для цього необхідне поєднання супутникових та інерціальних навігаційних систем з використанням машинного зору на кінцевому етапі. Важливим фактором виступає стійкість до систем РЕБ, здатність комунікувати між собою. Перспективним шляхом буде технологія використання «рою», що своєю чергою дозволить одному оператору одночасно управляти декількома дронами. Масовість та відносна дешевизна дозволять перенавантажувати ворожу ППО та досягати цілей. Для покращення характеристик дронів необхідний розвиток легких композиційних матеріалів та удосконалення програмного забезпечення. Можливим напрямом розвитку також може бути розвиток дальніх БпЛА – носії ударних дронів. Вже тепер деякі платформи виступають як носії 1- 2 ударних дронів, одночасно виступаючи як ретранслятори. Інтеграція штучного інтелекту в БпЛА дозволить забезпечити стійке проходження маршруту під час глушіння, обходити ППО і супровід цілей на кінцевому етапі. Збільшення далекобійності дронів та корисного навантаження дозволить значно послабити економіку та військові спроможності країни-агресора, на середніх відстанях зруйнувати логістику переднього краю, ППО, дезорганізувати управління військами. В березні 2026 року Україна обігнала рф за кількістю успішних ударів та масовості Deep Strike.

ДРОНИ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ. Основним викликом для дронів тактичного рівня є РЕБ противника. Перехід на оптоволокно вирішує проблему РЕБ , але обмежує дальність та швидкість польоту. Вирішення цієї проблеми є основною та самою важкою задачею для

українських розробників. Перспективним є напрямок евакуації поранених та перекидання вантажів за допомогою важких вантажних коптерів. Збільшення вантажопідйомності дозволить організувати безперервну логістику та евакуацію поранених. Перевага виконання логістичних завдань важкими коптерами перед НРК – це більша мобільність і незалежність від доріг та замінованих ділянок місцевості, менша вартість. Водночас робота важких дронів потребує прикриття іншими розвідувальними та ударними дронами.

Одним з шляхів покращення є використання малогабаритних стрілецьких комплексів як заміна дронів-камікадзе та легких бомберів для боротьби з живою силою противника.

ЗЕНІТНІ ДРОНИ. Нарощування виробництва та застосування зенітних дронів у системі протиповітряної оборони дозволить зменшити, а в перспективі нейтралізувати дії як розвідувальних, так і ударних дронів противника, закрема далекобійні, та значно здешевити процес збиття. Розвиток єдиної системи протиповітряної оборони з інтегрованими зенітними дронами дозволить якісно прикрити небо. Вже успішно пройшло випробування дистанційне керування зенітним дроном. Масштабування такого досвіду дозволить одному підготовленому оператору керувати групою зенітних дронів, які будуть розміщуватись на шляхах польоту ворожих дронів непідготовленими групами. У подальшому можливо розгортання сітки зенітних дронів у контейнерах на заздалегідь визначених позиціях під керуванням операторів цілими секторами.

Для України безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали тим інструментом, який може допомогти змінити хід бойових дій. Тільки завдяки технологічній перевазі можливо добитися перемоги у війні.

Дуфанець І.Б.
Зеленюх О.М.
Голубовська О.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Стрімке зростання автомобілізації населення, збільшення інтенсивності транспортних потоків робить особливо гострою проблему забезпечення безпеки дорожнього руху. За даними міжнародних досліджень, переважна більшість дорожньо-транспортних пригод пов’язана з людським фактором – помилками водія, втомою, неуважністю або порушенням Правил дорожнього руху. В цьому контексті розвиток безпілотних систем у сфері автомобільного транспорту розглядається як один із найбільш перспективних напрямів зниження аварійності та підвищення ефективності функціонування транспортних систем. Це також зумовлено глобальними технологічними зміни, які пов’язані з розвитком штучного інтелекту, цифровізацією та автоматизацією. Розвинуті країни світу активно впроваджують автономні транспортні засоби, що формує нові стандарти мобільності, логістики. Водночас Україна перебуває на етапі адаптації до цих змін, що потребує наукового обґрунтування напрямів розвитку безпілотних технологій з урахуванням національних особливостей.

Особливого значення ця проблема набуває в умовах необхідності підвищення обороноздатності держави, розвитку логістичних систем та забезпечення безпеки перевезень.

Безпілотні технології активно застосовуються у військовій сфері, а їх інтеграція в автомобільний транспорт відкриває нові можливості для виконання завдань у складних та небезпечних умовах.

Впровадження безпілотних систем зумовлює необхідність трансформації системи підготовки водіїв. Традиційні підходи до навчання не повною мірою відповідають сучасним вимогам, оскільки водій поступово переходить від ролі безпосереднього керівника транспортного засобу до оператора складної автоматизованої системи. Це вимагає формування нових компетентностей, пов'язаних із взаємодією людини та штучного інтелекту.

Безпілотні транспортні засоби функціонують на основі інтеграції штучного інтелекту, сенсорних систем (камери, радари, LiDAR), супутникової навігації та високоточних цифрових карт. Рівні автоматизації транспорту варіюються від допоміжних систем водіння до повністю автономного керування.

Перспективні напрями розвитку включають: удосконалення систем допомоги водієві (ADAS) та перехід до повної автономності; розвиток технологій зв'язку між транспортними засобами та інфраструктурою (V2X); створення інтелектуальної транспортної інфраструктури; застосування безпілотного транспорту у логістиці, громадських перевезеннях і спеціальних операціях; інтеграцію автономного транспорту в концепцію «розумного міста».

Безпілотні системи у сфері автомобільного транспорту є важливим фактором підвищення безпеки та ефективності перевезень. Їх розвиток потребує комплексного підходу, що включає технологічні інновації, вдосконалення законодавства та модернізацію системи підготовки водіїв.

Дюков І. М.
ЦНДІ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНОМУ ЗБРОЙНОМУ КОНФЛІКТІ

Сучасне безпекове середовище та досвід останніх збройних конфліктів свідчать про докорінну трансформацію підходів до ведення бойових дій. Безпілотні системи (БпС) стали одним із ключових факторів, що визначають динаміку та результативність операцій на всіх рівнях. Розвиток технологій зумовлює перехід БпС від допоміжного засобу розвідки до самостійного ударного інструменту та невід'ємної складової загального замислу об'єднаних операцій.

Визначальною тенденцією розвитку безпілотних систем є стрімке підвищення рівня їх автономності за рахунок впровадження алгоритмів штучного інтелекту та машинного зору. Це дозволяє суттєво зменшити затримки в управлінні, забезпечити автоматичне розпізнавання цілей та виконання завдань в умовах інтенсивної радіоелектронної боротьби (РЕБ). Навігація на основі оптичного потоку та порівняння еталонних зображень місцевості стає стандартом для подолання зон, де сигнали супутникових радіонавігаційних систем подавлені або підмінені противником (спуфінг).

Наступним етапом еволюції є перехід від застосування поодиноких апаратів до використання роїв БпС. Ройовий інтелект дозволяє розосередити бойове навантаження, забезпечити стійкість до втрат окремих одиниць та організувати масовані скоординовані атаки, здатні перенаситити багатоешелоновані системи протиповітряної оборони. У цьому контексті критичного значення набуває розробка захищених каналів зв'язку, систем псевдовипадкового перелаштування робочої частоти (ППРЧ) та протоколів обміну даними безпосередньо всередині рою.

Збільшення дальності польоту та маси корисного навантаження поступово стирає межу між тактичним та оперативним рівнями застосування БпС. Водночас зростає роль інтеграції БпС у єдину архітектуру управління боєм. Це вимагає адаптації штабних процедур та ритму роботи (Battle Rhythm) органів управління для максимально оперативного прийняття рішень щодо ураження виявлених цілей.

У відповідь на розвиток БпС пропорційно еволюціонують і засоби протидії. Формується безперервний цикл технологічного протиборства між системами нападу та захисту. Перспективними рішеннями у сфері протидії є створення комплексних систем, що інтегрують засоби виявлення, радіоелектронного подавлення, лазерні технології та кінетичне перехоплення за допомогою спеціалізованих БпЛА-перехоплювачів.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що подальший розвиток безпілотних систем базуватиметься на трьох основних напрямах: повна автономність на кінцевій ділянці траєкторії, глибока інтеграція технологій для роботи в умовах активної РЕБ та багатосферність – поєднання повітряних, наземних і морських платформ у єдиний ударно-розвідувальний контур. Перевагу на полі бою матимуть ті сили, які здатні швидше адаптувати програмне забезпечення, впроваджувати інновації та гнучко інтегрувати безпілотні спроможності в оперативне планування.

Єфімов Г.В., канд. наук з держ. упр., с.н.с.
Скиданенко В.В.
НАСВ

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА РОЗВИТОК СПРОМОЖНОСТЕЙ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СИЛАХ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

У сучасних умовах збройної боротьби ефективність застосування безпілотних систем визначається не лише їх технічними характеристиками, а насамперед рівнем підготовки особового складу. Масовий характер використання безпілотних платформ зумовлює необхідність переходу від підготовки вузькоспеціалізованих операторів до формування базової функціональної компетентності у більшості військовослужбовців. Система підготовки персоналу у сфері застосування безпілотних систем повинна мати багаторівневу структуру, що охоплює всі категорії особового складу. На командирському рівні ключовим є формування у офіцерів здатності інтегрувати безпілотні системи у процес управління боєм, планувати їх застосування, організовувати взаємодію між підрозділами та приймати рішення на основі даних, отриманих у режимі реального часу. Сержантський склад виконує функцію основної ланки практичної реалізації. До його завдань належать організація роботи операторів,

підтримання технічної готовності безпілотних систем, навчання підлеглих та контроль виконання поставлених завдань. Рядовий склад повинен володіти базовими навичками експлуатації безпілотних систем, орієнтування у цифровому середовищі, протидії ворожим БпЛА, а також дотримання заходів маскування і безпеки. Окреме місце у системі підготовки займає інструкторський склад, який забезпечує масштабування навчального процесу. Водночас дефіцит підготовлених інструкторів залишається однією з ключових проблем, що обмежує темпи нарощування спроможностей. Досвід бойових дій дозволяє виокремити основні виклики у сфері підготовки та застосування безпілотних систем: активний вплив засобів радіоелектронної боротьби, що потребує навчання дій в умовах деградації каналів управління та навігації; технічна складність і різнорідність безпілотних платформ, що ускладнює їх стандартизоване освоєння; залежність від імпортних компонентів і обмеженість ресурсної бази; значне психологічне навантаження на операторів; недосконаліть нормативно-правового та методичного забезпечення. Для Сил територіальної оборони України система підготовки має враховувати специфіку комплектування підрозділів за залишковим принципом, що обумовлює необхідність розробки адаптованих навчальних програм, орієнтованих на швидке набуття практичних навичок та їх подальше підтримання. У цьому контексті доцільним є впровадження модульної системи підготовки (новачок, середній, просунутий, професіонал та інструкторський рівні), використання симуляторів і тренажерів, залучення мобільних навчальних груп, розвиток дистанційних освітніх платформ, запровадження системи сертифікації операторів.

Важливим напрямом розвитку є створення мережі навчальних центрів, спроможних забезпечити підготовку з урахуванням реальних умов бойових дій, зокрема із моделюванням впливу засобів радіоелектронної боротьби та обмежень навігації. Окремої уваги потребує психологічна підготовка та підтримка персоналу. Робота операторів безпілотних систем пов’язана з тривалим перебуванням у стані підвищеного навантаження, що вимагає регламентування тривалості змін, впровадження програм психологічної підтримки та проведення відновлювальних заходів. Таким чином, підготовка особового складу є визначальним чинником ефективності застосування безпілотних систем, а система навчання у Силах ТрО має бути адаптованою, масштабованою та орієнтованою на практичне застосування в умовах сучасного бою.

Жарков Я.А.
Василішин Д.В.
Давлетов А.Р.
Симоненкова І.В.
ВА (м. Одеса)

ЗАХИСТ КАНАЛУ ЗВ’ЯЗКУ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВІД ШУМОВИХ ЗАВАД НА ОСНОВІ АДАПТИВНОЇ ОБРОБКИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ СИГНАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ DS-CDMA

У сучасних умовах застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) значно збільшує роль стійкого та надійного каналу зв’язку між літальним апаратом та наземним пунктом управління.

Одним з ключових факторів, що значно знижує ефективність функціонування БпАК, є вплив шумових та навмисних завад, які призводять до зниження якості передачі команд управління та телеметричної інформації.

Метою роботи є підвищення завадостійкості каналу зв'язку та управління БпАК шляхом використання адаптивної просторово-часової обробки сигналів в антенних системах за технологією DS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiple Access, Множинний доступ з кодовим розділенням каналів на основі прямої координати).

На відміну від класичних методів просторової селекції, які формують лише діаграму спрямованості на джерела сигналу, просторово-часова обробка дозволяє додатково отримати їх спектральні та часові властивості, що особливо важливо в умовах активного застосування засобів РЕБ противника.

Запропонований підхід передбачає поєднання адаптивного просторового фільтра з часовим адаптивним фільтром у єдину оптимізаційну структуру. Крім того, підвищення завадостійкості та пропускної здатності системи управління групою БпАК забезпечується безпосередньо використанням технології DS-CDMA шляхом кодового розділення сигналів окремих безпілотних засобів.

Використання адаптивної просторово-часової обробки сигналів у поєднанні з технологією DS-CDMA дозволяє суттєво вплинути на широкосмугові шумові завади, а також вузькосмугові завадові сигнали, які "руйнують" сигнали управління БпАК. До того ж, такий підхід підвищує забезпечення енергетичної ефективності приймального тракту та забезпечує покращення якості демодуляції інформаційних повідомлень.

Особливу увагу у ході досліджень заслуговують питання обчислювальної складності реалізації алгоритмів просторово-часової обробки. В роботі показано, що при використанні сучасних цифрових сигнальних процесорів та програмно-апаратних платформ можлива практична реалізація адаптивних алгоритмів сигналів зв'язку та управління БпАК у реальному масштабі часу.

Отримані результати свідчать про доцільність застосування методів адаптивної просторово-часової обробки сигналів та технології DS-CDMA як одного з найперспективніших напрямів підвищення завадостійкості каналів зв'язку та управління БпАК в умовах активної радіоелектронної протидії противника. Запропонований підхід може бути використаний під час модернізації існуючих підсистем зв'язку та управління, а також під час проєктування новітніх бортових й наземних радіотехнічних засобів.

Журба К.
Калашник В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ДОНАВЕДЕННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

Сучасні бойові дії наочно продемонстрували важливу роль БпЛА-перехоплювачів у системі протиповітряної оборони, особливо в задачах протидії розвідувальним та ударним безпілотним апаратам противника. Ефективність ураження цілі такими засобами критично залежить від точності виведення апарату на ціль на термінальній ділянці польоту, що

обумовлює виключне значення систем донаведення як ключового елементу, який визначає бойовий потенціал перехоплювача.

Поточний стан систем донаведення БпЛА-перехоплювачів характеризується двома основними підходами. Перший – реалізація автоматичного донаведення, що активується оператором і надалі працює автономно безпосередньо на борту БпЛА. Другий – повна відсутність такої системи, коли наведення на ціль здійснюється виключно оператором у ручному режимі. Наявна ситуація змушує виробників самостійно розробляти системи донаведення у повному обсязі, що сповільнює темпи впровадження готових рішень у війська та суттєво підвищує собівартість виробу через значні інвестиції у науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи.

Враховуючи значно вищу ефективність БпЛА-перехоплювачів, оснащених системою донаведення, у порівнянні з апаратами без неї, доцільним є розгляд шляхів реалізації уніфікованої системи донаведення, придатної для застосування на більшості типів БпЛА-перехоплювачів. Перспективним напрямом видається перенесення обчислювального навантаження алгоритмів донаведення з борту БпЛА на станцію керування та контролю. Поява на ринку відносно недорогих рішень цифрового зв’язку відкриває можливість не лише вирішити питання багатоканального керування групою БпЛА-перехоплювачів, а й – за умови передачі відеопотоку без суттєвих втрат якості зображення – реалізувати алгоритми донаведення на стороні наземної станції. Такий підхід дозволяє спростити конструкцію та знизити вартість бортового обладнання, оскільки на борту переважно лишаються виконавчі механізми та канал зв’язку.

Додатковою перевагою такої архітектури є можливість оперативного накопичення актуальних кейсів реальних польотів та бойових застосувань. Сформована база даних може використовуватися для подальшого аналізу ефективності, тестування алгоритмічних рішень та тренування моделей штучного інтелекту, що відкриває шлях до постійного вдосконалення систем донаведення.

За результатами аналізу можна сформулювати такі висновки та пропозиції. По-перше, перенесення алгоритмів донаведення на станцію керування та контролю є перспективним шляхом подолання поточних обмежень галузі – високої вартості розробки та повільних темпів впровадження. По-друге, доцільно ініціювати розробку типових модулів донаведення, сумісних із більшістю БпЛА-перехоплювачів вітчизняного виробництва, що дозволить виробникам зосередитися на вдосконаленні платформи. По-третє, необхідно забезпечити централізоване накопичення та обробку даних бойових застосувань для подальшого використання у вдосконаленні алгоритмів, зокрема на основі методів машинного навчання.

Задорожний В.П.
НАСВ

ПРО СПІЛЬНУ РОЗРОБКУ АМЕРИКАНО-ІЗРАЇЛЬСКОГО ДРОНА БЕЗ КРИТИЧНИХ КИТАЙСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ

США та Ізраїль оголосили про спільну розробку безпілотника Archer Fiber – ударного FPV-дрона на оптоволоконному управлінні, який позиціонують як перший у світі, що повністю відповідає вимогам NDAA (National Defense Authorization Act). Орієнтуючись на

потреби сучасних бойових дій, проєкт реалізують американська компанія Neros Technologies та ізраїльська Kela Technologies. Даний Archer Fiber, на відміну від більшості подібних систем, не використовує комерційні китайські камери чи інші критичні електронні компоненти. Повна відповідність вимогам NDAA є критично важливим для прийняття дрона на озброєння США та їхніх союзників. За ініціативи міністерства війни США оптоволоконний FPV-дрон Archer Fiber відповідає вимогам так званого BlueUAS, а це означає, що дрони проходять швидкий, але масштабний контроль у контексті відповідності стандартам кібербезпеки та наявності компонентів закордонного виробництва. Розробниками також було заявлено, що технологія Archer Fiber вже впроваджена у партнерів і що компанії готові приймати замовлення на постачання у 2026 році.

Слід відмітити, що американська Neros і ізраїльська Kela є доволі молодими оборонними компаніями (2023 та 2024 роки відповідно). З урахуванням всесвітнього "буму" це досить типово для виробників дронів.

Слід відзначити, що американська компанія активно постачає свою продукцію і Силам оборони України. Це той саме Acher, на базі якого і створено оптоволоконний дрон.

В рамках проєкту "коаліція дронів" Neros стала найбільшим американським постачальником дронів в Україну, а контракт в Україну протягом шести місяців складає на постачання 6000 FPV-дронів типу Archer.

Відповідно до планів компанії виробництво дронів до кінця цього року збільшиться до 10 тисяч на місяць, а згодом з основним замовленням компанія може вийти на показник у мільйон одиниць дронів на рік.

Задорожний І.І.
Головко Ю.М.
НАСВ

СИСТЕМА АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ ПРОТИДІЇ FPV-ДРОНАМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Головнокомандувач Збройних Сил України генерал-полковник Олександр Сирський відзначив, що станом на початок квітня 2026 року – п’ятого року широкомасштабної агресії, яку розв’язала проти нашої держави російська федерація, Сили оборони України утримують стратегічну ініціативу і не дають рф відновити широкомасштабний наступ. Ключову роль у цьому відіграють безпілотні системи, основними результатами роботи яких за березень 2026 року є: втрати ворога від дронів зросли на 29%, уражено понад 150 тисяч цілей (+ 50% до лютого), щодня виконується понад 11 тисяч бойових завдань, завдається близько 350 ударів вглибину оборони противника 30-120 км. Серед уражених об’єктів – логістика, пункти управління та енергетична інфраструктура рашистів. У той же час і противник активно нарощує безпілотні сили, які нині налічують понад 100 тисяч особового складу і до кінця 2026 року їх кількість планується довести до 165,5 тисяч.

Таким чином, застосування безпілотних систем, в т.ч. тактичного рівня та систем активної та пасивної протидії їм, стало чи не найважливішим чинником цієї війни.

Система активної та пасивної протидії FPV- дронам тактичного рівня – це впорядкована сукупність взаємопов’язаних елементів, які узгоджено взаємодіють між собою та зовнішнім

середовищем на полі бою з метою досягнення поставлених цілей. Система повинна існувати в чіткій зрозумілій структурі та бути максимально убезпечена від дії різноманітних зовнішніх чинників.

З відкритих джерел інформації відомо, що складовими елементами системи протидії FPV- дронам тактичного рівня є:

- активне використання засобів радіоелектронної боротьби з метою придушення приймачів – керування та відеосигналу;
- своєчасне виявлення ворожих FPV-дронів шляхом використання аналізаторів спектра відео- частот (детально про цей метод та необхідне обладнання описано в Настанові «Практичне застосування аналізатора спектра “TINY SA ULTRA” для виконання бойових завдань», Сергій Бескрестнов (Флеш);
- відеоперехоплення засобами РЕБ аналового сигналу з можливістю отримання в прямому ефірі відео польоту ворожих дронів;
- обладнання фізичного захисту стаціонарних позицій та техніки (встановлення: захисних каркасів на техніку, ковдр на входах в приміщення та бліндажі, хибних позицій та макетів цілей; захист різного роду сітками типу «рабиця», маскувальна, риболовна; розміщення над укриттями малопомітних загороджень, використання димових завіс;
- ураження ворожих FPV-дронів вогнем зі стрілецької зброї, в т.ч. картечним вогнем;
- активне використання правила «радіо- горизонту» при плануванні заході по захисту від дронів.

Пропозиції: необхідно впровадження системи DOTMLPFI, що в себе включає:

D – необхідність створення нормативного документа (доктрини, інструкції) протидії БпЛА; T – навчання особового складу працювати з засобами виявлення та знешкодження FPV-дронів; O – визначення особового складу, який безпосередньо працює для захисту позицій, техніки та особового складу; I – взаємодії між підрозділами для посилення захисту від атак FPV-дронами.

Заріцький О.В., д-р техн. наук, доц.
КНУ ім. Тараса Шевченка
Стешенко П.М., канд. техн. наук, ст. дослідник
Поляков А.Ю.
Заріцький І.В.
ДНДІА

КЛАСИЧНІ АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ТРЕКІНГУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ СПЕКТРА

Виявлення безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в інфрачервоному діапазоні спектра є ключовим завданням комп’ютерного зору, яке полягає у виділенні візуально „контрастних” об’єктів – нагрітих частин БпЛА (двигун, обшивка тощо). На відміну від класичної сегментації, виявлення „контрастних” об’єктів зосереджується на найбільш інформативних і поведінково релевантних областях.

Історично підходи виявлення контрастних об’єктів еволюціонували від суто низькорівневих моделей (класичні підходи) до глибоких нейронних мереж, здатних оперувати складними семантичними ознаками. Авторами досліджено понад 10 алгоритмів виявлення контрастних об’єктів на нейронних мережах (discriminative regional feature integration (DRFI), multi-context deep learning (MC) та ін.), які вирішують прикладні задачі в різних галузях. Використання таких моделей вимагає якісно розміченого тренувального набору, що в конкретних практичних випадках – наприклад, виявлення працюючих двигунів БпЛА типу Shahed-136 (двигун – MD550) та Гербера (двигун – DLE60) з подальшим автоматичним наведенням на сам БпЛА – практично неможливе через складність формування відповідних тренувальних наборів.

Відтак авторами досліджено класичні методи виявлення контрастних об’єктів (адаптивна порогова сегментація, виявлення країв за Кенні, сегментація регіонів, гістограмна сегментація, кластеризація) та запропоновано використання Марківських нелінійних полів (МНП) як найбільш ефективних за якістю та продуктивністю. МНП застосовний до виявлення гарячих частин БпЛА (двигун) завдяки великому температурному контрасту на тлі неба. Як алгоритм оптимізації використано Graph Cut (GC). МНП дозволив чітко виявити гарячу область і накласти обмежувальну рамку, яка передається в алгоритм трекінгу (фільтр Калмана) для відстеження траєкторії БпЛА. Практичне моделювання на тестових зображеннях підтвердило ефективність підходу.

Однак класичні методи сегментації обмежують розуміння контексту зображення: у складних сценах з артефактами (теплові пастки тощо), особливо коли замість теплових карт використовуються зображення з ІЧ-підсвічуванням, можлива втрата детекції. Тому авторами сформовано тренувальний набір теплових карт (сирі температурні дані) і застосовано методи трекінгу SORT (Simple Online and Realtime Tracking) та DeepSORT – останній використовує навчену нейронну мережу для контролю якості трекінгу як у просторі, так і за контекстом, тобто розуміє, що супроводжує саме конкретний двигун.

Таким чином, пропонується архітектура системи виявлення та супроводу БпЛА в ІЧ-діапазоні: блок виявлення – МНП + GC; блок трекінгу – фільтр Калмана, SORT або DeepSORT залежно від обчислювальних потужностей контролера.

Іванишин М.І.
Ленівий О.Ю.
Перемибіда І.В
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Безпілотні системи (БС) нині є одними із найбільш таких напрямів сучасних технологій, що динамічно розвиваються. Їх застосування охоплює широкий спектр галузей – від військової справи та цивільної авіації до логістики, сільського господарства, моніторингу довкілля та надзвичайних ситуацій. Зростаючий попит на автономні рішення зумовлює необхідність системного аналізу перспектив розвитку цього класу пристроїв.

Сучасний рівень розвитку безпілотних літальних апаратів (БпЛА) характеризується переходом від дистанційно керованих моделей до повністю автономних платформ. Ключовим чинником цього переходу є стрімкий прогрес у галузі штучного інтелекту (ШІ) та

машинного навчання. Алгоритми глибокого навчання дозволяють БпЛА в режимі реального часу аналізувати навколишнє середовище, уникати перешкод та приймати тактичні рішення без участі оператора. Паралельно відбувається вдосконалення систем навігації – зокрема, інтеграція інерційних навігаційних систем з мультиспектральними сенсорами забезпечує стійкість до перешкод у роботі глобальних навігаційних супутникових систем.

Окремої уваги заслуговують роєві технології (swarm technologies), що передбачають скоординовану роботу великої кількості безпілотних платформ. Децентралізоване управління роєм дозволяє виконувати масштабні завдання із значно вищою ефективністю та відмовостійкістю порівняно з одиночними апаратами. У військовому контексті подібні системи здатні забезпечити радіоелектронну боротьбу, розвідку та ураження цілей у складних умовах електромагнітного придушення. У цивільній сфері ройові БпЛА перспективні для моніторингу протяжних інфраструктурних об’єктів і великомасштабного картографування.

Важливим напрямом є розвиток енергетичної бази безпілотних систем. Обмеження часу польоту залишається критичним недоліком більшості сучасних БпЛА. Технології твердотільних акумуляторів, паливних елементів на водні та гібридних силових установок розглядаються як основні шляхи вирішення цієї проблеми. Дослідження у цих напрямах дозволяють прогнозувати збільшення тривалості автономної роботи платформ у 2–3 рази протягом найближчого десятиліття.

Не менш актуальним є питання нормативно-правового регулювання інтеграції БпЛА у спільний повітряний простір. Концепція U-Space (у Європі) та UTM (Unmanned Traffic Management) передбачає цифрову координацію польотів безпілотників на малих висотах. Впровадження ідентифікаційних стандартів Remote ID та автоматизованих систем виявлення та уникнення зіткнень є необхідною передумовою масштабного комерційного використання БпЛА в урбанізованій місцевості.

Таким чином, перспективи розвитку безпілотних систем визначаються синергією досягнень у сферах ШІ, матеріалознавства, комунікаційних технологій та нормативного регулювання. Подальше дослідження зазначених аспектів має як фундаментальне, так і прикладне значення для формування вітчизняного потенціалу у галузі безпілотних технологій.

Казан П.І., канд. військ. наук, ст. дослід.
Корольова О.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Хахула В.В.
НАСВ

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ДИНАМІКИ БОЮ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою обстановки та насиченістю поля бою засобами ураження, розвідки і радіоелектронної боротьби. У цих умовах безпілотні наземні комплекси (БпНК) стають важливим елементом підвищення живучості підрозділів і зниження ризиків для особового складу. Водночас їх ефективність визначається якістю інформаційного забезпечення (ситуаційної обізнаності) командира.

Ключова складність управління БпНК полягає в необхідності швидкого прийняття багатокритеріальних рішень з урахуванням тактичної обстановки, рельєфу, інженерних загороджень, стану каналів зв'язку та ризику виявлення. Використання виключно досвіду оператора обмежує швидкість і обґрунтованість дій у критичних фазах бою.

Перспективним напрямом є створення адаптивних систем підтримки прийняття рішень (СППР), що інтегрують:

моделі оцінки та прогнозування обстановки;

алгоритми вибору маршрутів і позицій застосування;

модулі формування рекомендацій щодо тактичного використання БпНК.

Основою таких систем має бути узагальнена модель бойового простору з інтеграцією даних від різнорідних джерел – наземних сенсорів, безпілотних літальних апаратів та інших засобів розвідки.

Для прогнозування доцільно застосовувати комбіновані підходи, що поєднують статистичні методи з алгоритмами машинного навчання. Це дозволяє адаптуватися до змін тактики противника, оцінювати ризики на маршрутах руху та виявляти сприятливі умови для застосування БпНК.

Оптимізаційний компонент СППР має забезпечувати вибір рішень за критеріями ефективності та ризику, зокрема: ймовірності ураження цілей, часу виконання завдання, рівня прикриття підрозділів і витрат ресурсів. Вагові коефіцієнти критеріїв повинні змінюватися залежно від фази бойових дій.

Інтелектуальний модуль формує набір альтернативних варіантів застосування БпНК із оцінкою очікуваного результату, що підвищує обґрунтованість рішень командира.

Важливою вимогою є забезпечення стійкості системи до радіоелектронного впливу шляхом резервування каналів зв'язку, впровадження автономних режимів та алгоритмів функціонування в умовах обмеженої інформації.

Очікуваний ефект від впровадження СППР полягає у скороченні часу прийняття рішень, підвищенні точності застосування БпНК та зменшенні втрат особового складу. Розвиток таких систем є ключовим напрямом підвищення ефективності наземної роботизованої техніки в сучасних бойових діях.

Казан П.І., канд. військ. наук, ст. дослід.
Хахула В.В.
Корольова О.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ШТУРМОВИХ ДІЯХ

У сучасному бою ударні безпілотні наземні комплекси (БпНК) дедалі активніше розглядаються як реальний засіб посилення штурмових підрозділів. Їх застосування дає змогу підвищити ефективність вогневого впливу та зменшити ризики для особового складу під час виконання найбільш небезпечних завдань. Водночас практика бойового застосування показує, що результативність БпНК безпосередньо залежить від рівня їхньої мобільності, надійності, захищеності та здатності працювати в умовах швидкої зміни обстановки.

Насамперед потребує вдосконалення мобільність платформ. Для штурмових дій принципово важливо, щоб наземний апарат упевнено долав складний рельєф, інженерні загородження, вузькі проходи та перешкоди урбанізованого середовища. Тому розвиток ходової частини, оптимізація маси та енергоспоживання мають розглядатися як одна з базових передумов підвищення бойової ефективності БпНК. Не менш важливим напрямом є розвиток засобів ураження. Йдеться про інтеграцію змінних бойових модулів, покращення стабілізації озброєння під час руху, удосконалення прицільних систем і скорочення часу від виявлення цілі до її ураження. Саме поєднання точності, швидкості реакції та гнучкості в застосуванні озброєння значною мірою визначає цінність БпНК у штурмових діях.

Окремого значення набуває стійкість систем управління та зв'язку. В умовах активної радіоелектронної протидії критично важливо забезпечити резервування каналів передавання даних, їхню завадостійкість, а також здатність комплексу зберігати базову функціональність у разі тимчасової втрати зв'язку з оператором. Саме тому доцільним є впровадження режимів часткової автономності для виконання типових дій за заздалегідь визначеною логікою.

Ще одним важливим напрямом є розвиток сенсорних систем. Поєднання оптико-електронних засобів, тепловізійного спостереження та елементів автоматизованого розпізнавання цілей підвищує ситуаційну обізнаність оператора і дає змогу швидше приймати рішення. Поряд із цим перспективним виглядає впровадження алгоритмів підтримки прийняття рішень, які допомагають обирати маршрут руху, позицію та спосіб застосування комплексу залежно від тактичної ситуації.

Важливо також підвищувати живучість БпНК. Це стосується зниження помітності, захисту критичних вузлів і збереження працездатності після часткових пошкоджень. Для штурмових дій така властивість має особливе значення, оскільки навіть короткочасне збереження функціональності комплексу може вплинути на успіх виконання бойового завдання.

Отже, підвищення ефективності ударних БпНК у штурмових діях слід пов'язувати не з окремим удосконаленням певної підсистеми, а з комплексним розвитком мобільності, вогневих можливостей, управління, сенсорики та живучості. Саме такий підхід дасть змогу повніше реалізувати потенціал БпНК як одного з важливих елементів сучасного бою.

Каламурза О.Г.
Мацько А.В.
НУОУ

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ І МЕДИЧНИХ ЗАВДАНЬ

Сучасні бойові дії характеризуються високими ризиками для особового складу, що зумовлює необхідність впровадження нових технологій у систему забезпечення військ. Одним із перспективних напрямів є використання наземних роботизованих комплексів (НРК), які можуть виконувати завдання логістичного забезпечення, зокрема доставку боєприпасів і матеріально-технічних засобів, а також медичного забезпечення, зокрема

евакуацію поранених з поля бою. Застосування таких систем дозволяє зменшити ризики для військовослужбовців, скоротити час виконання завдань і підвищити ефективність забезпечення підрозділів.

Водночас сучасний ринок роботизованих платформ характеризується значною різноманітністю технічних рішень, що ускладнює порівняння різних зразків техніки та прийняття рішень щодо їх впровадження у збройних силах. Існуючі промислові методики оцінювання роботизованих систем переважно орієнтовані на цивільні умови застосування та зосереджені на безпеці роботи і відтворюваності випробувань. Проте реальні бойові умови вимагають врахування додаткових факторів, таких як вплив радіоелектронної боротьби, нестабільність зв'язку, можливість пошкодження техніки, вимоги до скритності пересування та специфіка транспортування поранених.

У зв'язку з цим виникає потреба у формуванні системи специфічних показників ефективності (СПЕ) НРК, які б дозволяли оцінювати їх можливості в умовах бойового застосування. Важливим фактором є стійкість роботи комплексу в умовах порушення зв'язку, коли платформа повинна мати можливість завершити завдання або безпечно припинити місію навіть у разі втрати керування оператором. Не менш важливими є показники скритності, зокрема рівень акустичного шуму та теплового випромінювання, які можуть демаскувати підрозділ.

Значну роль відіграє також живучість роботизованого комплексу. На відміну від цивільних систем, у бойових умовах НРК повинен зберігати працездатність навіть при частковому пошкодженні окремих вузлів або сенсорів і мати можливість виконати завдання в деградованому режимі.

Окрему групу становлять показники, пов'язані з медичною евакуацією. Під час транспортування поранених важливо враховувати рівень прискорень і вібрацій на ношах, температурний режим у відсіку та час доставки пораненого до пункту медичної допомоги. Ці параметри безпосередньо впливають на стан пораненого та ефективність медичного забезпечення.

Для логістичних завдань важливими є показники, що характеризують реальну продуктивність платформи, зокрема успішність виконання місій, час логістичного циклу, пропускну здатність за масою вантажу, енергоефективність та прохідність у складних умовах місцевості. Додатково необхідно враховувати показники взаємної сумісності НРК із наявними системами управління та інформаційного забезпечення підрозділів, що дозволяє інтегрувати роботизовані платформи у загальну систему управління бойовими діями.

Таким чином, запропонована система СПЕ дозволяє більш повно враховувати особливості застосування НРК у сучасних бойових умовах. Її використання сприятиме об'єктивному порівнянню різних зразків техніки та підвищить обґрунтованість рішень щодо їх прийняття на озброєння. Подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення вагових коефіцієнтів запропонованих показників та розроблення методик випробувань НРК у різних сценаріях їх бойового застосування.

Камак М.Д.
Інститут проблем математичних машин та систем НАН України
Казимир В.В., д-р техн. наук, професор
НУ"Чернігівська політехніка"
Камак Д.О.
ДНДІ ВС ОВТ

МУЛЬТИКЛАСОВА ДЕТЕКЦІЯ FPV-ДРОНІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Стрімке поширення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) типу FPV (First Person View) у сучасних збройних конфліктах суттєво загострило проблему своєчасного виявлення та ідентифікації повітряних загроз малого класу. На відміну від класичних БПЛА, FPV-дрони характеризуються високою маневреністю, малою радіолокаційною сигнатурою та низькою акустичною помітністю, що робить традиційні методи виявлення, радарні та радіочастотні, недостатньо ефективними. У цьому контексті особливої актуальності набувають підходи на основі комп'ютерного зору та глибокого навчання, здатні забезпечити детекцію в реальному часі за даними з оптичних сенсорів. Водночас задача ускладняється необхідністю не просто виявляти дрон як об'єкт, а класифікувати його за типом, що є критичним для вибору адекватної відповіді засобами протидії.

Мета цієї доповіді – дослідження можливостей мультикласової детекції FPV-дронів на основі архітектури згорткових нейронних мереж (CNN), аналіз ефективності існуючих підходів та визначення ключових факторів, що впливають на точність класифікації в умовах, наближених до реальних.

Серед сучасних архітектур CNN для задач детекції об'єктів у реальному часі найбільшого поширення набули моделі сімейства YOLO (You Only Look Once). Архітектура YOLOv26, зокрема, демонструє збалансоване співвідношення між швидкістю інференсу та точністю детекції, що робить її практично придатною для вбудованих і мобільних обчислювальних платформ. Для реалізації мультикласової детекції FPV-дронів на базі YOLOv26 було виокремлено три основні класи об'єктів: ударний FPV-дрон, розвідувальний квадрокоптер та планер-камікадзе. Формування датасету здійснювалося з відкритих відеозаписів, зафіксованих в умовах реальних бойових зіткнень, та синтетичних даних, згенерованих методами аугментації.

Ключовою архітектурною особливістю, що впливає на якість детекції дрібних об'єктів, є застосування Path Aggregation Network Feature Pyramid Network (PAN-FPN), яка дозволяє витягувати ознаки на різних масштабних рівнях. Аналіз показав, що для об'єктів, що займають менше 1% площі кадру, застосування багаторівневої піраміди ознак підвищує метрику mAP@0.5 на 12-18% порівняно з однорівневими підходами. Окремою проблемою є висока варіативність зовнішнього вигляду FPV-дрона залежно від кута огляду, умов освітлення та наявності маскування. Для підвищення стійкості моделі застосовувалися техніки transfer learning з донавчанням на вузькоспеціалізованій вибірці, а також Mosaic-аугментація, яка суттєво покращує узагальнювальну здатність мережі при обмеженому обсязі даних.

Результати тестування на відкладеній вибірці засвідчили, що точність класифікації для ударного FPV-дрона склала 87,3%, для розвідувального квадрокоптера – 91,2%, для планера-

камікадзе – 79,6%. Найнижчий показник для останнього класу пояснюється морфологічною схожістю з птахами та іншими витягнутими об'єктами на тлі неба.

Архітектура YOLOv26 із застосуванням PAN-FPN є ефективним інструментом для мультикласової детекції FPV-дронів в умовах реального часу та обмежених обчислювальних ресурсів. Якість класифікації суттєво залежить від репрезентативності та різноманітності навчальної вибірки, особливо в частині кутів огляду та умов зйомки. Найбільш проблемним для класифікації залишається клас планерів-камікадзе через морфологічну неоднозначність. У подальшому пропонується розширити навчальний датасет за рахунок синтетичних сцен із варіативними умовами освітлення та тла.

Караванов О.А., д-р філософії, доцент
НАСВ
Горбенко С.В., канд. військ. наук
НУОУ

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗВІДЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сучасні бойові дії характеризуються зростанням ролі інформаційних технологій та необхідністю оперативної обробки великих обсягів даних. У цих умовах безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) стали одним із ключових засобів ведення розвідки, а інтеграція технологій штучного інтелекту забезпечує якісно новий рівень їх ефективності.

Штучний інтелект у системах БпАК реалізує функції автоматизованої обробки розвідувальної інформації в межах циклу «виявлення – аналіз – класифікація – передача – ураження», що дозволяє суттєво скоротити тривалість циклу OODA та підвищити оперативність прийняття рішень.

Одним із основних напрямів застосування ШІ є автоматичне виявлення об’єктів на основі методів Computer Vision. Використання нейронних мереж дозволяє здійснювати детекцію військової техніки, живої сили та інших об’єктів у режимі реального часу, що значно знижує навантаження на операторів БпЛА та мінімізує вплив людського фактора.

Важливим елементом є класифікація та ідентифікація цілей, що передбачає визначення типу об’єкта та оцінку його пріоритетності. Це створює передумови для впровадження систем підтримки прийняття рішень та підвищення ефективності застосування вогневих засобів.

Значну роль відіграють алгоритми супроводу (трекінгу) цілей, які забезпечують безперервне відстеження рухомих об’єктів та підвищують точність коригування вогню. Додатково застосовуються методи Change Detection, що дозволяють виявляти зміни в обстановці, зокрема переміщення техніки або інженерне обладнання позицій.

Інтеграція ШІ з геоінформаційними системами забезпечує автоматичну геопросторову прив’язку об’єктів, що сприяє швидкій передачі координат цілей до засобів ураження. Окремим напрямом є автоматизація процесів коригування вогню шляхом аналізу результатів стрільби та формування рекомендацій щодо внесення коректур.

Перспективним напрямом є забезпечення автономності дій БпЛА на основі алгоритмів Autonomous Navigation, що дозволяє виконувати завдання в умовах активної радіоелектронної протидії або втрати зв'язку.

До основних переваг застосування штучного інтелекту належать: підвищення швидкості обробки інформації, зменшення навантаження на операторів, підвищення точності виявлення цілей та можливість масштабування систем розвідки. Водночас існують обмеження, зокрема вплив засобів радіоелектронної боротьби, обмеженість обчислювальних ресурсів, а також імовірність помилок класифікації.

Таким чином, застосування штучного інтелекту у розвідці з використанням БпЛА забезпечує трансформацію традиційних підходів до ведення розвідки та сприяє формуванню інтегрованих розвідувально-ударних систем. Подальший розвиток пов'язаний із підвищенням автономності, інтеграцією у мережецентричні системи управління та реалізацією концепції «sensor-to-shooter».

Карєв А.І., канд. техн. наук, доцент
Мірошніченко М.Д.
Лебедєв В.В., д-р техн. наук, професор
НТУ "ХПІ"
Данченко Ю.М., д-р техн. наук, професор
НА НГУ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ «ВІЙНИ ДРОНІВ»

Сучасна російсько-Українська війна є першим конфліктом, де безпілотні авіаційні системи (БпЛА), зокрема FPV-дрони, застосовуються в масштабах промислового виробництва. Щонайменше, десятки тисяч FPV-дронів втрачаються або знищуються щомісяця. Переважна більшість цих апаратів виготовлена з традиційних синтетичних пластиків (ABS, PETG), які мають надзвичайно довгий термін розкладання в природних умовах. Полімерні матеріали ABS та PETG, що використовуються для 3D-друку корпусів, залишаються хімічно стійкими в ґрунті протягом 100-500 років. З часом уламки дронів лише фрагментуються утворюючи мікропластик, який потрапляє у водні системи, ґрунти та ланцюги живлення, становлячи загрозу для здоров'я людини та екосистем. З ходом війни масштаби накопичення уламків збільшуються, їх складно ідентифікувати дистанційно, внаслідок чого засмічення досягає тисяч кг на квадратний кілометр у зонах активних бойових дій та "сірих зонах". Збір уламків вручну є високо ризикованим, непрактичним і економічно невигідним до завершення повного розмінування територій, що може тривати десятиліття. Отже, війна залишає після себе не лише мінно-вибухові пристрої, а й "пластикову міну" уповільненої дії, яка унеможливлює швидку рекультивацію ґрунтів та в сумній перспективі переросте в техногенну катастрофу. Сьогодні не існує впроваджених бойових FPV-систем з функціоналом, орієнтованим на мінімізацію екологічного сліду. Існуючі підходи мають критичні недоліки, які роблять їх непридатними для вирішення проблеми в масштабі. Матеріали для виготовлення корпусів обираються виключно за критеріями міцності та дешевизни, нульова екологічна відповідальність. Після виконання функції, уламки конструкції перетворюється на синтетичне сміття, що накопичується. Є рішення, в яких використовують для прототипів PLA (полілактид), який є найбільш

поширеним біодеградабельним полімером для 3D-друку. Чистий PLA, хоч і розкладається швидше, ніж ABS, але потребує спеціальних умов для розкладу (промислове компостування, висока температура), і може зберігатися в ґрунті без помітних змін роками. Крім того, PLA крихкий, що знижує бойову стійкість дрона та не відповідає міцнісним вимогам експлуатації. Сучасний стан проблеми демонструє критичний розрив між військовою потребою у масовому застосуванні ударних дронів та необхідністю мінімізувати екологічну небезпеку використання. Існуючі матеріали або надто довговічні, або недостатньо міцні, а логістика збору сміття в умовах війни не працює. В роботі запропоновано інтегроване рішення, що поєднує основні виклики щодо використання сучасних ударних БпЛА: 1) вирішення проблеми засмічення територій синтетичними уламками через систему контрольованої деградації; 2) забезпечення міцності нових композиційних матеріалів на основі вітчизняної/західної сировини для виготовлення корпусів та основних елементів БпЛА; 3) виключення ризиків збору сміття у післявоєнний період; 4) спрощення роботи саперів, зменшуючи кількість непізнаних об’єктів на замінованих територіях. Сьогодні ця інновація є єдиним реалістичним шляхом для подолання "пластикової кризи" війни.

Карєв А.І., канд. техн. наук, доцент
Фам В.А.
Черкашина Г.М., канд. техн. наук, доцент
НТУ “ХПІ”
Данченко Ю.М., д-р техн. наук, професор
НА НГУ

ГІДРОФОБНІ ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВІД ОБЛЕДЕНІННЯ

Експлуатація безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у складних метеорологічних умовах вимагає розробки надійних рішень для захисту критичних вузлів від агресивного впливу довкілля. Одним із найбільш серйозних викликів для стабільної роботи техніки є обмерзання, яке здатне критично змінити аеродинаміку та вивести з ладу рухомі частини. Сучасною відповіддю на цю проблему є застосування спеціалізованих гідрофобних покриттів, що забезпечують безперебійне функціонування БпЛА навіть у сувору морозну погоду. В основі цієї технології лежить нанесення на корпус та ключові елементи апарата спеціального покриття, яке після процесу полімеризації створює стійкий захисний шар, що кардинально змінює механізми взаємодії поверхні з вологою та льодом. Завдяки вираженим гідрофобним властивостям краплі води не затримуються на поверхні покриття, а миттєво скочуються, що повністю унеможливлює процес кристалізації та подальшого намерзання льодової кірки.

Сучасні розробки гідрофобних покриттів для бла розвиваються у трьох основних напрямках. Упершу чергу це створення мікроскопічної текстури (ефект лотоса) покриття, що змушує краплі води відскакувати від поверхні ще до моменту їх замерзання. Другим напрямком є використання пористих матеріалів, заповнених спеціальним мастилом, що створює молекулярно гладкий шар, до якого лід просто не може прилипнути. Також є розробки щодо застосування м'яких силіконових або фторомістких сполук, які легко деформуються під вагою льоду і це призводить до його самостійного відколювання під дією відцентрової сили або вібрації.

Серед полімерних покриттів з цією метою найчастіше використовуються покриття на основі поліуретанів, кремнійорганічних речовин (силіконів), фторполімерів та епоксидних смол. Гідрофобні добавки добре змішуються з поліуретановою основою, що дозволяє краплям води скочуватися з поверхні до того, як вони замерзнуть. Силікони мають природно низьку поверхневу енергію, що робить їх ідеальними для створення «ковзких» поверхонь. Матеріали на основі фтору (наприклад, аналоги тефлону) мають найвищі водовідштовхувальні властивості. Антиобледеніальні покриття на основі епоксидних смол вважаються перспективними через їхню доступність та міцність. Самі по собі епоксидні покриття не є гідрофобними, тому їх модифікують силанами або фторованими добавками для зменшення сил зчеплення з льодом.

Важливою особливістю запропонованого в роботі підходу є комплексність обробки: захисний склад наноситься не лише на основний корпус, а й на найбільш уразливі елементи системи, зокрема, механізми двигунів і стабілізації та підвіси камер. Це дозволяє зберегти ідеальну аеродинамічну форму гвинтів, запобігаючи дисбалансу та надмірному навантаженню на силову установку, що зазвичай виникає при накопиченні льоду. Окрім того, обробка оптичних вузлів та механізмів камери гарантує збереження функціональності сенсорів та чіткість зображення, оскільки конденсат та іній не мають шансів закріпитися на обробленій лінзі чи рухомих частинах привода.

Ключовим технологічним показником ефективності дослідженого гідрофобного покриття є стійкість до низьких температур. Після завершення фази полімеризації покриття набуває остаточної міцності та стає стійким до термічного стискання, що дозволяє БпЛА виконувати польотні завдання при температурі до −20 °C без жодних збоїв у роботі систем. Такий рівень захисту забезпечує стабільність підйомної сили та точність маневрування, які зазвичай погіршуються в умовах переохолодженого туману або крижаного дощу. Впровадження цієї технології не лише подовжує термін експлуатації компонентів, зменшуючи корозійний та механічний вплив замерзлої води, а й значно розширює операційні можливості безпілотної авіації в зимовий період. Впроваджене рішення робить БпЛА справді всепогодними інструментами, готовими до роботи в найсуворіших кліматичних зонах, де традиційні методи захисту виявляються недостатніми. Отже, використання спеціального гідрофобного покриття є необхідним кроком для гарантування надійності та безпеки польотів у критичних температурних діапазонах.

Карєв А.І., канд. техн. наук, доцент
Шкаєв К.С.
НТУ “ХПІ”
Курнаков О.С.
НЮУ ім. Ярослава Мудрого

АКУСТИЧНІ СИСТЕМИ СПРЯМОВАНОГО ВПЛИВУ ЯК ПРОТИДІЯ ОПТОВОЛОКОННИМ БЕЗПІЛОТНИКАМ

Еволюція засобів безпілотної авіації призвела до появи дронів, керованих через оптоволоконний зв’язок, що стало прямою відповіддю на ефективність традиційних засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Оскільки такі апарати ігнорують радіоперешкоди, виникає гостра потреба у розробці альтернативних методів некінетичного ураження. Хоча акустична

гармата сама по собі не є дроном, вона постає як невід'ємна частина сучасної екосистеми протидії безпілотним системам (C-UAS). Засоби ураження такого типу автоматично розглядаються в контексті еволюції безпілотних технологій, оскільки вони формують симетричну відповідь на вдосконалення каналів передачі даних. Використання спрямованої акустичної енергії для руйнування або переривання сигналу в оптоволокні є одним із перспективних напрямів у цій галузі.

В основі роботи акустичної гармати лежить принцип створення інтенсивного механічного резонансу в структурі матеріалу. Оптоволокно, попри свою високу пропускну здатність, є фізично крихким об'єктом, критично чутливим до зовнішніх вібрацій. Суть методу полягає у генеруванні звукових хвиль високої частоти (зазвичай у діапазоні ультразвуку від 20 кГц до 50 кГц), які збігаються з власними частотами коливань скляного осердя або полімерної оболонки кабелю. При досягненні ефекту резонансу амплітуда коливань молекулярної структури волокна різко зростає, що призводить до виникнення мікротріщин або повного фізичного розриву лінії зв'язку, яка знаходиться під натягом під час польоту. Навіть якщо фізична цілісність кабелю зберігається, інтенсивне акустичне навантаження викликає явище фотопружності, створюючи перешкоди для проходження світлового сигналу, що спричиняє критичні затримки або повну втрату керування апаратом.

Окрім прямого впливу на волокно, акустична енергія ефективно дезорієнтує інерціальні системи навігації дрона. Більшість сучасних БпЛА використовують MEMS-гіроскопи, які також мають свої резонансні частоти. Спрямований звук високої інтенсивності змушує ці датчики видавати хибні дані, що призводить до втрати стабілізації та падіння дрона незалежно від стану каналу зв'язку. Перспективи розвитку цього напряму полягають у створенні мобільних ітерацій акустичних гармат, здатних автоматично наводитися на ціль за допомогою оптичних та тепловізійних систем. Розробка таких засобів дозволяє нівелювати переваги оптоволоконних дронів, повертаючи контроль над повітряним простором у радіусі дії захисних систем. Таким чином, акустичне озброєння стає логічним продовженням інтелектуальної боротьби технологій, де фізичні принципи механіки використовуються для нейтралізації найскладніших цифрових загроз. Інтеграція таких систем у загальну мережу протиповітряної оборони дозволить створити багатошаровий захист, здатний адаптуватися до будь-яких змін у тактиці застосування безпілотних систем.

Каштелян С.О., канд. військ. наук, доцент
Ширкунов О.Д.
НАДПСУ

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ПАТРУЛЮВАННІ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ ТА ВИЯВЛЕННІ ПРАВОПОРУШНИКІВ

Охорона державного кордону є одним із ключових завдань забезпечення національної безпеки держави. В умовах зростання транскордонної злочинності, незаконної міграції та загроз суверенітету традиційні методи патрулювання дедалі частіше виявляються недостатніми для ефективного реагування на виклики сучасності. Упровадження безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у систему охорони кордону відкриває якісно нові можливості для моніторингу, виявлення та документування правопорушень у реальному часі.

Використання БрЛА в прикордонній службі набуло широкого поширення у провідних країнах світу. Зокрема, Агентство з охорони кордонів та берегової охорони США (CBP) використовує безпілотники серії Predator B для патрулювання протяжних ділянок кордону з Мексикою. Аналогічний досвід накопичено в Агентстві Frontex Європейського Союзу, яке активно залучає БпЛА до спостереження за морськими та сухопутними кордонами держав-членів.

Функціональні можливості сучасних БпЛА дозволяють суттєво підвищити ефективність охорони кордону за кількома напрямами. Оснащення безпілотників тепловізійними камерами та мультиспектральними сенсорами забезпечує виявлення осіб і транспортних засобів за будь-яких погодних умов та в нічний час. Можливість тривалого польоту (до 24–40 годин у важких БрЛА класу MALE) дозволяє здійснювати безперервний моніторинг визначених ділянок без залучення значної кількості особового складу.

Особливої уваги заслуговує роль БпЛА у виявленні та документуванні правопорушень. Відеозаписи, отримані безпілотниками, мають доказову силу та можуть використовуватися в кримінальному провадженні за умови дотримання вимог процесуального законодавства. Поряд із цим, застосування БпЛА дозволяє фіксувати місця незаконного переміщення товарів і людей, відстежувати маршрути контрабандистів і порушників режиму кордону, а також координувати дії мобільних груп реагування на місцевості.

Разом із тим упровадження БпЛА у правоохоронну діяльність пов'язане з низкою правових і технічних викликів. Серед ключових проблем слід виділити: необхідність розмежування повноважень між прикордонною службою, правоохоронними органами та цивільною авіаційною владою щодо використання повітряного простору; ризики несанкціонованого проникнення до зони польотів цивільних БпЛА; загрозу кібератак і радіоелектронного подавлення; а також питання захисту персональних даних осіб, що потрапляють у поле зору бортових камер. Врегулювання цих аспектів потребує як удосконалення національного законодавства, так і розвитку міжнародно-правових механізмів.

Перспективним напрямом є розробка інтегрованих систем охорони кордону, у яких БпЛА функціонуватимуть у єдиному інформаційному просторі з наземними радарами, сенсорними мережами, відеоспостереженням та центрами оперативного управління. Такий підхід відповідає концепції «розумного кордону» (Smart Border), що активно впроваджується в країнах ЄС та НАТО.

Таким чином, безпілотні літальні апарати є ефективним і перспективним інструментом охорони державного кордону та виявлення правопорушників. Їх інтеграція в систему прикордонної безпеки дозволяє суттєво підвищити рівень моніторингу, оперативність реагування та доказову базу у справах про порушення режиму кордону.

Кіцера А.О.
Сєчко О.І.
Кочан Р.В., д-р техн. наук, професор
НУЛП

МЕТОД ЛОКАЦІЇ НАДЗВУКОВИХ ЦІЛЕЙ АКУСТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У сучасному світі повітряні загрози активно зростають, і надзвукові цілі стають дедалі поширенішими. Для їх виявлення традиційно застосовуються радіолокаційні засоби, проте

вони є дорогими, складними в обслуговуванні та мають інші обмеження. Однією з альтернатив є використання пасивних акустичних систем, які не випромінюють власного сигналу, є дешевшими та простішими в експлуатації. Проте стандартні методи акустичної локації дають значну похибку при виявленні надзвукових цілей через особливості поширення звуку.

Запропонований метод складається з кількох послідовних кроків. Спочатку система збирає дані від різних сенсорів, об'єднує дані, які близькі за часом та належать до одного типу цілі. Потім для сформованої групи визначається швидкість звуку з урахуванням показників навколишнього середовища, які необхідні для правильного розрахунку часових затримок.

Головна особливість методу полягає в тому, що для надзвукової цілі застосовується окрема часова поправка, яка враховує конус Маха. Тобто звук поширюється не рівномірно від точки до сенсора, а приходить у межах ударного фронту, який виникає під час надзвукового руху. Через це затримка сигналу для надзвукової цілі є більшою, ніж для дозвукової. Саме ця поправка дозволяє краще узгодити часові мітки від різних сенсорів.

Після корекції затримок система виконує тріангуляцію за пеленгами у два кроки: спочатку обчислюється попередня оцінка положення цілі, а потім ця оцінка використовується для уточнення затримки та повторної тріангуляції. Застосовується підхід, при якому більшу вагу мають надійніші вимірювання. Окремо оцінюється якість результату: якщо пеленги майже паралельні або перетин є нечітким, така локація відхиляється.

Запропонований метод дозволяє підвищити точність акустичної локації надзвукових цілей за рахунок введення поправки на конус Маха та застосування тріангуляції. На відміну від класичного підходу, метод враховує фізику надзвукового руху, що зменшує систематичну похибку визначення координат. Перспективою подальших досліджень є експериментальна перевірка методу та оцінка його точності залежно від числа Маха цілі та кількості задіяних сенсорів.

Ковба М.В., PhD
Голубовська О.М.
Подолюк В.М.
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Масштабне застосування в умовах російсько-Української війни безпілотних наземних роботизованих комплексів (БНРК) для логістики, евакуації та вогневої підтримки кардинально змінює тактику бойових дій. Однак через низьку мобільність та специфіку прохідності БНРК є уразливими для ПТРК, артилерії та FPV-дронів. Забезпечення живучості БНРК є критичною умовою для виконання бойових завдань та збереження дороговартісного обладнання. Найбільш уразливими точками НРК є оптичні пристрої, антени зв'язку, акумуляторні батареї та відкриті елементи ходової частини коліс/гусениць.

Аналіз уразливостей БНРК та обґрунтування методів їх захисту від сучасних засобів ураження в умовах високої інтенсивності бойових дій має бути багаторівневим та

поєднувати технічні, конструктивні рішення, до яких можна віднести диференційоване бронювання, екранування та протимінну стійкість.

Диференційоване бронювання – використання легких композитних матеріалів та керамічних панелей для захисту критичних вузлів від уламків та стрілецької зброї без значного обтяження платформи. Оптимізація маси БНРК досягається шляхом зонування захисту. Найбільш уразливі та критично важливі компоненти захищаються багатошаровими комбінованими панелями. Застосування надвисокомолекулярного поліетилену (НВМПЕ) у поєднанні з корундовою керамікою дозволяє зупиняти дрібні уламки, зберігаючи високу питому потужність платформи. Модульна конструкція дозволяє оперативно замінювати пошкоджені елементи бронювання в польових умовах.

Екранування (відомі як «мангали») – встановлення решітчастих екранів для ініціації детонації кумулятивних боєприпасів на відстані від основного корпусу. Для протидії моноблочним кумулятивним боєприпасам (гранати типу ПГ-7) та скиданням з БпЛА впроваджуються легкі сталеві або алюмінієві решітки. Принцип дії базується на деформації воронки кумулятивного снаряда або його передчасній детонації на відстані, що перевищує фокусну. Це суттєво знижує пробивну здатність кумулятивного струменя, не дозволяючи йому досягти основного корпусу БНРК.

Протимінна стійкість – конструкція шасі передбачає використання енергопоглинаючих елементів та V-подібного профілю днища (для середніх та важких платформ), що забезпечує відведення ударної хвилі при підриві на протипіхотних мінах або фугасах, мінімізуючи пошкодження внутрішньої електроніки.

В умовах насиченості поля бою засобами високоточного ураження та FPV-дронами, фізичний та конструктивний захист БНРК перестає бути допоміжним елементом і стає базовим фактором їхньої бойової живучості. Фізичний захист БНРК має еволюціонувати від статичної «коробки» до адаптивної системи. Поєднання композитного бронювання критичних вузлів із зовнішніми екранованими структурами на сьогодні єдиний шлях щодо забезпечення живучості в умовах панування на полі бою дронів-камікадзе. Захист не може коштувати більше за саму платформу. Впровадження базового захисту підвищує собівартість БНРК на 15-20%, водночас підвищуючи імовірність успішного виконання завдань. Таким чином, комплексна інтеграція пасивного захисту безпосередньо на етапі проєктування платформ є необхідною умовою для успішного виконання завдань.

Ковба М.В., PhD
Миколайчук В.В.
Степанов С.С.
НАСВ

ОЦІНЮВАННЯ ОПЕРАТОРА БЕЗПІЛОТНОГО НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються активним використанням роботизованих систем, зокрема безпілотних наземних роботизованих комплексів (БНРК). Вони застосовуються для розвідки, логістичного забезпечення, евакуації поранених, розмінування та

виконання бойових завдань. Ефективність використання таких комплексів прямо пропорційна рівню підготовки операторів.

Водночас система оцінювання підготовки операторів БНРК у багатьох підрозділах ще перебуває на стадії формування. Доцільним є використання вже апробованих підходів військової підготовки, зокрема курсу водіння бойових машин (КВБМ), який має чітко визначені критерії оцінювання, етапи підготовки та методику контролю. Курс водіння традиційно передбачає поетапну підготовку військовослужбовців, яка включає теоретичну підготовку, тренування на тренажерах та практичне водіння у різних умовах. Система оцінювання базується на визначенні рівня засвоєння навичок керування технікою, дотриманні правил безпеки, правильності виконання маневрів та здатності діяти у складній тактичній обстановці.

Аналогічний підхід може бути застосований і до підготовки операторів БНРК. Незважаючи на те, що оператор керує технікою дистанційно, основні принципи управління технічним засобом залишаються подібними: орієнтування у просторі, контроль руху, оцінка обстановки та прийняття оперативних рішень.

Оцінювання оператора роботизованого комплексу доцільно здійснювати за такими основними критеріями:

1. Теоретична підготовка – знання технічних характеристик комплексу, принципів роботи систем управління, засобів зв’язку та безпеки експлуатації.

2. Навички керування комплексом – здатність здійснювати рух різними типами місцевості, долати перешкоди, виконувати маневрування в обмеженому просторі.

3. Ситуаційна обізнаність – уміння аналізувати дані з камер та сенсорів комплексу, орієнтуватися у складній обстановці та приймати правильні рішення.

4. Точність виконання завдань – виконання поставлених задач із дотриманням встановлених параметрів часу, маршруту та безпеки.

5. Стійкість до стресових факторів – здатність працювати в умовах інформаційного перевантаження, обмеженої видимості або втрати частини каналів зв’язку.

Підготовку операторів БНРК можна організувати у кілька етапів, які б враховували початкове навчання на тренажерах або симуляторах, відпрацювання базових маневрів, виконання вправ у складних умовах місцевості, виконання тактичних завдань у складі підрозділу. Оцінювання можна здійснюватися за бальною або рейтинговою системою, яка враховує кількість допущених помилок, час виконання вправ та рівень дотримання правил безпеки. Така методики дозволяє стандартизувати підготовку операторів та об’єктивно оцінювати їхні навички.

Отже, такий підхід для оцінювання операторів БНРК є доцільним та практично обґрунтованим. Така система дозволяє забезпечити системність підготовки операторів, створити чіткі критерії оцінювання їхніх навичок, підвищити ефективність застосування роботизованих комплексів у бойових умовах.

Ковба М.В., PhD
Шаталов О.Є., канд. техн. наук, доцент
Миколайчук В.В.
НАСВ

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОСВІДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Досвід російсько-Української війни засвідчив, що застосування безпілотних наземних роботизованих комплексів (БНРК) дозволяє вирішувати низку важливих завдань, зокрема мінімізувати ризики для життя особового складу, підвищувати ефективність бойових дій в умовах високої інтенсивності вогневого впливу, а також забезпечувати логістичні процеси. Водночас, попри значний потенціал, масове застосування БНРК стримується низкою технічних, організаційних та тактичних проблем. До основних проблем застосування БНРК належать:

Технічні обмеження зв'язку та вплив РЕБ. Наземні роботизовані комплекси є особливо уразливими до засобів радіоелектронної боротьби. На відміну від повітряних платформ, БНРК часто діють у складних умовах місцевості, де рельєф та рослинність додатково погіршують якість каналу управління і передачі відеосигналу.

Обмежена прохідність та вплив вібрацій. Складний рельєф, багнюка, вирви від артилерійських боєприпасів суттєво обмежують мобільність комплексів. Постійні вібрації під час руху та віддача від встановленого озброєння призводять до пошкодження електронних компонентів і розхитування конструктивних елементів.

Низький рівень автономності. Більшість існуючих БНРК потребують постійного операторського управління. Відсутність розвинених алгоритмів штучного інтелекту для самостійного обходу перешкод робить їх залежними від стабільного відеозв'язку, а обмежений запас ходу та ємність акумуляторів ускладнюють виконання тривалих місій.

Логістичні та експлуатаційні виклики. БНРК потребують транспортування до району застосування, що в умовах активного використання противником FPV-дронів є складним і небезпечним завданням. Додатково проблему ускладнює відсутність уніфікації запасних частин та складність ремонту безпосередньо в польових умовах.

Складність обслуговування. Для ефективного застосування одного бойового БНРК часто необхідна група з чотирьох і більше операторів та технічних спеціалістів, що створює додаткове навантаження на підрозділ порівняно з традиційною піхотною групою.

Вартість та живучість. У середньому один наземний дрон витримує 7 – 8 бойових виїздів до ураження. Хоча це дозволяє зберегти життя військовослужбовців, вартість кожної місії залишається значною та може сягати 2000–2300 доларів США.

Тактичні проблеми. Наразі відсутня чітко відпрацьована тактика інтегрованого застосування БНРК у взаємодії з піхотою. Командири не завжди враховують технічні обмеження комплексів, зокрема радіус дії зв'язку та рівень заряду акумуляторів.

Обмеження за швидкістю реагування. В умовах сучасної війни цикл «виявлення – ураження» скоротився до 4–6 хвилин, що висуває підвищені вимоги до оперативності БНРК, досягнення якої ускладнюється дистанційним керуванням у складному ландшафті.

Попри зазначені проблеми, БНРК вже сьогодні ефективно застосовуються для виконання найбільш небезпечних завдань, зокрема евакуації поранених, доставки боєприпасів і

матеріальних засобів, ведення розвідки, вогневої підтримки та дистанційного мінування. У цьому контексті БНРК трансформувалися з експериментальних розробок у критично важливий інструмент ведення бойових дій, який не лише доповнює традиційні способи застосування військ, а й суттєво змінює характер і тактику сучасних бойових зіткнень.

Кожушко Я.М., канд. техн. наук, ст. дослід.
Спірін Д.А.
ДНДІ ВС ОВТ

ПОБУДОВА МАРШРУТУ ПОЛЬОТУ БпЛА ІЗ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ НАВІГАЦІЇ, З УРАХУВАННЯМ УМОВ ВПЛИВУ РЕБ ТА ДІЇ ЗАСОБІВ ППО ПРОТИВНИКА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Сучасні умови ведення бойових дій висувають підвищені вимоги до навігаційних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА), ефективність яких може знижуватися через вплив перешкод, підміну або обмеження прийому навігаційних сигналів. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є використання на борту БпЛА кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН).

Планування одночасного використання значної кількості БпЛА, що оснащені КЕСН, особливо під час польотів на великі відстані та в складі кількох груп, потребує визначення великої кількості районів прив’язки, в яких забезпечується необхідна ймовірність точного визначення місцеположення БпЛА. При цьому обов’язково слід враховувати можливий вплив засобів ППО та РЕБ противника, інших факторів впливу, що у загальному вигляді для проведення моделювання та відповідних розрахунків можуть бути наведені на карті як радіуси або сектори вогневого чи радіоелектронного впливу, що відповідають ТТХ відповідних засобів противника, з розвіданими або виявленими під час польоту координатами цих засобів. Наведені умови зумовлюють необхідність синтезу нових методів розрахунку побудови маршруту БпЛА, зокрема з метою зменшення часу проведення таких розрахунків та швидкої побудови великої кількості маршрутів.

Таким чином, задача визначення маршрутів польоту БпЛА, оснащених КЕСН, в умовах протидії засобів РЕБ і ППО противника зводиться до знаходження оптимального шляху в межах багатовимірного простору пошуку.

Наразі для розв’язання подібних задач широко застосовуються метаевристичні методи оптимізації, зокрема мурашині алгоритми, генетичні алгоритми, бджолині алгоритми, алгоритм стрибаючих жаб, а також інші підходи, такі як метод рою частинок, диференціальна еволюція, алгоритми імітації відпалу та різноманітні гібридні методи оптимізації.

Аналіз розглянутих алгоритмів з урахуванням зазначених умов показав, що використання генетичного алгоритму під час формування маршрутів польоту БпЛА є ефективним у випадках великого та складного простору пошуку, а також багатовимірної цільової функції. Такий підхід дозволяє знаходити раціональні варіанти маршрутів обходу зон дії засобів РЕБ і ППО противника, а також визначати з множини можливих траєкторій ті, що є найбільш критичними, що своєю чергою, сприяє виявленню слабких місць і підвищенню якості побудови маршрутів польотів БпЛА на етапі планування.

Кожушко Я.М., канд. техн. наук, ст. дослід.
Спірін Д.А.
ДНДІ ВС ОВТ
Калмиков О.С.
ХНУРЕ

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ У КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМАХ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ ПОВОРОТУ ТА ЗМІНИ МАСШТАБУВАННЯ ПОТОЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Сучасні умови ведення бойових дій висувають підвищені вимоги до навігаційних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА), ефективність яких може знижуватися через вплив перешкод, підміну або обмеження прийому навігаційних сигналів. Одним із перспективних шляхів розв'язання цієї задачі є використання на борту БпЛА кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН), які базуються на аналізі різних фізичних полів, передусім оптичних. Такі системи отримують навігаційну інформацію шляхом зіставлення поточного зображення (ПЗ), сформованого на борту, з еталонним зображенням (ЕЗ) району прив'язки, підготовленим заздалегідь.

Водночас ЕЗ і ПЗ однієї й тієї ж ділянки місцевості, як правило, формуються у різний час і за різних умов спостереження. Це призводить до виникнення яскравісних викривлень ПЗ внаслідок неспівпадіння умов візування земної поверхні та геометричних викривлень ПЗ, насамперед внаслідок поворотів ПЗ, зумовлених зміною орієнтації камери літального апарата та коливань масштабу через відмінності у висоті та умов польоту БпЛА. Таким чином, результат суміщення ПЗ та ЕЗ без урахування цих факторів викривлень може суттєво відрізнятися від реального, що, своєю чергою, призведе до зниження ефективності алгоритмів зіставлення зображень у КЕСН.

Аналізу та врахуванню впливу поворотів та розмасштабування поточного зображення (ПЗ) в КЕСН приділено увагу у широкому ряді робіт, при цьому апарат застосування нейромереж для вирішення задач вказаного класу в інтересах КЕСН широко не представлений.

Для дослідження впливу поворотів і зміни масштабу ПЗ було обрано фреймворк машинного навчання Microsoft ML.Net. ПЗ формувалось вирізанням відповідного фрагменту з еталонного зображення (ЕЗ). Проведений експеримент показав стійкість моделі до змін масштабу та орієнтації ПЗ, підтверджуючи можливість її використання для точної локалізації БпЛА. Для подальшого дослідження були протестовані нейромережі ResNet та ViT-S/16 (DINO), які завдяки глибоким шарам та структурі залишкових зв'язків, добре зарекомендували себе для задач класифікації та виявлення об'єктів.

Експеримент проводився без попереднього навчання з метою оцінити роботу нейромереж у невизначених умовах. Вказані нейромережі продемонстрували високу ймовірність правильної локалізації ПЗ на обраному ЕЗ до 0,91 в умовах зміни масштабу до 10% та кутів повороту до 20 градусів. При цьому нейромережа ViT-S/16 (DINO) показує кращі результати. За результатами експерименту можна припустити, що в подальших дослідженнях, що будуть включати попередньо проведене глибоке навчання на ЕЗ району прив'язки, результати застосування цих нейромереж в інтересах КЕСН будуть більш кращими та стійкими. Отримані результати показують, що використання нейромереж для врахування впливу поворотів та розмасштабування поточного зображення є перспективним для застосування в КЕСН.

Козлов Д.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасна війна в Україні характеризується активним застосуванням безпілотних систем, які стали одним із ключових елементів ведення бойових дій. Вони забезпечують розвідку, коригування артилерійського вогню та ураження цілей, що значно підвищує ефективність бойових підрозділів. Це зумовлює необхідність розвитку нових підходів до застосування та вдосконалення безпілотних технологій.

Основним напрямом розвитку є широке використання безпілотних літальних апаратів різного призначення. Особливо ефективними є FPV-дрони, які дозволяють знищувати техніку та живу силу противника з мінімальними витратами. Важливу роль відіграє інтеграція безпілотних систем із артилерією, що забезпечує високу точність ураження цілей та оперативність прийняття рішень.

Значення набуває розвиток автоматизованих систем управління, які дозволяють швидко обробляти інформацію та передавати її в режимі реального часу. Водночас зростає роль радіоелектронної боротьби, спрямованої на придушення каналів зв’язку та управління безпілотними системами противника. У відповідь активно розвиваються технології захисту власних безпілотників.

Перспективним напрямом є створення автономних безпілотних систем із використанням елементів штучного інтелекту, що дозволяє виконувати бойові завдання в умовах обмеженого зв’язку або його відсутності. Такі системи здатні підвищити ефективність дій підрозділів та зменшити ризики для особового складу.

Отже, розвиток безпілотних систем є одним із визначальних факторів сучасної війни. Досвід бойових дій в Україні підтверджує необхідність їх подальшого вдосконалення, масового застосування та інтеграції з іншими елементами озброєння і військової техніки.

Козубцова Л.М., канд. техн. наук, доцент
ВІТІ
Козубцов І.М., д-р пед. наук, канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
ЛНТУ

РОЛЬ, ОБОВ'ЯЗКИ ТА ПЕРСПЕКТИВНА МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БПпЛА ДЛЯ СЕКТОРА БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Розвиток і застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) стали важливим елементом сучасних збройних конфліктів. Безпілотні літальні апарати входять у трійку найважливіших потреб для українських сил безпеки та сил оборони. Саме БпЛА технологічно підсилюють наших військових на фронті та дають змогу отримати перевагу над ворогом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій дозволив нам виявити неопрацьований з точки зору науки аспект, а саме: хто такі оператори БпЛА в секторі безпеки та оборони України, їхні обов'язки, підготовку.

Оператори БпЛА – це в першу чергу військовослужбовці, які керують безпілотними літальними апаратами. Вони можуть працювати в різних підрозділах, включно з розвідувальними, артилерійськими та авіаційними. Їхнє основне завдання полягає у використанні дронів для виконання завдань в ході військових операцій.

З метою мотивації потенційних кандидатів у оператори БпЛА варто окреслити коло їх типових функціональних обов'язків. Чітке розуміння їх завдань сприяє швидкій адаптації до роботи, формує психологічну стійкість у майбутньому. Оператор БпЛА повинен мати глибокі знання в галузі авіації, електроніки, а також вміти працювати з програмним забезпеченням для керування БпЛА.

Професійна підготовка операторів БпЛА має здійснюватись за визначеними вимогами замовника до потреби у висококваліфікованих спеціалістах в умовах впровадження у сектор безпеки та оборони більш досконалих зразків озброєння і військової техніки.

Варто зазначити, що ця робота вже ведеться. Зокрема, Міністерство оборони України вже розробило систему кваліфікації для операторів БпЛА, яка складається з чотирьох базових кваліфікаційних рівнів, кожен з яких визначає можливості та обмеження для керування різними типами БпЛА.

Підготовка операторів БпЛА у вищих військових навчальних закладах або у закладах вищої освіти має включати отримання необхідних знань, згідно з розробленим навчальним планом. Прогнозується, що ефективність підготовки оператора БпЛА визначатиметься, зокрема, комплексним виконанням умов: актуалізація ціннісно-смислового ставлення операторів БпЛА до своєї діяльності, організація навчання згідно з розробленою методикою із урахуванням потреби військ, під час побудови навчання застосовуються певні методи, спрямовані на розвиток інтересу, мотивів та умінь в керуванні БпЛА, використання рефлексії та саморефлексії, як основного принципу самонавчання, саморозвитку. Важливим аспектом ефективного впровадження розробленої моделі є наявність сучасної навчально-матеріальної бази та активне її використання в освітньому процесі. Навчально-матеріальна база повинна охоплювати тренажери та симулятори, які дають змогу курсантам індивідуально відпрацьовувати навички без ламання реальних комплексів БпЛА, при цьому вочевидь мало б спостерігатись скорочення часу, трудових і фінансових ресурсів. Щодо запропонованої моделі підготовки, то курсанти матимуть можливість розвивати творчі здібності та застосовувати БпЛА за стандартних і нестандартних умов.

Коломієць В.В.
Поринос Є.О.
ННВП

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНЗ ЛЮНЕБЕРГА НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ЕФЕКТИВНОЇ ПЛОЩІ РОЗСІЮВАННЯ В КОНТЕКСТІ ПОДОЛАННЯ ЕШЕЛОНОВАНОЇ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

В умовах сучасних бойових дій, де насиченість радіолокаційними станціями (РЛС) та зенітно-ракетними комплексами є безпрецедентно високою, створення асиметричних загроз стає критичною необхідністю. БпЛА самі по собі мають порівняно невелику ефективну площу розсіювання (ЕПР), що робить їх малопомітними, але водночас не дозволяє імітувати

більші та важливіші об'єкти. Інтеграція лінзи Люнеберга кардинально змінює цю ситуацію, перетворюючи бюджетний і компактний дрон на повноцінну радіолокаційну приманку, здатну генерувати на екранах ворожих радарів відмітку, ідентичну сигнатурі винищувача, тактичного бомбардувальника або крилатої ракети.

Фізичний принцип дії лінзи Люнеберга базується на унікальних властивостях сферичного об’єкта зі змінним коефіцієнтом заломлення. На відміну від звичайних кутових відбивачів, які мають обмежені кути огляду та значну вагу, ця лінза здатна фокусувати плоску електромагнітну хвилю, що надходить від РЛС, на протилежній внутрішній поверхні сфери, яка має металізоване покриття. Після цього хвиля відбивається і випромінюється назад точно у напрямку джерела з мінімальними втратами енергії. Завдяки такій конструкції лінза забезпечує практично ідеальне всеракурсне відбиття сигналу. Сучасні технології дозволяють виготовляти такі відбивачі з легких композитних матеріалів або спінених полімерів. Це означає, що їх встановлення на малогабаритні БпЛА жодним чином не погіршує аеродинамічні якості, радіус дії або тривалість польоту апарата.

З тактичної точки зору, масовий запуск безпілотників, оснащених лінзами Люнеберга, вирішує відразу кілька стратегічних завдань у рамках проведення ударних операцій. По-перше, відбувається штучне перенасичення інформаційного поля ворожої ППО. Радіолокаційні станції виявлення та цілевказівки захоплюють десятки хибних цілей, що призводить до перевантаження обчислювальних потужностей комплексів та виснаження уваги операторів. По-друге, справжні ударні засоби отримують можливість безпечно пройти крізь зону ураження, маскуючись у щільному потоці приманок. Крім того, ворожі системи ППО змушені реагувати на загрозу, активуючи свої радари, що миттєво демаскує їхні позиції та робить ціллю для протирадіолокаційних ракет.

Економічний аспект використання таких хибних цілей має не менш руйнівний ефект для супротивника, ніж суто військовий. Вартість зенітної керованої ракети сучасного комплексу протиповітряної оборони вимірюється мільйонами доларів, тоді як вартість виробництва простого БпЛА з лінзою Люнеберга є на кілька порядків нижчою. Змушуючи противника витрачати свій дефіцитний боєкомплект на знищення дешевих відбивачів, сторона, що атакує, досягає колосальної економічної переваги. Навіть у випадку стовідсоткового перехоплення всіх випущених хибних дронів, операція є успішною, оскільки вона призводить до спустошення пускових установок ворога перед завданням реального вогневого ураження.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що використання лінз Люнеберга на безпілотниках є класичним прикладом того, як відносно просте інженерне рішення здатне нівелювати переваги високотехнологічної зброї противника. Впровадження таких систем в архітектуру сучасних повітряних ударів забезпечує високий рівень захисту основних засобів ураження, дозволяє ефективно розкривати систему ППО та нав'язує економічно збиткову модель ведення бойових дій для ворога. У перспективі розвиток цієї концепції передбачає створення інтелектуальних роїв хибних цілей, що ще більше ускладнить завдання для будь-якої системи протиповітряної оборони.

Колотело П.О.
Головатий Р.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Російсько-українська війна та сучасні конфлікти демонструють, що перевага на полі бою більше не визначається лише кількістю важкої техніки. Ключовим фактором стає технологічна перевага безпілотних систем (UxV), які інтегровані в єдиний інформаційний простір.

Перспективними напрямами розвитку бойових безпілотних систем є:

1. Еволюція автономності та штучного інтелекту (AI).

Головний тренд - мінімізація участі людини у циклі ураження цілі (OODA loop).

- Автономне розпізнавання цілей: Використання нейромереж для ідентифікації техніки та живої сили навіть в умовах щільної забудови або маскування.
- Стійкість до РЕБ: Перехід на «машинний зір» дозволяє дрона завершувати місію автономно, навіть якщо зв'язок з оператором повністю втрачено.

2. Технологія «Рою» (Swarm Intelligence).

Перспектива розвитку полягає в переході від індивідуального керування до групового:

- Координація: Група дешевих дронів діє як єдиний організм, розподіляючи між собою ролі (розвідка, ретрансляція, удар, оцінка результатів).
- Перенасичення ППО: Велика кількість одночасних цілей виснажує ворожі системи протиповітряної оборони, роблячи захист економічно недоцільним.

3. Мультидоменні операції.

Майбутнє у взаємодії різних типів безпілотних платформ:

- Наземні роботизовані комплекси (НРК): Використання дронів для мінування, евакуації поранених та як мобільних вогневих точок.
- Морські дрони-камікадзе: Зміна стратегії ведення війни на морі, де невеликі швидкісні човни стають загрозою для великих фрегатів та крейсерів.
- Дрони-носії: Повітряні платформи, що запускають дрібніші FPV-дрони, збільшуючи їхній радіус дії в десятки разів.

4. Економіка війни та масштабування.

Безпілотні системи змінюють вартість ведення бойових дій:

- Демократизація високоточної зброї: Дешевий дрон-камікадзе вартістю в кілька сотень доларів здатен знищити танк за мільйони.
- Модульність: Створення універсальних платформ, на які можна швидко встановлювати різні типи корисного навантаження (камери, боєприпаси, засоби РЕБ).

Основні виклики:

1. Протидія (Anti-Drone): Розвиток лазерної зброї та мікрохвильових гармат для збиття дронів.
2. Етичний аспект: Питання «права на вбивство», яке делегується машині без участі людини.
3. Логістика: Необхідність у величезній кількості компонентів та швидкій адаптації прошивок під нові частоти РЕБ.

Військові безпілотні системи майбутнього – це не просто літальні апарати, а розподілений інтелект, що діє в усіх середовищах одночасно. Перемогу здобуде той, хто швидше інтегрує AI у бойові процеси та забезпечить масове виробництво дешевих, але інтелектуальних систем.

Кольченко В.В.
Бачурін С.М.
Новак В.І.
ДНДІ ВС ОВТ

НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДРОЗДІЛИ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У війні росії проти України задіяна велика кількість військових підрозділів безпілотних систем (ПБС). Такі підрозділи застосовують в роботизованих системах електродвигуни або двигуни внутрішнього згоряння. На сьогодні, альтернативою зазначеним двигунам можуть бути водневі двигуни. Водень виступає не лише як альтернативне паливо, а як фактор, що забезпечує логістичну незалежність та екологічну відповідальність військ.

З аналізу джерел відкритої інформації, досліджень в межах оперативних завдань та експертиз проєктів можна визначити напрямки впровадження водневих технологій в ПБС:

– безпілотні літальні апарати (БпЛА) (розвідувальні, розвідувально-ударні комплекси та баражуючі боєприпаси). Успішною апробацією є українські БпЛА “Raybird” та “Spectator-M1”, південнокорейські БпЛА “Doosan DS30W” та “Hogreen Air”. Окрему перспективу становлять важкі транспортні БпЛА та БпЛА-носії дронів, які потребують тривалого перебування у повітрі;

– наземні роботизовані комплекси (НРК) (логістичні, евакуаційні, бойові): НРК “Hermione” (Франція), НРК “ZH2” (США), НРК “Black Veil” (Південна Корея). Використання водню забезпечує безшумність під час евакуації поранених або доставки боєприпасів;

– морські дрони (безекіпажні судна): системи для патрулювання та спеціальних операцій, прикладом яких є британський зразок “FSD”.

До переваг водневих технологій можна віднести:

– високу автономність (забезпечення значно більшої дальності та тривалості порівняно з літій-іонними акумуляторами);

– мінімальний акустичний шум та низький тепловий слід, що ускладнює виявлення комплексів противником;

– логістичну гнучкість (можливість генерації палива в польових умовах з води або повітря за допомогою мобільних електролізерів, що зменшує залежність від підвезення палива;

– екологічність (декарбонізація та зменшення впливу на навколишнє середовище).

Але існують і виклики щодо водневих технологій:

– відсутність розвиненої мережі зберігання та розподілу водню в польових умовах;

– складні рішення для зберігання водню (адаптовані баки, твердотільні носії);

– висока ціна компонентів та ризики залежності від монопольних постачальників критичних матеріалів;

– складність експлуатації (потрібно провести спеціалізовані навчання персоналу та розробку специфічних протоколів безпеки. Для малих роботизлованих систем актуальним залишається підвищення співвідношення потужності до ваги паливних елементів.

Отже, водневі технології мають потенціал змінити майбутнє поле бою (дозволяють значно підвищити автономність, прихованість та ефективність повітряних, наземних та водних роботизованих комплексів). Вони охоплюють не лише доступність і виробництво на місці (в польових умовах), а й зменшення впливу на навколишнє середовище та контроль над ланцюгом постачання.

Комаров М.В.
Науменко М.В., д-р техн. наук, ст. наук. співроб.
ДНДІ ВС ОВТ

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОМОСТІ ОКРЕМИХ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАТИВНИХ (ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ) УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Оперативні (оперативно-тактичні) ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) разового застосування (РЗ) набувають стратегічного значення в умовах сучасних бойових дій. Підходи до проведення випробувань з метою оцінювання значень показників бойової ефективності такого виду озброєння потребують удосконалення існуючого методичного апарата, а саме створення кваліметричних моделей, що відображають залежність бойового потенціалу БпЛА РЗ від обґрунтованої сукупності тактико-технічних показників (ТТП) - факторів моделі, що є важливими для успішного виконання типового бойового завдання з ураження нерухомої цілі з відомими топографічними координатами. Побудова таких моделей дозволить скоротити часові і фінансові витрати на проведення випробувань БпЛА визначеного типу.

Визначення числових значень коефіцієнтів вагомості кожного окремого фактора є важливою задачею яку можна вирішити методом експертного опитування або методом ретроспективного аналізу. Недостатність статистичного матеріалу щодо окремих значень ТТП БпЛА РЗ, які визначають бойові властивості, унеможливлює застосування другого методичного підходу. Тому використання методу експертних оцінок є розумною ініціативою.

Встановлені числові значення коефіцієнтів вагомості ТТП оперативних (оперативно-тактичних) ударних БпЛА РЗ, за умови залучення фахівців, прийнятність узагальненої думки яких буде підтверджена значеннями показників узгодженості (чисельної і транзитивної) та варіабельності, які мають знаходитись у встановлених межах, можуть бути використані для побудови кваліметричної моделі БпЛА визначеного типу.

Було проведено експертне оцінювання шляхом застосування методу аналізу ієрархій (МАІ). Декомпозиція типового бойового завдання БпЛА РЗ дозволила виокремити чотири підетапи першого рівня ієрархії та одинадцять ТТП другого рівня, розподілених по чотирьох групах. Для кожної групи проведено попарне порівняння за участю 17 фахівців з досвідом планування та реалізації бойових операцій і проведення випробувань БпЛА. Підсумкові коефіцієнти вагомості ТТП отримано як добуток коефіцієнтів вагомості окремих підетапів та коефіцієнтів вагомості відповідних факторів, (встановлених за допомогою експертів) у кожному підетапі.

Отримані значення коефіцієнтів вагомості ТТП дозволять побудувати кваліметричну модель оцінювання бойових властивостей оперативних (оперативно-тактичних) ударних БпЛА РЗ.

Коритченко К.В., д-р техн. наук, професор
Столяров С.А.
Чернявський О.Ю.
Кузьмін В.М.
ВІТВ

ЕЛЕКТРИЧНИЙ НІЖ ДЛЯ ПОВІТРЯНОГО ТРАЛЕННЯ ШЛЯХІВ ПРОЛЬОТУ БпЛА НА ОПТОВОЛОКНІ

У сучасних бойових діях широке застосування набули ударні БпЛА, що керуються радіосигналами, або сигналами, що передаються по оптоволоконному кабелю. Ударні БпЛА на радіокеруванні мають перевагу у маневреності та швидкості руху. Але застосування засобів радіоелектронної боротьби дозволяє зривати радіокерування. Ударні БпЛА на оптоволокні є стійкими до радіоперешкод, не мають проблем з радіогоризонтом, забезпечують якісну передачу відеосигналу та можуть тривалий час працювати в режимі чергування.

Одним із напрямів боротьби з БпЛА на оптоволокні є механічне пошкодження оптоволоконного кабелю. Враховуючи відсутність автоматизованих засобів дистанційного знешкодження таких кабелів, у бойових підрозділах створюють позаштатні патрулі, які візуально виявляють оптоволоконні кабелі на шляху патрулювання та здійснюють їх механічне пошкодження. Але патруль стає мішенню для ударних БпЛА. Тому актуальним є розроблення засобів дистанційного руйнування оптоволокна.

Науковці ВІТВ НТУ ХПІ у співпраці з приватними виробниками розробили електричний ніж для повітряного тралення шляхів прольоту БпЛА на оптоволокні з метою їх знешкодження та механічного перебивання оптичного кабелю. Мета застосування рішення, що пропонується: знешкодження оптоволокна, що провисає.

Електроніж складається з корпусу, електродвигуна, акумуляторних батарей та тросу. Передбачається наступний порядок застосування. До дрона через трос довжиною 3-10 м чіпляється електричний ніж-гарпун у ввімкненому стані.

Дрон вилітає на маршрут тралення. Під час тралення здійснюється автоматичне обрізання оптоволокна, що потрапляє у проміжок між дроном та електричним ножем. Електроніж безперервно працює під час тралення. Після завершення застосування дрона і його повернення до оператора за потреби здійснюється заміна аккумуляторів.

Технічні характеристики ножа-гарпуна:

1. Маса – до 600 г.
2. Час безперервної роботи не менше 60 хв.
3. Кількість оптоволокна, що одночасно перерізається – не менше 10.
4. Частота обрізання – не менше 10 за секунду.
5. Сектор обрізання – 360 градусів.
6. Напрямок обрізання – вертикально-горизонтальний.

Роботи з тестування ножа-гарпуна продовжуються.

Королько С.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ЕФЕКТИВНІ ЗАСОБИ ПРОТИДІЇ ВОРОЖИМ FPV-ДРОНАМ

У сучасних умовах російсько-Української війни FPV-дрони стали одними із найнебезпечніших засобів ураження на тактичному рівні. Вони застосовуються противником для точкового знищення бронетехніки, укриттів, артилерійських систем і живої сили. Висока маневреність, незначна вартість і складність виявлення FPV-дронів зумовили необхідність створення комплексної системи протидії. Одним із ключових напрямів боротьби є радіоелектронна протидія. Станції радіоелектронної боротьби здатні пригнічувати канали управління та передачі відеосигналу FPV-дронів. У результаті дрон втрачає керування або переходить у неконтрольований режим. Переносні засоби РЕБ стали особливо актуальними для підрозділів на передовій. Вони забезпечують локальний захист особового складу та техніки. Важливу роль відіграють також стаціонарні комплекси РЕБ, розгорнуті навколо критично важливих об'єктів.

Іншим ефективним засобом протидії є виявлення FPV-дронів за допомогою акустичних та оптичних систем. Акустичні давачі сигналу дозволяють фіксувати характерний звук електродвигунів ще до входу дрона в зону ураження. Оптико-електронні системи забезпечують візуальне супроводження цілі в реальному часі. Радіолокаційні засоби малого радіусу дії спеціально адаптуються для виявлення малорозмірних повітряних об'єктів. Своєчасне виявлення значно підвищує ефективність подальших дій з нейтралізації дрона. Важливим напрямом є використання стрілецьких засобів ураження. Автоматична зброя та кулемети з оптичними й тепловізійними прицілами можуть знищувати FPV-дрони на малих дистанціях. Застосування дробових боєприпасів підвищує ймовірність ураження швидкісної цілі.

Окреме місце посідають спеціалізовані зенітні установки малого калібру. Вони ефективні для прикриття позицій та колон техніки. Перспективним напрямом є використання лазерних систем ближньої дії. Лазерна зброя дозволяє без боєприпасів уражати оптику або елементи конструкції дрона. Хоча такі системи ще перебувають на стадії впровадження, їх потенціал є значним. Не менш важливим є застосування інженерних заходів маскування. Сітки, укриття та макети техніки знижують ефективність застосування FPV-дронів ворога. Активно використовуються й пасивні засоби захисту, зокрема екрани та решітки на бронетехніці. Вони здатні зменшувати руйнівну дію кумулятивних зарядів.

Окрему роль відіграє навчання особового складу діям у разі загрози атаки FPV-дронів. Відпрацьовані алгоритми укриття та взаємодії з підрозділами РЕБ знижують втрати. Інтеграція розвідувальних даних дозволяє прогнозувати райони активного застосування дронів. Сучасні цифрові системи управління боєм сприяють швидкому обміну інформацією. Важливою є взаємодія між родами військ і підрозділами різного призначення. Досвід Сил оборони України свідчить про ефективність комплексного підходу до протидії FPV-дронам. Підтримка та стандартизація рішень відповідно до рекомендацій NATO підвищують сумісність і технологічний рівень засобів захисту у зв'язку з тим, що умови сучасної війни вимагають постійного вдосконалення засобів протидії. FPV-дронам, хоча й залишатимуться серйозною загрозою, проте їх ефективність може бути суттєво знижена. Системне поєднання технічних, тактичних і організаційних заходів є ключем до збереження життя українських воїнів. Саме так Збройні Сили України успішно адаптуються до нових викликів сучасного поля бою.

Корчев В.Б., канд. військ. наук, ст. наук. співроб.
Баратюк В.І., канд. військ. наук, доцент
Жиговець А.О.
НАДПСУ

ПОТЕНЦІАЛ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ІНДУСТРІЇ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасний рівень розвитку технічного прогресу визначається швидким впровадженням БпЛА у різні сфери життєдіяльності людини. Російське вторгнення в Україну поставило роботизовані та безпілотні платформи у центр національної безпеки та оборони, які раніше були нішевим продуктом, як інструмент отримання асиметричної переваги над засиллям і танками. Але потенціал цієї індустрії значно виходить за рамки суто військових застосувань – логістики, сільського господарства, моніторингу інфраструктури і охорони громадського порядку. І як наслідок, інноваційний розвиток цих напрямів є стратегічною пріорітетністю, що є визначальним для конкурентноздатності та обороноздатності держави.

За всіма показниками ринок безпілотних систем змінюється з небаченою швидкістю, охоплюючи напрямки повітряних, наземних і морських платформ. Наразі в Україні створено потужну базу для виготовлення розвідувальних і ударних БпЛА, FPV-дронів і БпЛА-паливних дронів. В окрему концепцію-шістику вийшла розробка багатоцільових морських безекіпажних катерів типу Magura V5 і Sea Baby. Завдяки інноваційним рішенням ці самі платформи можуть не тільки знищувати ворожі кораблі, але й бути оснащені зенітними ракетними комплексами, системами залпового вогню та дистанційним мінуванням. Наступним важливим елементом сучасного тактичного комплексу короткого радіусу дії (ТССРД) є засоби його доставлення – безпілотні наземні платформи, які перебувають на стадії активного розвитку.

Хоча проблем у цієї галузі чимало, і вона поки що безумовно недостатньо усталена, все ж попереду у неї величезні перспективи. У військовому застосуванні вразливість каналів зв’язку до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника, а також ступінь і швидкість, з якою ефективність апаратів залежить від рівня кваліфікації операторів - є важливою проблемою. Ймовірне вирішення даної проблеми полягає у масштабуванні технологій штучного інтелекту (ШІ) і машинного зору. Інтеграція ШІ наділяє БпЛА можливістю автономної навігації в умовах глушіння GPS, самостійного розпізнавання цілей, прийняття рішень у нестандартних ситуаціях та дії у вигляді координації «рою». Те ж саме автономізуюче спрямування простежується і в громадянському сегменті, де бізнес активно інвестує в доставку “останньої милі” та точне землеробство із зменшеним впливом людини. Прискорений розвиток галузі, що є необхідним для України, – це ж подолання нормо-правових бар’єрів, локалізація виробництва критичних комплектуючих, стабільна підтримка науково-дослідницьких майстерень.

Отже, потенціал індустрії безпілотних систем є одним із ключових драйверів розвитку технологічного сектора України. Для забезпечення лідерських позицій та ефективного використання БпС пропонується: 1) консолідувати зусилля держави і приватних розробників для створення повністю автономних систем навігації та ураження на основі ШІ-базованих алгоритмів; 2) прискорити нормативно-правове врегулювання використання інноваційних роботизованих комплексів; 3) забезпечити безперервну еволюцію тактики їхнього

застосування через шкалювання успішного досвіду взаємодії у сіткоцентричних системах управління. Втілення зазначених пропозицій у життя дасть змогу мінімізувати втручання людини у надзвичайно ризикові процеси, гарантувати збереження людських життів та отримати істотну технологічну перевагу.

Кот В.В.
Герасимов С.В., д-р техн. наук, професор
Герасимова О.С.
НТУ "ХПІ"
Маліневський В.В.
НАСВ

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО КОНТРОЛЮ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛУ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЗАСОБАМИ

Сьогодні все ширшого розповсюдження набуває застосування безпілотних засобів – наземного, морського та повітряного призначення. Ефективність застосування безпілотних засобів залежить від якості функціонування каналу управління. Якість функціонування каналу управління безпілотними засобами залежить від знаходження його технічних характеристик у межах можливих змін. Таким чином, актуальним завданням є розробка пропозицій щодо контролю характеристик каналу управління безпілотними засобами перед їх використанням для забезпечення визначеного рівня ефективності застосування.

Контроль характеристик каналу управління безпілотними засобами здійснюється шляхом застосування відповідних методів і засобів, спрямованих на виявлення дефектів і несправності під час функціонування, визначення ступеня небезпеки дефектів і прогнозування (діагностування) остаточного ресурсу складових. До складових каналу управління безпілотними засобами при дослідженні віднесено засоби передачі команд управління (передавачі сигналу управління), засоби підсилення (при їх використанні для збільшення дальності дії каналу управління), засоби приймання команд управління (приймачі сигналу управління на борту безпілотного засобу), пристрої керування(для перетворення сигналу управління у команди для керування рухом або польотом). Тому сформуємо основні пропозиції щодо контролю характеристик каналу управління безпілотними засобами: рівень достовірності виявлення несправності та можливих пошкоджень не нижче 95 %; своєчасне виявлення основних електричних і механічних дефектів; проведення необхідних вимірювань при контролі дистанційно (за рахунок використання радіотехнічного сигналу); можливість обробки отриманих результатів контролю (вимірювань характеристик) за короткий час для прийняття обґрунтованого рішення щодо подальшого використання за призначенням.

Проведено аналіз основних методів контролю каналу управління безпілотними засобами, обґрунтовано їх негативні та позитивні особливості.

Запропоновано метод синтезу вимірювального радіотехнічного сигналу спеціальної форми, основою якого є розроблений алгоритм обчислення оцінювання дисперсії сигналу та його основних параметрів. Зміна параметрів вимірювального радіотехнічного сигналу при контролі каналу управління безпілотними засобами свідчить про зміни характеристик

каналу, що дозволяє визначити наявність (відсутність) дефектів (несправності). Представлено аналітичний матеріал, який дозволяє визначити основні параметри потрібного вимірювального радіотехнічного сигналу. Наведено результати комп'ютерного моделювання запропонованих аналітичних співвідношень, результати якого підтвердили доцільність використання запропонованого вимірювального радіотехнічного сигналу спеціальної форми при контролі характеристик каналу управління безпілотними засобами.

Розглянуто напрями подальших досліджень щодо використання різних видів модуляції часових параметрів для синтезу потрібної форми вимірювального радіотехнічного сигналу для контролю характеристик каналу управління безпілотними засобами.

Кохан В.Ф., канд. техн. наук, доцент
Поліщук В.Л.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ В УДАРНІ БЕЗПІЛОТНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ЧИННИК ЗМІНИ ХАРАКТЕРУ БОЙОВИХ ДІЙ

Досвід сучасних збройних конфліктів, передусім війни російської федерації проти України у 2022–2025 роках, свідчить про глибоку трансформацію засобів і способів ведення бойових дій. Якщо на початковому етапі визначальну роль відігравали артилерійські системи, то починаючи від 2024 року спостерігається стрімке зростання ролі безпілотних літальних апаратів. Масове застосування безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) призвело до формування нових умов бойового простору, зокрема розширення "сірої зони" до 50–60 км, де традиційні засоби ураження та пересування суттєво обмежені. У таких умовах особливого значення набувають середні та важкі мультироторні БпЛА вантажопідйомністю 100-150 кг.

Мета дослідження полягає у комплексній оцінці потенціалу трансформації важких сільськогосподарських БпЛА (далі – "агродронів") у тактичні і логістичні безпілотні платформи, а також визначення їх впливу на розвиток тактики, оперативного мистецтва та загального характеру збройної боротьби.

Сучасні важкі "агродрони" характеризуються низкою ключових технічних параметрів: високою вантажопідйомністю, що дозволяє транспортувати боєприпаси та інженерні засоби; модульною архітектурою; здатністю до автономного польоту та адаптації до змін обстановки; підвищеною стійкістю до складних метеорологічних умов. Окремі види БпЛа мають вбудований парашут і лебідку.

Трансформація "агродронів" у бойові системи відкриває можливості для реалізації нових тактичних і логістичних підходів. Вони можуть застосовуватися для завдання точкових ударів, дистанційного мінування місцевості, доставки та скидання боєприпасів, а також логістичної підтримки підрозділів у режимі реального часу. Важливою перевагою є підвищення ефективності одного бойового вильоту, один середній БпЛА здатен виконати завдання, яке раніше вимагало застосування групи легких FPV-дронів. Це зменшує навантаження на операторів, скорочує час виконання завдань і знижує ризики втрат.

Окрему увагу слід приділити психологічному ефекту застосування таких платформ. Робота у нічний час спричиняє виснаження особового складу противника, зниження морально-психологічного стану та погіршення боєздатності.

Наукова новизна роботи полягає у системному визначенні важких “агродронів” як нового класу безпілотних платформ подвійного призначення, що інтегрують функції вогневого ураження, логістики та інформаційно-психологічного впливу і виступають важливим елементом мережево-центричних систем ведення майбутніх бойових дій.

Важкі “агродрони” є ефективною технологічною базою для створення тактичних і логістичних БпЛА вантажопідйомністю від 100 кг, що значно підвищує ефективність за рахунок концентрації бойового навантаження, а їх використання знизить втрати особового складу та знизить час при виконанні завдання.

Кочан Р.В., д-р техн. наук, професор
Гоц Н.Є., д-р техн. наук, професор
Озірковський Л.Д., д-р техн. наук, професор
Кіцера А.О.
Сєчко О.І.
НУ “Львівська політехніка”

МЕТОД АКУСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГРУПОВИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Сучасний етап розвитку засобів повітряного нападу характеризується масовим застосуванням безпілотних літальних апаратів (ЛА), що висуває нові вимоги до систем моніторингу повітряного простору. Особливу загрозу становлять малорозмірні об'єкти, що діють у складі груп або «роїв». Виявлення таких цілей РЛС є ускладненим через їхню малу ефективну площу розсіювання, низьку висоту польоту та використання композитних матеріалів, що робить їх малопомітними для радіохвиль. У цьому контексті актуальності набувають пасивні методи спостереження, зокрема акустичний моніторинг. Однак, попри значні успіхи в розробці алгоритмів детектування одиночних ЛА, задача ідентифікації та розділення групових цілей залишається відкритою. Коли кілька ЛА рухаються на близькій відстані один від одного, їхні спектральні та часові характеристики перекриваються, створюючи складну інтерференційну картину. Традиційні методи обробки сигналів часто сприймають групу як одну ціль з розмитими характеристиками, що призводить до помилок у підрахунку кількості об'єктів та визначенні їхніх траєкторій. Аналіз останніх досліджень показує, що більшість існуючих акустичних систем базуються на методах цифрового бімформінгу або алгоритмах високої роздільної здатності. Проте, ці підходи демонструють нестабільність в умовах низького відношення сигнал/шум та при наявності сильних акустичних завад від навколишнього середовища. Метою даної роботи є розробка та дослідження методу виявлення групових повітряних цілей модульною акустичною системою моніторингу повітряного простору.

У роботі запропоновано та досліджено метод детектування групових повітряних цілей, що базується на спектральному аналізі інтерференційної картини акустичних сигналів, що генеруються двигунами ЛА. В основу запропонованого методу покладено ефект виникнення биттів при інтерференції сигналів з близькими спектральними характеристиками. Методи дослідження базуються на моделюванні та аналізі процесу розповсюдження акустичних хвиль в повітрі та інтерференції множини періодичних гармонійних хвиль різної амплітуди та частоти у смузі частот основної гармоніки широкосмугових акустичних сигналів,

генерованих двигунами ЛА. Верифікація отриманих результатів дослідження базується на аналізі аудіодоріжки записів відео, на яких зафіксовано прольоти груп однотипних ЛА з одним двигуном, серед яких є дрони типу Шахед/Герань та літаки з одним двигуном. Записи відео отримані з відкритих джерел, що включають: соціальні мережі, сервіси відеохостингу, канали новин, тощо.

Наявність характерних гармонік у спектрі прийнятого акустичного сигналу є стійким маркером наявності групи однотипних ЛА в радіусі дії акустичних датчиків системи моніторингу повітряного простору, а інтерференційна картина у визначеній смузі частот визначається їхньою кількістю та дальністю до кожного окремого ЛА. Таким чином, реалізація запропонованого методу дозволяє ідентифікувати групові повітряні цілі, в тому, числі у складі безпілотних ЛА з двигунами внутрішнього згорання або реактивними двигунами.

Кравець Ю.В.
Кравець Т.М., канд. геогр. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЦІЛЕЙ ЗА ТЕЛЕМЕТРІЄЮ БпЛА

Сучасний етап розвитку безпілотних систем характеризується їх стрімкою інтеграцією у всі рівні бойових дій, зокрема у процеси розвідки, цілевказування та коригування вогню. В умовах динамічного бою ключовим завданням стає не лише виявлення цілі, а й забезпечення високої точності визначення її координат із мінімальним часовим інтервалом. Використання БпЛА дозволяє отримувати телеметричні дані в реальному часі, однак їх практичне застосування супроводжується наявністю систематичних похибок, що знижують ефективність вогневого ураження. Це обумовлює необхідність розвитку підходів до обробки телеметрії та вдосконалення методів визначення координат цілей.

Нами розглянуто перспективні напрями підвищення точності позиціювання цілей за даними БпЛА. Встановлено, що основними джерелами похибок є відхилення магнітного компаса, вплив кута нахилу камери та різниця висот між платформою спостереження і ціллю. Ігнорування цих факторів призводить до значних помилок у визначенні координат, особливо при роботі на середніх і великих дистанціях. Запропоновано підхід, що передбачає комплексну корекцію телеметричних параметрів із використанням алгоритмічних методів обробки даних та автоматизацію розрахунків у спеціалізованому програмному середовищі.

Особливістю сучасних тенденцій розвитку безпілотних систем є перехід до автоматизованої обробки телеметрії та інтеграції БпЛА у єдині інформаційно-аналітичні системи. Використання інструментів типу розрахункових модулів дозволяє значно скоротити час обробки даних та мінімізувати вплив людського фактора. Перспективним напрямом є впровадження алгоритмів автоматичного визначення похибок сенсорів, синхронізації телеметрії з відеоданими, а також використання цифрових моделей місцевості для уточнення координат цілей. Важливим є також розвиток методів обробки перспективних зображень, що дозволяє відмовитися від необхідності прольоту дрона безпосередньо над ціллю.

Окрему увагу слід приділити інтеграції безпілотних систем із сучасними геоінформаційними платформами та системами управління вогнем. Автоматизований обмін даними між БпЛА та такими системами забезпечує оперативне нанесення координат на електронні карти, підвищує швидкість прийняття рішень і дозволяє скоротити цикл «виявлення – ураження».

Отже, результати дослідження свідчать, що перспективи розвитку безпілотних систем безпосередньо пов'язані з підвищенням точності обробки телеметричних даних та рівнем автоматизації процесів визначення координат. Використання алгоритмічних підходів до корекції телеметрії у поєднанні з автоматизованими інструментами обробки даних забезпечує підвищення стабільності результатів і скорочення часу прийняття рішень.

Інтеграція безпілотних систем із сучасними геоінформаційними платформами та системами управління вогнем створює передумови для формування єдиного інформаційного середовища, в якому дані з різних джерел об'єднуються та аналізуються в режимі реального часу. Впровадження інтелектуальних методів обробки даних, зокрема елементів автоматичного аналізу зображень і телеметрії, дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та підвищити достовірність визначення координат. У сукупності це забезпечує суттєве підвищення ефективності застосування БпЛА у сучасних бойових умовах, скорочення циклу «виявлення – ураження» та формування якісно нового рівня ведення розвідки й контрбатарейної боротьби.

Кривизюк Л.П., канд. істор. наук, доцент
Перемибіда Д.О.
Перемибіда І.В.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ УКРАЇНИ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Наземні роботизовані комплекси (далі – НРК) є одним із ключових напрямів розвитку сучасних засобів ведення бойових дій. Їх розроблення у збройних силах провідних країн світу розпочалося на початку 2000-х років, однак широке бойове застосування вони отримали саме під час російсько-Української війни, особливо після широкомасштабного вторгнення росії в Україну у 2022 році.

НРК виконують широкий спектр завдань, зокрема логістичне забезпечення підрозділів, евакуацію поранених, розвідку, вогневу підтримку та інженерні роботи.

Розвиток НРК в Україні характеризується високими темпами та адаптацією до умов сучасного бою. Якщо на початковому етапі війни використовувалися поодинокі зразки, то на сьогодні переважна більшість таких систем є вітчизняного виробництва, що свідчить про формування власної технологічної бази у сфері безпілотних наземних платформ.

Серед бойових НРК слід звернути увагу на платформи з кулеметним та комбінованим озброєнням, які забезпечують вогневу підтримку підрозділів. Зокрема, системи типу "ШаБля" – є однією з перших бойових наземних платформ, що застосовується з 2014 року та використовується у складі 5 ошбр та батальйону "Вовків Да Вінчі" 59 омбр. Вона виготовляється у кількох модифікаціях під кулемети калібру 7,62 мм (ПКТ, М240) та 12,7 мм

(М2). Платформа “Ironclad” призначена для підтримки ведення оборонних дій і штурму ворожих позицій, поєднуючи мобільність, броньований захист і бойову турель, зі швидкістю до 20 км/год та вантажопідйомністю до 400 кг. “Рись” використовує бойову турель “ШаБля”, характеризується швидкістю до 8 км/год і запасом ходу до 20 км або до 4-х годин роботи, застосовується з кінця 2023 року.

До універсальних платформ належать “Миротворець” – плаваюча система з бойовим модулем “Амулет” із дальністю ураження до 5 км. Також “D-21-11”, яка поєднує бойові та логістичні функції завдяки оснащенню автоматичною туреллю.

Розвідувально ударні НРК призначені для виконання розвідувальних і ударних завдань: “Droid TW” – оснащений туреллю з кулеметом Browning калібру 12,7 мм, дистанційним керуванням і системами на базі штучного інтелекту для розпізнавання цілей. “Wolly” – оснащений кулеметом калібру 7,62 або 12,7 мм із автоматичною подачею боєприпасів, тепловізором.

Роботи-камікадзе “Ratel-S” (Медоїд), Каракурт (Мангал) призначені для підриву ворожих позицій та техніки, а також здійснення мінування.

Використовуються також роботизовані мінні трали, які знаходять і нейтралізують протипіхотні міни. Комплекс “Ratel Deminer” оснащений денним відеоканалом і здатний знищувати міни зразка ПФМ-1, ПМН-4, ПМН-3 та ПМН-2.

Широко використовуються багатоцільові логістичні платформи для виконання різних завдань: “Віслюк”, “Ratel-M”, “Ratel H”, “Sirko-S1”, а також платформи, призначені для логістики “Піксель”, “Стохід”.

Нині на передовій працюють понад 200 моделей наземних роботизованих комплексів від 40 різних українських виробників.

Головним досягненням виробництва та бойового застосування наземних роботизованих систем є збереження життя особового складу. Оператор безпілотного комплексу перебуває в безпеці і не повинен приймати миттєвих рішень в умовах безпосереднього контакту з противником.

Отже, наземні роботизовані комплекси здатні виконувати завдання в небезпечних районах, замінюючи піхоту. Розробка та застосування безпілотних комплексів є складовою стратегії розвитку безпілотних систем Сухопутних військ України.

Криволап А.С.
Буряк А.А.
ВІКНУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ БпАК “VAMPIRE”

Сучасні бойові дії демонструють стрімке зростання ролі безпілотних авіаційних комплексів, які стають одним із ключових елементів розвідки, спостереження та вогневого ураження. Як приклад такого розвитку є БпАК “Vampire”, який поєднує можливості дистанційного спостереження, автоматизації польоту та інтеграції з цифровими системами управління.

Однією з важливих тенденцій розвитку безпілотних систем є підвищення автономності та мобільності комплексів. БпАК “Vampire” може працювати із використанням наземної станції, що дозволяє оператору керувати апаратом із укриття на відстані до 10 м від антени. Це підвищує безпеку особового складу та сприяє ефективному застосуванню комплексу в умовах бойових дій.

Перспективним напрямом є збільшення дальності та стабільності зв’язку. У комплексі передбачено використання підсилювачів сигналу та систем контролю рівня RSSI. Зазначається, що після віддалення БпЛА більш ніж на 200 м показники сигналу стабілізуються, що підтверджує можливість ефективної роботи на значних дистанціях.

Важливою перевагою є тривала автономність роботи допоміжних систем. Зокрема, модуль підсилювачів із акумулятором 3S2P 10000 mAh здатний працювати до 30 годин, що дозволяє забезпечувати довготривалі місії без необхідності частого обслуговування. Це відповідає загальній тенденції розвитку безпілотних систем у напрямі підвищення енергоефективності та тривалості бойового застосування.

Програмне забезпечення комплексу гарантує планування місій за координатами, контроль телеметрії та збереження логів польоту з часовими мітками і координатами. Така цифровізація сприяє інтеграції безпілотних систем в єдине інформаційне середовище управління військами та підвищує якість аналізу бойових дій.

Важливим напрямом розвитку є автоматизація польоту. БпАК може виконувати автоматичний зліт, а також повертатися у разі втрати зв’язку або сигналу GPS завдяки налаштованим алгоритмам безпеки. Це підвищує стійкість комплексу до впливу радіоелектронної боротьби та зменшує ризик втрати апарата.

Розвиток безпілотних систем на прикладі БпАК «Vampire» пов’язаний із підвищенням автономності, енергоефективності, стійкості до РЕБ та розширенням можливостей автоматизованого управління, що визначає їхню ключову роль у сучасних і майбутніх військових операціях.

Кудимов С.М.
Пономарьов І.Г.
Юданов В.А.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ТА НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОТАЦІЇ ПІДРОЗДІЛІВ

Поширення FPV-дронів, безпілотних бомбардувальників та розвідувально-ударних комплексів, що інтегрують БпЛА з артилерійськими та ракетними системами, досягло точки насичення, яка забезпечила сторонам практично необмежені можливості для завдання високоточних ударів на тактичному рівні.

Висока щільність розвідувальних та ударних дронів фактично перетворила смугу глибиною від п’яти до десяти (наразі - вже набагато більше) кілометрів уздовж лінії бойового зіткнення на суцільну зону ураження.

За досвідом бойових дій та положеннями настанов, ротація на лінії зіткнення - це не просто заміна людей, а найбільш критична вразливість підрозділу, що характеризується високим ризиком демаскування та вогневого ураження.

Використання безпілотних систем дозволяє перевести процес заміни підрозділів у формат “дистанційної підтримки”, мінімізуючи перебування особового складу на відкритих ділянках.

Повітряний компонент (БпАК) у забезпеченні ротації:

- Інженерна та повітряна розвідка: перевірка маршрутів висування на наявність мінних пасток, засідок та постів спостереження противника безпосередньо перед початком руху груп.
- Створення “коридору безпеки”: використання ударних FPV-дронів для придушення виявлених вогневих засобів ворога на флангах під час переміщення особового складу.
- Цілодобовий моніторинг: використання дронів із тепловізорами для контролю за дотриманням скритності та темпу руху груп у нічний час.

Наземний компонент (НРК) як засіб логістики та евакуації:

- Логістичне розвантаження: вивезення з позицій пошкодженого дороговартісного майна (Starlink, генератори, та ін.), яке важко транспортувати вручну під вогнем, що підвищує маневреність піхоти.
- Дистанційна евакуація: вивезення поранених із зони обстрілу силами одного оператора НРК, що зберігає боєздатність групи (не відволікає 4–6 бійців на ноші).

Пріоритетні напрямки модернізації комплексів:

- Підвищення живучості: перехід на керування через оптоволокно (100% захист від РЕБ) та впровадження інерціальних систем навігації для автономного повернення.
- Прихованість: модернізація силових установок (безшумні електродвигуни) та використання засобів зниження теплової сигнатури.
- Універсальність: впровадження модульних платформ, що дозволяють швидко змінювати логістичний відсік на бойову турель або систему дистанційного мінування.

Інтеграція НРК та БпЛА у плани ротації має бути закріплена на рівні бойових розпоряджень. Необхідне створення спільних екіпажів (БпЛА+НРК) для синхронізації дій: дрон - “очі”, робот - “руки/ноги” на полі бою.

Впровадження роботизованих систем дозволяє виконувати вимоги бойових статутів щодо скритності та безпеки заміни підрозділів у складних умовах сучасного “прозорого” поля бою.

Ротація перестає бути проблемою лише тоді, коли вона перетворюється у технологічну операцію, де людина рухається мінімально, а основні ризики та навантаження беруть на себе дрони та роботизовані платформи.

Кужель А.О.
Рачок Р.В., д-р техн. наук, професор
НАДПСУ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КАНАЛІВ ЗВ’ЯЗКУ УДАРНИХ БпЛА

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та радіоелектронної розвідки (РЕР) у сучасних збройних конфліктах. Ефективність застосування ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) напряму залежить від надійності каналів управління та передачі відеоданих.

На сьогодні в зоні бойових дій переважають два основні методи управління ударними дронами: через класичний радіоканал та волоконно-оптичну лінію зв'язку. Кожен із них має специфічні особливості застосування, що визначають тактику використання підрозділів БпЛА.

Класична схема управління FPV-дронами базується на використанні виносних антен або наземних станцій управління. Вона включає два основні канали: керування, що полягає у використанні передавачів типу ELRS або TBS на частотах 868/915 МГц та передачі відеосигналу в гігагерцовому діапазоні з використанням антен із круговою поляризацією. Сучасні програмні рішення дозволяють змінювати робочі частоти для мінімізації ризику пеленгації та придушення. Головними перевагами такої схеми є низька вартість та простота експлуатації. Проте, суттєвими недоліками залишаються висока вразливість до засобів РЕБ, необхідність прямої видимості між пілотом та апаратом, а також ризик виявлення позиції оператора за радіовипромінюванням.

Альтернативним та прогресивним методом є використання волоконно-оптичної лінії зв'язку. У цій системі електричний сигнал управління конвертується у світлові імпульси, що передаються через тонку котушку оптоволокна безпосередньо до дрона. Така технологія забезпечує абсолютну невразливість до засобів РЕБ/РЕР та найвищу якість відеосигналу без затримок. Це дозволяє використовувати тактику «ждунів» – дронів, що годинами перебувають на позиції в режимі очікування цілі, залишаючись непомітними для радіотехнічних засобів виявлення. Основними обмеженнями тут є ризик обриву кабелю, зниження маневреності через вагу котушки та висока вартість одноразового витратного матеріалу.

Окремим перспективним напрямком є використання БпЛА-ретрансляторів. Принцип полягає у винесенні вузла ретрансляції на значну відстань від оператора та на певну висоту. Це дозволяє розширити зону покриття, працювати на наднизьких висотах у складних рельєфних умовах та вийти із зони дії наземних станцій РЕБ ближнього радіусу. Найважливішим аспектом є безпека розрахунку, оскільки джерело радіовипромінювання розташоване далеко від позиції пілота.

Отже, вибір каналу управління має ґрунтуватися на конкретних бойових завданнях. Класичні системи залишаються масовими завдяки доступності, тоді як волоконно-оптичні та ретрансляційні рішення забезпечують перевагу в умовах щільної дії ворожого РЕБ, підвищуючи живучість особового складу та ефективність ураження цілей.

Кузьменко Р.В., канд. техн. наук, доцент
Голубовська О.М.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У СИСТЕМУ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В умовах російсько-Української війни застосування наземних роботизованих комплексів (НРК) під час медичної евакуації є одним із найбільш перспективних напрямів у сучасній тактичній медицині, що дозволяє реалізувати принцип "забрати пораненого, не втративши рятувальника".

Аналізуючи роль роботизованих платформ у дотриманні правила “золотої години” та використання НРК для транспортування поранених із “червоної зони” до стабілізаційного пункту дозволяє уникнути залучення груп евакуації особового складу, які часто стають пріоритетними цілями для противника.

Для евакуації поранених у ЗСУ використовують широкий спектр НРК – від легких вітчизняних до потужних західних платформ. Основна мета їхнього застосування – заміна 2-4 бійців евакуаційної групи на одну дистанційну платформу.

Українські дрони зазвичай дешевші та простіші у виробництві, що дозволяє постачати їх у війська масово, західні платформи відрізняються високою технологічністю, захищеністю та інтеграцією з системами НАТО.

Станом на березень 2026 року використання НРК стало системним елементом забезпечення бойових дій Сил оборони України. Найчастіше на фронті використовують моделі, які пройшли кодифікацію Міноборони та масштабовані через платформу Brave1.

Створення “ідеальної” евакуаційної платформи для умов сучасної війни сформовані на основі досвіду бойових дій в Україні (2022–2026 рр.):

Найважливішим елементом є зв'язок та стійкість до РЕБ, якщо втрачається зв'язок із пораненим на борту в “сірій зоні” – це втрата і техніки, і людини. Гібридне керування, основний канал – цифрова радіолінія (на нестандартних частотах), дублюючий – керування через дрон-ретранслятор (Mavic/Autel) для роботи за межами прямої видимості. Оптоволоконний варіант для зон із надпотужним РЕБ, котушка з дротом (до 1-2 км), що робить робота абсолютно імунним до радіозавад.

НРК має бути “всюдиходом-невидимкою”, висота платформи не повинна перевищувати 40–50 см (без урахування антени). Це дозволяє йому “ховатися” у високій траві або коліях від танків. Гусеничний хід з агресивним протектором: колісні бази 4х4 часто грузнуть у вологому чорноземі під вагою 100-кілограмового бійця. Гусениці забезпечують менший тиск на ґрунт.

Виключно електричний привід, поранений і рятувальник не повинні демаскувати себе звуком двигуна внутрішнього згоряння.

Евакуаційний медичний модуль (кейсевак). Броньована капсула (стандарт STANAG 2920), яка забезпечує захист від уламків, обладнана ношами з фіксаторами типу NATO (Sked, Talon) або м’якими ношами, двостороннім аудіозв'язком з оператором, щоб медик міг заспокоїти пораненого або дати йому інструкції та кріпленнями для аптечок. Складні борти, що запобігають сповзанню пораненого під час руху по схилу (кути до 30°). Також, поверхня платформи не повинна бути холодною металевою плитою, а з підігрівом від акумулятора. Камера з високим кутом огляду (FOV), оператор повинен бачити не тільки дорогу, а й стан пораненого. Тепловізійна камера для евакуації вночі та виявлення поранених у лісосмугах.

Купріненко О.М., д-р техн. наук, професор
НАСВ
Гусляков О.М.
Командування Сил безпілотних систем
Піддубний О.Г.
НАСВ

ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Досвід російсько-Української війни свідчить, що безпілотні наземні комплекси (БпНК) відіграють важливу роль у вирішенні завдань, що покладаються на підрозділи Сил оборони.

Зміни характеру ведення збройної боротьби, обумовлені широким застосуванням ударних БпЛА (FPV), призвели до збільшення розмірів kill zone, нагальної необхідності зменшення втрат особового складу та створили сприятливі передумови для розвитку БпНК.

Під час війни на державному рівні немає фінансування процесу розроблення БпНК.

Вітчизняні розробники, якими, як правило, є невійськові підприємства (компанії), створюють БпНК за своєю ініціативою, використовуючи власні уявлення та технічні рішення. На жаль, вони створюють БпНК виходячи зі своїх фінансових і економічних можливостей, не завжди мають достатні знання щодо потреб підрозділів у БпНК, переліку завдань, для виконання яких необхідно розробляти БпНК, умов та специфіки виконання цих завдань, що обумовлюють особливості технічного вигляду БпНК. Наслідком цього є факт невідповідності технічних характеристик (непристосованість) БпНК до застосування в реальних бойових умовах. Підрозділи Сил оборони змушені самостійно удосконалювати зразки (встановлювати більш ефективні системи зв'язку, елементи локального захисту, акумуляторні батареї більшої ємності для збільшення запасу ходу тощо).

Враховуючи потреби війни, сьогодні немає жорстких обмежень в наданні допуску до експлуатації БпНК у військах – компанія (підприємство), що створила дослідний зразок БпНК представляє його з визначеним переліком документів комісії, яка визначає відповідність зразка технічним вимогам, що затверджені МО України, або заявленим тактико-технічним характеристикам. У разі позитивних результатів зразку присвоюється номенклатурний номер НАТО (NSN). Цей процес має назву кодифікації БпНК.

У такий спосіб на сьогодні понад півсотні БпНК допущені до експлуатації у підрозділах Сил оборони.

Така багатоманітність БпНК, які мають різні характеристики, низький рівень уніфікації складових частин, може буде прийнятною під час війни, але в мирний час утримання такого парку БпНК призведе до суттєвого зростання експлуатаційних витрат.

Зазначені обставини обумовлюють необхідність проведення досліджень щодо розроблення науково-методичного апарата, що дозволить обґрунтовувати типаж БпНК, під яким розуміється раціональний склад номенклатури БпНК систематизованих та уніфікованих за функціонально-конструктивними показниками, значеннями параметрів, що забезпечує перспективну потребу Збройних Сил (військ).

Основними завданнями дослідження передбачається визначення переліку завдань, які покладаються на БпНК за досвідом бойових дій, аналіз відповідності існуючого парку БпНК потребам військ, розроблення науково-методичного апарата обґрунтування раціонального типажу БпНК, проведення експериментальних досліджень, обґрунтування пропозицій щодо формування раціонального типажу БпНК.

Куценко В.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Скляр О.В., д-р філософії
Горбачов К.М., д-р філософії
НУОУ

ОСНОВНІ ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІЙСЬКОВИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

Досвід виконання частинами та підрозділами військ протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ) завдань боротьби з засобами повітряного нападу (ЗПН) противника в ході війни за Незалежність України вказує на необхідність прогнозування (оцінювання) ефективності їх бойових можливостей в ході підготовки бойових дій (операції). Основою для проведення апріорного аналізу ефективності бойового застосування військових організаційних структур (екіпажу, підрозділу, частини, тактичної групи тощо) безпілотних літальних апаратів-перехоплювачів (БпЛА-П) є можливість визначення (розрахунку) їх бойових можливостей.

Під бойовими можливостями ВОРГС первинного рівня – екіпажу БпЛА-П будемо розуміти очікуваний результат виконання ними поставленого бойового завдання, який може бути досягнутий в певних умовах обстановки, та може бути оцінений за допомогою показників, які умовно поділяють на просторові, ймовірнісні та часові.

Просторові показники бойових можливостей визначають простір, в межах якого БпЛА-П здатні виконати поставлені бойові завдання. Основними з яких можуть бути: діапазон висот і швидкостей цілей, що перехоплюються, область досяжності БпЛА-П в горизонтальній і вертикальній площині, рубіж знищення цілі.

Ймовірнісні показники дають можливість оцінити ймовірності виконання різних елементів бойового польоту: наведення з землі, виявлення цілі, вихід БпЛА-П в атаку, ураження цілі, виникнення відмов обладнання, що призвело до зриву виконання бойового завдання, повна ймовірність знищення цілі.

Часові показники є в основному нормативними і визначаються виходячи з досвіду бойових дій та прописуються в керівних документах. Основними з яких можуть бути: час підготовки до бойового вильоту, час підготовки до повторного вильоту, набір висоти, чергування в повітрі.

У свою чергу, під час оцінювання ефективності ВОРГС всіх рівнів необхідно проводити розрахунок їх бойових можливостей з використанням інших кількісних і якісних показників, які дозволяють визначити їх бойові можливості з виконання бойових завдань за встановлений час в конкретних умовах обстановки.

Виходячи з цього показники бойових можливостей угруповань ВОРГС БпЛА-П можна умовно розділити на можливості з прикриття, знищення, маневру і управління.

Можливості з прикриття характеризуються простором, в якому ВОРГС можуть виконати поставлені бойові задачі й визначаються такими показниками як тактичні рубежі і зони (області).

Основними показниками можливостей зі знищення можуть бути: математичне сподівання кількості знищених цілей та потрібна кількість БпЛА-П для знищення ЗПН противника з потрібною ймовірністю.

Можливості з маневру визначаються простором, у межах якого ВОРГС БпЛА-П здатні здійснити маневр, і часом, який необхідний для його підготовки та здійснення. Можливості з управління визначаються простором, в якому пункти управління здатні отримувати інформацію про ЗПН і БпЛА-П, здійснювати управління БпЛА-П і їх наведення на повітряну ціль, а також кількість одночасних наведень.

Лівенцев С.П., канд. техн. наук, доцент
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

АДАПТИВНЕ КОГНІТИВНЕ УПРАВЛІННЯ РАДІОЛІНІЄЮ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

Забезпечення надійного зв’язку в системах управління безпілотними апаратами (БПА) є критичною задачею в умовах динамічної радіоелектронної обстановки, що характеризується дефіцитом спектра, наявністю навмисних завад та швидкою зміною параметрів каналу. Особливої складності задача набуває у мультидоменних сценаріях (повітряний, морський та наземний сегменти), де умови поширення сигналу істотно відрізняються.

Аналіз сучасних підходів показав, що існуючі рішення на основі SDR та когнітивного радіо не забезпечують комплексного врахування завадової обстановки, енергетичних обмежень та вимог до скритності функціонування. Це обумовлює необхідність розробки інтегрованих методів адаптивного управління радіолінією.

У роботі запропоновано когнітивну модель управління, в якій стан радіолінії описується узагальненим вектором параметрів каналу, рівня завад, енергетичних ресурсів та динаміки платформи. Керування реалізується шляхом вибору параметрів радіоінтерфейсу (частота, потужність, модуляція, швидкість кодування) у рамках багатокритеріальної оптимізації.

Критерій оптимальності формується як компроміс між ймовірністю помилки, затримкою передачі та енергетичними витратами. На основі цього підходу визначається множина Парето-оптимальних конфігурацій, що забезпечують найбільш ефективне функціонування системи в умовах невизначеності та завад.

Особливістю запропонованого підходу є використання мінімаксної постановки задачі, яка дозволяє враховувати найгірші сценарії завадового впливу та забезпечувати працездатність системи. Алгоритм реалізується у вигляді замкненого когнітивного циклу «моніторинг – аналіз – прийняття рішення – адаптація» та може бути впроваджений на SDR-платформах у реальному часі.

Результати імітаційного моделювання показали, що застосування запропонованого алгоритму дозволяє знизити ймовірність бітових помилок на 1–2 порядки, зменшити затримку передачі та підвищити енергоефективність у порівнянні з фіксованими та класичними адаптивними рішеннями. Найбільший виграш досягається у складних умовах міського багатопроменевого середовища.

Авторами запропоновано мінімаксну когнітивну модель адаптивного управління радіолінією БпА, що поєднує багатокритеріальну оптимізацію та вибір Парето-оптимальних конфігурацій з урахуванням завадової обстановки. Удосконалено метод вибору параметрів

радіоінтерфейсу, який забезпечує працездатність системи в умовах невизначеності та мультидоменного функціонування.

Таким чином, запропонований підхід забезпечує ефективне когнітивне управління радіолінією БПА у мультидоменних умовах та може бути використаний при розробці перспективних систем зв'язку в умовах радіоелектронної протидії.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення моделі за рахунок врахування складніших сценаріїв радіоелектронної протидії, інтеграції методів машинного навчання для прогнозування завадової обстановки, а також експериментальної верифікації алгоритму на реальних SDR-платформах у мультидоменних умовах. Окрему увагу слід приділити оптимізації обчислювальної складності алгоритму та дослідженню його масштабованості для мереж безпілотних систем.

Літневський Ю.С.
Філімонов С.М.
Лунькова Г.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРЕНАЖЕРНІ СИСТЕМИ В ПІДГОТОВЦІ ОПЕРАТОРІВ БпЛА

Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у трансформації системи підготовки операторів безпілотних літальних апаратів (БпЛА), забезпечуючи підвищення ефективності навчання, адаптивність освітнього процесу та наближення тренувальних умов до реальних бойових ситуацій. Його інтеграція дозволяє перейти від традиційних методів підготовки до інтелектуалізованих навчальних середовищ, що враховують індивідуальні особливості кожного оператора.

Одним із провідних напрямів застосування ШІ є створення інтелектуальних тренажерних систем. Сучасні симулятори здатні відтворювати складні бойові сценарії з високим рівнем реалізму, що дозволяє формувати у операторів необхідні професійні компетентності без ризику для техніки та життя.

Такі системи моделюють широкий спектр умов виконання завдань, зокрема функціонування в умовах радіоелектронної боротьби (РЕБ), включаючи пригнічення сигналів навігації та управління, виявлення замаскованих або малопомітних цілей із використанням алгоритмів комп'ютерного зору й управління БпЛА в складних метеорологічних умовах, таких як сильний вітер, опади або обмежена видимість.

Важливою перевагою інтелектуальних тренажерів є їхня адаптивність. Завдяки алгоритмам машинного навчання ШІ аналізує дії оператора в режимі реального часу, оцінює рівень його підготовки та автоматично коригує складність сценаріїв. Це дозволяє поступово ускладнювати навчальні завдання, акцентувати увагу на слабких сторонах підготовки та формувати індивідуальні траєкторії навчання.

Крім того, такі системи забезпечують детальний аналіз помилок, надаючи оператору зворотний зв'язок у вигляді рекомендацій щодо покращення навичок.

Штучний інтелект суттєво розширює можливості підготовки операторів БпЛА через інтеграцію систем аналізу даних та підтримки прийняття рішень. У сучасних умовах

оператор працює з великими обсягами інформації (відеопотоки, телеметрія, мультиспектральні дані), що потребує високої швидкості обробки та інтерпретації.

Алгоритми ШІ дозволяють автоматично обробляти відео та зображення в реальному часі, здійснювати класифікацію об’єктів (техніка, жива сила, інфраструктура), виявляти аномалії та потенційні загрози, прогнозувати розвиток тактичної обстановки.

У процесі навчання оператор взаємодіє з інтелектуальними підказками, які пропонують оптимальні маршрути польоту, визначають пріоритетні цілі, оцінюють ризики виконання завдання.

Особливе значення має використання систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems, DSS), які формують рекомендації на основі аналізу попередніх місій та поточних даних. Це дозволяє зменшити когнітивне навантаження на оператора, підвищити швидкість реагування, мінімізувати ймовірність помилок.

У навчальному процесі такі системи також виконують функцію інтелектуального наставника, пояснюючи логіку своїх рекомендацій, що сприяє формуванню тактичного мислення.

Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НУ “Львівська політехніка”
Степанюк О.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
ЛНУВМБ

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ТА ПІДТРИМКИ ТАКТИЧНИХ РІШЕНЬ У БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМАХ

Сучасний розвиток безпілотних авіаційних систем зумовлює якісно нові вимоги до обробки та інтерпретації телеметричних даних, що генеруються в режимі реального часу. Зростаюча складність бойових і розвідувальних задач, а також щільність інформаційного потоку від бортових сенсорів висувають на перший план необхідність розроблення інтелектуальних методів аналізу часових рядів, здатних не лише фіксувати відхилення від норми, але й забезпечувати операторів обґрунтованою аналітичною підтримкою для прийняття тактичних рішень.

Часові ряди телеметричних даних є послідовностями вимірювань бортових параметрів – висоти, швидкості, курсу, експлуатаційних показників двигуна, рівня заряду акумуляторних батарей, даних інерціальної навігаційної системи та супутникового позиціонування – упорядкованих у часі із заданою дискретністю. Аномалії в таких рядах можуть свідчити як про технічні несправності платформи, так і про зовнішні деструктивні впливи: радіоелектронне придушення, фізичні пошкодження або навмисне маніпулювання навігаційними сигналами. Виявлення подібних відхилень вимагає застосування математичного апарата, здатного враховувати стохастичну природу вхідних даних,

кореляційні залежності між параметрами та динамічні зміни базових статистичних характеристик ряду.

Одним із найбільш перспективних підходів до вирішення зазначеної задачі є застосування байєсівських методів, що дозволяє формалізувати процес оновлення апріорних знань про стан системи на основі нових спостережень. Ці методи та їх нелінійні модифікації забезпечують оцінку прихованих станів динамічних систем і дають змогу виокремлювати аномальні спостереження, ймовірність яких є низькою. Такий підхід є математично строгим та допускає природну інтеграцію з апаратом теорії прийняття рішень, оскільки дозволяє кількісно оцінювати невизначеність і пов'язані з нею ризики. Паралельно з ними інтенсивно розвивається напрям, заснований на застосуванні штучних нейронних мереж для аналізу часових рядів.

Важливим аспектом у контексті тактичного застосування є не лише технічна точність методів виявлення аномалій, але й характер їх інтеграції в процес прийняття рішень. Ефективна підтримка тактичних рішень передбачає формування пояснюваних висновків, що відповідають принципам критичного мислення: оператор або автономна система управління повинні мати доступ не лише до результату ідентифікації, але й до ланцюжка міркувань, що його зумовив. Саме тому поєднання байєсівського підходу з нейромережевими методами в рамках гібридних архітектур набуває особливого значення, оскільки воно дозволяє отримати переваги статистичної обґрунтованості.

Таким чином, аналіз часових рядів телеметричних даних у безпілотних системах є міждисциплінарною задачею, що перебуває на перетині математичної статистики, штучного інтелекту та теорії управління. Подальший розвиток цього напряму вимагає поглибленої інтеграції методів аналізу даних із тактичними моделями прийняття рішень, що забезпечить підвищення бойової ефективності та живучості безпілотних систем.

Лисий О.О., канд. техн. наук
Фесюк О.В.
Хома В.В.
ННВП

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ: ТЕХНОЛОГІЇ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ. ВІЙНА МАШИН

Безпілотні наземні комплекси (БпНК), які використовують українські військові на фронті, мають потенціал змінити характер ведення війни - подібно до того, як це сталося у Середньовіччі з появою пороху або під час Першої світової війни з розвитком танків.

Сучасна війна є протистоянням новітніх технологій, у якому ключову роль відіграють безпілотні системи, зокрема наземні роботизовані комплекси. Ефективна протидія збройній агресії російської федерації вимагає від України широкого впровадження інноваційних технологій у сфері озброєння і військової техніки, що забезпечить підвищення бойових спроможностей та збереження життя військовослужбовців.

В умовах інтенсивної війни на виснаження БпНК стають важливим елементом асиметричної відповіді, дозволяючи компенсувати чисельну перевагу противника за рахунок технологічних рішень. Вони забезпечують виконання небезпечних завдань без прямої участі

людини, знижуючи втрати особового складу та підвищуючи ефективність операцій у складних умовах.

Розвиток БпНК спрямований на:

- удосконалення алгоритмів та впровадження штучного інтелекту для самостійного прийняття рішень у динамічних умовах бою;
- покращення систем зв'язку та координації між роботами і командними пунктами, зокрема через захищені мережі та супутникові канали;
- створення компактних, маневрових і енергоефективних платформ із низькою помітністю;
- розробку модульних конструкцій, адаптованих до різних типів завдань (розвідка, логістика, вогнева підтримка);
- підвищення рівня автономності та стійкості до зовнішнього втручання, включаючи роботу в умовах радіоелектронної боротьби;
- забезпечення захисту від злому, перехоплення управління та кібератак противника.

Україна демонструє лідерські позиції у практичному застосуванні БпНК, активно інтегруючи їх у бойові підрозділи. Вони використовуються для логістики (доставка боєприпасів і провізії), розмінування, евакуації поранених, інженерних робіт, вогневої підтримки та навіть штурмових операцій. Швидкий розвиток українських стартапів і оборонних підприємств сприяє появі великої кількості спеціалізованих платформ, що адаптуються до конкретних потреб фронту.

Водночас розвиток БпНК супроводжується низкою викликів:

- обмеження енергозабезпечення та автономності роботи;
- вразливість до засобів радіоелектронної боротьби;
- складність інтеграції в існуючі системи управління військами;
- необхідність стандартизації та уніфікації технічних рішень;
- етичні та правові аспекти використання автономних бойових систем.

Важливим фактором є також економічна складова: масштабування виробництва БпНК потребує значних ресурсів, налагодження логістичних ланцюгів і державної підтримки інноваційного сектора. Ефективна взаємодія між державою, приватним сектором і військовими підрозділами є ключем до швидкого впровадження нових технологій.

Подальші перспективи розвитку пов'язані з:

- інтеграцією БпНК у єдиний інформаційно-бойовий простір;
- використанням елементів штучного інтелекту для автономного управління;
- розвитком концепції «роїв» роботів, які діють узгоджено;
- впровадженням систем машинного навчання для аналізу бойових даних;
- створенням єдиного координаційного центру для стандартизації, навчання персоналу та масштабування виробництва;
- поглибленням міжнародної співпраці та обміну технологіями з партнерами.

Отже, розвиток безпілотних наземних комплексів - це стратегічний напрям, який формує нову концепцію ведення бойових дій, підсилює технологічну перевагу Збройних Сил України та визначає майбутнє військових конфліктів у глобальному масштабі.

Лобода Р.І.
Пількевич І.А., д-р техн. наук, професор
ЖВІ

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИЧНОЇ ОДОМЕТРІЇ НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ ІЗ СИСТЕМОЮ FPV

Сучасні тенденції розвитку безпілотних літальних апаратів (БпЛА) із системою FPV визначаються зростанням вимог до їх автономності, навігаційної точності та стійкості до впливу засобів радіоелектронної боротьби. У зв'язку з обмеженнями традиційних супутникових навігаційних систем в умовах активного радіоелектронного протиборства особливої актуальності набуває впровадження альтернативних методів визначення просторового положення та параметрів руху. Одним із перспективних підходів є застосування систем оптичної одометрії, що базуються на аналізі відеопотоку з бортових сенсорів.

Оптична одометрія забезпечує визначення відносного переміщення БпЛА шляхом обробки послідовних зображень поверхні місцевості. Алгоритмічна основа методу передбачає виявлення та відстеження характерних ознак зображення, зокрема ключових точок, з подальшою оцінкою їхнього зміщення між кадрами. Для цього застосовуються методи комп'ютерного зору, такі як детектори та дескриптори ознак, а також алгоритми зіставлення та фільтрації відповідностей. На основі отриманих даних формується оцінка вектора переміщення у площині зображення, яка після геометричного перетворення дозволяє визначити параметри руху апарата в реальному просторі. Підвищення точності оцінювання досягається шляхом інтеграції оптичної одометрії з інерціальними вимірювальними модулями, що відповідає принципам візуально-інерціальної одометрії. У цьому випадку здійснюється об'єднання даних акселерометрів і гіроскопів із візуальною інформацією за допомогою методів фільтрації, зокрема розширеного або неспрямованого фільтра Калмана. Такий підхід дозволяє компенсувати накопичення похибок, характерних для окремих джерел інформації, і забезпечити більш стабільну оцінку положення та швидкості.

Застосування систем оптичної одометрії на БпЛА створює передумови для реалізації елементів автономного керування, зокрема стабілізації польоту, утримання траєкторії та виконання навігаційних маневрів у разі втрати зв'язку з оператором або подавлення відеоканалу. Використання локальної навігаційної системи, що не залежить від зовнішніх сигналів, суттєво підвищує живучість і функціональну стійкість БпЛА.

Ефективність функціонування оптичної одометрії визначається низкою факторів, серед яких ключове значення мають якість вхідного відеосигналу, рівень освітленості, контрастність і текстурованість поверхні місцевості, а також параметри руху апарата. У випадках однорідної або малотекстурованої місцевості, швидких маневрів чи значних змін освітлення точність оцінювання може знижуватися. Це обумовлює необхідність використання адаптивних алгоритмів обробки зображень та поєднання оптичної одометрії з іншими сенсорними системами. Подальший розвиток напряму пов'язаний із удосконаленням алгоритмів обробки відеоданих, оптимізацією обчислень та інтеграцією зі штучним інтелектом для підвищення точності й надійності навігації. Застосування методів глибокого навчання розширює можливості ефективної роботи системи в складних умовах.

Таким чином, використання систем оптичної одометрії є перспективним напрямом розвитку БпЛА із системою FPV, що забезпечує підвищення автономності, навігаційної стійкості та ефективності їх застосування в умовах обмеженого інформаційного забезпечення та активного радіоелектронного впливу.

Лобода Р.І.
Піонтківський П.М., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
ЖВІ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З СИСТЕМОЮ FPV ПІД ДІЄЮ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Розвиток безпілотних систем характеризується суттєвим зростанням ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) з системою FPV у структурі бойових дій, що в свою чергу супроводжується інтенсивним розвитком засобів радіоелектронної боротьби, спрямованих на порушення каналів управління та передачі інформації. До таких засобів належать комплекси російської федерації, відомі під умовними назвами “Штора” або “Штора-М”, призначені для виявлення та подавлення відеосигналів безпілотних літальних апаратів. Їх застосування істотно впливає на ефективність застосування БпЛА Сил оборони України з системою FPV, оскільки відеоканал є ключовим елементом дистанційного керування.

Функціонування зазначеного комплексу базується на інтеграції засобів радіоелектронної розвідки та активного радіоелектронного впливу. У процесі роботи здійснюється моніторинг радіочастотного спектра з метою виявлення сигналів передачі відеоданих, після чого формується спрямована перешкода у відповідному частотному діапазоні. Особливістю є те, що об’єктом впливу є наземний приймальний сегмент системи керування, а не сам БпЛА, що призводить до втрати оператором візуального контролю за польотом FPV БпЛА, і, як наслідок, до ускладнення або зриву виконання завдання.

Досвід бойового застосування БпЛА свідчить, що комплекси радіоелектронної боротьби противника цього типу можуть функціонувати як в автоматизованому режимі, так і за участю оператора, який адаптує параметри впливу відповідно до змін обстановки. Характерною особливістю є можливість одночасного застосування декількох передавальних модулів для забезпечення багатоканального подавлення та перекриття значних секторів простору. Просторове рознесення елементів комплексу підвищує його живучість і ускладнює виявлення.

В умовах активного радіоелектронного протиборства застосування БпЛА з системою FPV потребує адаптації до динамічного електромагнітного середовища. Протидія базується на комплексному застосуванні технічних і тактичних заходів, серед яких особливе значення має раціональне використання частотного ресурсу відеоканалу. Ключовим елементом є не просто зміна каналів, а застосування динамічних і непередбачуваних алгоритмів перемикання, що ускладнює роботу скануючих модулів противника та збільшує час їх реагування. Перемикання каналів повинно здійснюватися непослідовно в межах одного частотного діапазону, а з використанням рознесених частот, що змінюються за “зигзагоподібним” принципом. Такий підхід дозволяє використовувати затримку між моментом виявлення сигналу та наведенням перешкоди, яка може становити декілька

секунд. У цей проміжок часу оператор отримує стабільне зображення, достатнє для коригування польоту або виконання завершальної фази атаки. Важливою умовою ефективності є уникнення повторюваних шаблонів перемикання, оскільки противник здатний фіксувати послідовність зміни частот і надалі адаптувати режими подавлення. Додатково враховується доцільність застосування перемикання каналів на критичних етапах польоту, зокрема перед заходом на ціль, коли навіть короткочасне відновлення відеосигналу може бути достатнім для успішного виконання завдання. У поєднанні з іншими заходами, зокрема використанням особливостей рельєфу місцевості та вдосконаленням антенних систем, раціональне застосування алгоритмів перемикання каналів зв'язку забезпечує істотне підвищення стійкості БпЛА до впливу засобів радіоелектронної боротьби.

Лобода Р.І.
Піонтківський П.М., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ АВТОНОМНИХ РОЙОВИХ СИСТЕМ У МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІ ОПЕРАЦІЇ

Сучасний етап розвитку збройної боротьби характеризується широким впровадженням безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), які стають ключовими елементами системи розвідки, управління та вогневого ураження. Аналіз тенденцій розвитку безпілотних систем у настановах держав-членів НАТО свідчить про поступовий перехід до автономного, ройового та мережецентричного застосування БпАК, що зумовлює необхідність удосконалення існуючих підходів до їх бойового використання. Однією з визначальних тенденцій є зростання рівня автономності безпілотних систем, яке досягається завдяки використанню алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволяє підвищити швидкість обробки розвідувальної інформації, скоротити цикл прийняття рішень та забезпечити функціонування БпАК у складних умовах радіоелектронної обстановки. Застосування автономних режимів роботи забезпечує виконання завдань навіть у разі подавлення каналів управління, що підвищує живучість системи.

Важливим напрямом удосконалення застосування БпАК є розвиток ройових концепцій, які передбачають одночасне використання великої кількості малих безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Ройове застосування дозволяє досягти синергетичного ефекту шляхом розподілу функцій між окремими елементами рою: розвідки, ретрансляції, ураження, радіоелектронної боротьби (РЕБ), логістики. Такий підхід забезпечує підвищення стійкості до втрат окремих БпЛА, ускладнює роботу систем протиповітряної оборони противника та створює умови для масованого вогневого впливу. Подальше удосконалення застосування БпАК доцільно здійснювати шляхом інтеграції ройових систем у єдину мережецентричну систему управління військами. Це дозволить забезпечити обмін інформацією в режимі реального часу між БпЛА, пунктами управління та засобами вогневого ураження, скоротити час від виявлення цілі до її ураження, підвищити точність ударів та ефективність використання ресурсів.

Розвиток безпілотних систем супроводжується зростанням загроз від засобів РЕБ та кібернетичних атак. У зв'язку з цим удосконалення застосування БпАК повинно передбачати впровадження стійких каналів зв'язку, автономних алгоритмів функціонування та розподілених систем управління. Використання адаптивних мережевих протоколів, автоматичного перемикання частот та інтелектуального розподілу завдань у межах рою дозволить підвищити живучість безпілотних систем. Удосконалення застосування БпАК також потребує розвитку тактики їх використання у багатодоменних операціях. Взаємодія безпілотних систем з наземними, морськими та космічними засобами створює передумови для формування єдиного розвідувально-ударного контуру. У такому контурі БпАК виконують функції виявлення, ідентифікації, супроводу цілей та цілевказання і коригування вогню.

Таким чином, удосконалення застосування БпАК доцільно здійснювати за такими перспективними напрямами: інтеграція автономних алгоритмів управління; впровадження ройових концепцій застосування; створення мережецентричної системи управління БпАК; формування багаторівневої структури безпілотних систем; підвищення стійкості до засобів РЕБ; інтеграція БпАК у багатодоменні операції. Реалізація зазначених напрямів дозволить підвищити ефективність бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів, скоротити цикл управління військами та забезпечити перевагу у сучасному збройному протиборстві.

Лунькова Г.В., канд. техн. наук, доцент
Філімонов С.М.
Літневський Ю.С.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОПОТУЖНОГО МІКРОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ

Мікрохвильова зброя є одним із перспективних напрямів протидії безпілотним літальним апаратам, які відіграють дедалі важливішу роль у сучасних бойових діях. Активне застосування дронів для розвідки, коригування вогню та ударних операцій, а також поява тактики використання роїв БпЛА зумовлюють необхідність створення нових ефективних засобів боротьби. Одним із таких засобів є високопотужне мікрохвильове випромінювання, здатне виводити з ладу електронні системи без фізичного знищення цілі.

Принцип дії мікрохвильової зброї базується на генерації спрямованого електромагнітного імпульсу високої потужності, який індукує паразитні струми в електронних компонентах безпілотника. Це призводить до перегріву мікросхем, пошкодження напівпровідникових елементів і порушення роботи систем управління, навігації та зв'язку. Внаслідок такого впливу дрон втрачає працездатність або повністю виходить з ладу, що забезпечує ефективне нейтралізування загрози без застосування кінетичних засобів ураження.

Ключовою перевагою мікрохвильової зброї є здатність одночасного ураження групових цілей, що особливо важливо при протидії роям дронів. Важливим фактором є також миттєвість дії, оскільки електромагнітне випромінювання поширюється зі швидкістю світла.

Крім того, відсутність традиційних боєприпасів значно знижує вартість застосування, а вплив безпосередньо на електроніку мінімізує побічні руйнування. Така зброя ефективна проти малорозмірних і дешевих БпЛА, для яких використання ракетних систем є економічно недоцільним.

Водночас мікрохвильова зброя має низку обмежень, серед яких ключовими є висока потреба в енергозабезпеченні, обмежена дальність дії та зниження ефективності при наявності екранування або спеціального захисту електроніки. Додатковим ризиком є можливий вплив на власні радіоелектронні системи, що вимагає ретельної інтеграції таких засобів у загальну структуру озброєння.

Сучасні зразки мікрохвильової зброї вже проходять етап активних випробувань і частково впроваджуються у військову практику. Зокрема, система THOR (Tactical High-power Operational Responder) призначена для боротьби з роями безпілотників і демонструє можливість одночасного ураження кількох цілей. Комплекс Leonidas забезпечує спрямований вплив і використовується для захисту об’єктів від атак роїв дронів. Система PHASER орієнтована на боротьбу з малими БпЛА на коротких дистанціях, а проєкт CHAMP реалізує принцип дистанційного виведення з ладу електроніки за допомогою мікрохвильового імпульсу.

Основними сферами застосування мікрохвильової зброї є захист військових баз, критичної інфраструктури, супровід колон і ведення бойових дій у міських умовах, де важливо мінімізувати руйнування. У перспективі очікується подальший розвиток цієї технології, зокрема підвищення енергоефективності, збільшення дальності дії та інтеграція з системами штучного інтелекту для автоматичного виявлення та ураження цілей.

Таким чином, мікрохвильова зброя формує новий підхід до боротьби з безпілотними системами, забезпечуючи ефективну протидію масовим загрозам і займаючи важливе місце у структурі сучасної протиповітряної оборони.

Майданюк В.А., д-р філософії
Гончаров В.В.
Горобець В.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИМБІОЗУ АЕРОДРОНІВ ТА НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сьогодні всі говорять про дрони, але на практиці стає зрозуміло: один безпілотник сам по собі - не панацея. Основний розвиток іде у напрямку об’єднання різних платформ в єдину систему. І саме поєднання аеродронів із наземними роботизованими комплексами виглядає одним із найбільш практичних рішень.

Логіка проста. Дрон піднімається, - оглядає, виявляє, передає інформацію. Наземна система заходить і виконує задачу на місці. У теорії це виглядає майже ідеально.

Але в реальних умовах починаються проблеми. Головне питання навіть не в самих платформах, а в тому, як змусити їх ефективно працювати разом. Найслабше місце - це зв’язок. Як тільки з’являється глушіння або складні умови, вся система починає розпадатися на окремі елементи.

Другий важливий момент - автономність. Повна автономія звучить добре, але поки що це більше ідея, ніж стабільне рішення. Повністю ручне керування теж не вихід - воно перевантажує оператора і залежить від каналів зв'язку. Тому найбільш реалістичний підхід - це баланс: частину рішень приймає людина, частину - система.

Якщо дивитися без ілюзій, вже є напрямки, де такий підхід реально працює. Це повітряна розвідка з подальшими діями на землі, використання дронів як ретрансляторів зв'язку, а також логістичні задачі - доставка, евакуація або перевірка небезпечних зон.

Водночас не варто це переоцінювати. Це не "чарівне рішення". Є обмеження щодо енергії, прохідності наземних систем, впливу погоди на дрони, а також загальна надійність системи. Чим складніша система, тим більше шансів на відмову.

Якщо говорити просто: у такого підходу є майбутнє, але його ефективність залежить не від окремих технологій, а від того, наскільки добре вони інтегровані в єдину систему. Поки ця інтеграція не буде працювати стабільно, більша частина потенціалу так і залишатиметься лише на папері.

Максимюк А.В.
Паліса Ю.С.
НАСВ

КОНЦЕПЦІЯ "РОЮ" БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ ЕШЕЛОНОВАНИХ СИСТЕМ ППО ТА РЕБ

Сучасна архітектура засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби еволюціонувала до створення комплексних зон заборони доступу (A2/AD). Використання одиничних, навіть високовартісних БпЛА, у таких зонах стає економічно та тактично недоцільним через їхню високу вразливість до виявлення та радіоелектронного придушення. Проблема подолання глибоко ешелонованої оборони противника потребує переходу від кількісного накопичення засобів до якісно нової форми їхньої організації. Концепція "рою" безпілотних систем вбачається найбільш перспективним шляхом вирішення цієї проблеми через здатність групи апаратів діяти як єдиний інтелектуальний організм.

В основі концепції "рою" лежить принцип децентралізованого управління та самоорганізації. На відміну від традиційних груп БпЛА, де кожен апарат керується окремим оператором або слідує за "ведучим", рій базується на алгоритмах колективного інтелекту (swarm intelligence).

Ключовим механізмом подолання ППО є ефект насичення. Масоване застосування малорозмірних апаратів призводить до перевантаження обчислювальних потужностей радіолокаційних систем та швидкого виснаження боєкомплекту зенітно-ракетних комплексів. При цьому вартість окремої одиниці рою є на порядок нижчою за вартість ракети-перехоплювача, що створює ситуацію "економічного виснаження" оборони противника.

Для нівелювання впливу засобів РЕБ пропонується застосування архітектури Mesh-мереж, де кожен дрон виступає як динамічний вузол зв'язку. Це дозволяє зберігати керованість групи навіть за умови придушення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем та прямих каналів зв'язку з пультом управління. Координація всередині рою має відбуватися на основі принципу стигмергії — непрямої взаємодії, де

апарати реагують не на команди центру, а на зміни у стані сусідніх одиниць та навколишнього середовища.

Основна ідея полягає у розробці моделі “адаптивного лідерства” в межах рою. Традиційні ієрархічні структури вразливі до втрати ключових вузлів. Пропонується алгоритм динамічного перерозподілу функцій, за якого роль “сенсора”, “ретранслятора” або “ударного ядра” переходить між апаратами в реальному часі залежно від вектору радіоелектронного випромінювання противника. Це дозволяє рою “обтікати” зони активного РЕБ, зберігаючи функціональну цілісність групи навіть при втраті понад 60% її складу. Такий підхід забезпечує живучість системи не через броньованість чи складні засоби захисту, а через структурну гнучкість та інтелектуальну надмірність.

Концепція “рою” є критичним елементом трансформації безпілотних систем у подоланні ешелонованої оборони. Перехід до автономної групової взаємодії дозволяє мінімізувати вплив “людського фактора” та залежність від вразливих каналів зв’язку.

На основі проведеного аналізу пропонується змістити фокус розробок з удосконалення планерів БпЛА на створення уніфікованих програмних протоколів групової взаємодії, інтегрувати алгоритми комп’ютерного зору безпосередньо в бортові обчислювачі кожного апарата для забезпечення повної автономності в умовах відсутності GPS, а також, розпочати розробку малогабаритних модулів РЕБ для оснащення окремих одиниць рою з метою створення “радіоелектронної завіси” безпосередньо всередині бойового порядку.

Манзяк М.О., д-р філософії
Грабчак В.В.
НАСВ

БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ БПАК “PENGUIN C-MIL MK 2”

БпАК типу “Penguin C-MIL Mk 2” – це багаторазовий безпілотний авіаційний комплекс літакового типу (латвійської компанії UAV Factory (нині Edge Autonomy)), призначений для ведення повітряної розвідки, спостереження, виявлення цілей, коригування вогню артилерії, моніторингу району бойових дій та передачі розвідувальної інформації в режимі реального часу. Penguin активно застосовується підрозділами Сил оборони України (СОУ) як високоефективний засіб розвідки оперативно-тактичного рівня. Завдяки здатності перебувати в повітрі до 25 год, Penguin забезпечує безперервне спостереження за позиціями противника на великій глибині. В умовах сучасної тактики ведення бойових дій, Penguin виступає центральним елементом розвідувально-вогневого контуру. Він здатний передавати дані зашифрованими цифровими каналами. Робочий радіус до 180 км дозволяє виявляти резерви, логістичні вузли та штаби (пункти управління) противника задовго до їхнього наближення до лінії фронту. Дрон оснащується гіростабілізованими EO/IR камерами з потужним оптичним зумом і тепловізором, що дозволяє ідентифікувати замасковану техніку навіть уночі або в тумані. Може працювати в умовах відсутності GPS та стійкий до поривів вітру до 15 м/с, що робить його надійним інструментом у негоду.

БпЛА Penguin C-MIL Mk 2 функціонує як основний інструмент ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance – розвідка, спостереження та вивчення), забезпечуючи командування частин СОУ повною картиною поля бою в режимі 24/7. Дрон передає відеопотік високої якості безпосередньо на ОКП частин та КСП підрозділів. Це дозволяє

бачити дії противника в реальному часі на глибину до 50-100 км, контролювати розриви між підрозділами та оперативно виявляти спроби прориву чи обходу флангів. На відміну від малих коптерів, Penguin здатний виявити та супроводжувати пріоритетні цілі противника: знаходить ворожі РЛС та РЕБ, які перешкоджають зв'язку; виявлення ворожих САУ 2С19 “Мста-С”, РСЗВ “Град”, “Ураган” та ін. на позиціях очікування або в районах зосередження. Дані з Penguin використовуються для коригування ударів авіації чи важких ударних дронів. Він підсвічує цілі та надає точні координати в режимі реального часу, залишаючись за межами зони ураження ППО малого радіусу. На бригадному рівні БпАК забезпечує дистанційний вогневий контроль логістики противника шляхом безперервної фіксації маршрутів постачання боєприпасів та виявлення моментів ротації особового складу для нанесення ураження в найбільш вразливі фази їхньої діяльності. Дрон може годинами “супроводжувати” ворожі колони або поодиноку техніку, вичікуючи момент, коли вони прибудуть у кінцевий пункт, щоб розкрити всю мережу логістики. Один такий комплекс дозволяє “закрити” розвідкою смугу відповідальності бригади (20-40 км по фронту) на добу, не виснажуючи ресурси малих підрозділів.

Перспектива подальшого застосування Penguin полягає у його трансформації з чисто розвідувального засобу в багатофункціональний вузол мережецентричної війни: оснащення малогабаритними керованими авіабомбами або ракетами для негайного знищення виявлених цілей; впровадження алгоритмів автоматичного розпізнавання цілей, що дозволить системі самостійно ідентифікувати замасковану техніку та пріоритезувати загрози; використання як стабільного вузла зв’язку для FPV-дронів та наземних роботів, що значно збільшить радіус їхньої дії; масштабування версій із вертикальним зльотом для повної відмови від громіздких катапульт; координація з меншими дронами-розвідниками, де Penguin виконує роль “командного пункту” та далекобійного ретранслятора; встановлення сенсорів для пеленгації ворожих радіостанцій та станцій РЕБ, що дозволить наносити удари по точках випромінювання.

Маркович Б.М., д-р фіз.-мат. наук, професор
НУ “Львівська політехніка”
Сеник Ю.А., канд. техн. наук
НЛТУ України
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЗМІЦНЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У сучасній авіаційній промисловості спостерігається активне впровадження спеціалізованих методів поверхневої обробки, зокрема з використанням нанотехнологій, що дозволяє суттєво підвищити міцнісні характеристики елементів та деталей літальних апаратів. Цей напрям досліджень набуває особливої актуальності у контексті покращення експлуатаційних властивостей авіаційної техніки, зменшення її маси та подовження ресурсу роботи.

Завдяки унікальним фізико-механічним властивостям, зумовленим особливостями структури на нанорівні, наноматеріали дедалі частіше використовують при виготовленні відповідальних деталей авіаційних двигунів, елементів планера та інших вузлів. Найперспективнішими серед них є вуглецеві нанотрубки, введення яких у кількості 0,5-1% від маси композиційного матеріалу забезпечує підвищення його міцності на 30-40%, а також нанокристалічні металеві сплави, що демонструють значно вищу твердість та зносостійкість порівняно з традиційними аналогами.

До ефективних методів зміцнення належить нанесення наноструктурованих захисних покриттів, яке дозволяє формувати багатошарові плівки завтовшки від кількох десятків до сотень нанометрів, що забезпечують підвищену стійкість до високотемпературного окислення, ерозії та корозії. Введення наномодифікаторів у полімерні сполучні при виробництві композиційних матеріалів сприяє значному покращенню механічних характеристик та термічної стабільності. Модифіковані композити застосовуються для виготовлення елементів фюзеляжу, крил та носійних конструкцій, що дозволяє знизити масу літального апарата без втрати необхідних показників міцності. Перспективним також є створення наноструктурованих матеріалів, здатних відновлювати цілісність при виникненні мікроушкоджень у процесі експлуатації, що відкриває нові можливості для підвищення ресурсу та безпеки авіаційної техніки.

У роботі запропоновано математичну модель, яка описує технологічні процеси зміцнення поверхні деталей шляхом нанесення тонких плівок нанокристалічних металевих сплавів. Досліджено зв’язок між параметрами приповерхневої обробки та функціональними, фізичними й механічними властивостями матеріалів. Розроблена модель забезпечує теоретичне підґрунтя для вибору параметрів обробки контактних елементів конструкцій та деталей малорозмірних безпілотних літальних апаратів, застосування яких суттєво зростає останнім часом. Показано, що застосування цифрової трансформації дозволяє значно зменшити тривалість технологічної підготовки виробництва та підвищити прогнозованість експлуатаційної поведінки зміцнених елементів. У перспективі такі дослідження дозволять оптимізувати вибір матеріалів з найкращими фізичними, механічними та експлуатаційними характеристиками, а також суттєво зменшити вартість їх впровадження у виробництво. Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні нових та модернізації існуючих зразків авіаційної техніки.

Марцінко Н.М., канд. істор. наук
Совік В.В.
Бокачов С.В.
НАСВ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПІДРОЗДІЛУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА

Пересування є одним із видів тактичних дій підрозділу, яке він може здійснювати як в мирний час, так і в бойових умовах. Підрозділ може пересуватися своїм ходом (маршем) або перевозитися різними видами транспорту. Під час здійснення перевезення одним із основних завдань командира є організація безперебійного управління підрозділом у ході завантаження,

безпосереднього перевезення та під час розвантаження і зосередження у визначеному районі з урахуванням активного застосування противником ударних БпЛА.

У ході завантаження основні зусилля командира спрямовуються на забезпечення своєчасного прибуття підрозділу до місця завантаження, організованого завантаження техніки і посадки особового складу на транспортні засоби, підтримання стійкого зв'язку з підрозділами та представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту). Важливе місце в роботі командира займають перевірка правильності кріплення бойової техніки на рухомому складі, її маскування техніки, а також організація спостереження за повітрям та боротьби з БпЛА противника.

У ході безпосереднього перевезення управління здійснюється через органи військових сполучень (штаби частин військово-транспортної авіації і флоту). Доповідь даних про обстановку на шляхах перевезення, положення та стан підрозділу, отримання і передача розпоряджень здійснюється через військових комендантів залізничних ділянок та засобами зв'язку військово-транспортної авіації і флоту. Оповіщення про повітряного противника та застосування БпЛА здійснюється сигналами, які застосовуються на транспорті.

З прибуттям у пункт призначення командир забезпечує організоване розвантаження техніки і висадку особового складу підрозділу, узгоджує із представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації та флоту) місця і умови розвантаження, райони збору підрозділів, шляхи висування до них, доводить до підлеглих уточнені завдання. Управління здійснюється з командного пункту, який зазвичай розгортається поблизу району збору. Зв'язок з підрозділами та представниками органів військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації і флоту) у місцях розвантаження організовується проводовими і рухомими засобами. Крім того, командир відразу встановлює зв'язок із командиром, у розпорядження якого прибув підрозділ, та доповідає йому дані про стан свого підрозділу, отримує вказівки на подальші дії та організовує їх виконання.

Якщо під час завантаження (розвантаження) або у ході здійснення перевезення противником будуть завданні ракетно-бомбові удари або застосовані БпЛА, командир насамперед організовує поновлення зв'язку, вивід підрозділу із зони ураження і відновлення його боєздатності, разом з органами військових сполучень (штабами частин військово-транспортної авіації та флоту) уточнює порядок подальшого перевезення і доводить завдання підлеглим. Крім того, він надає старшому командиру доповідь про зміни в обстановці, хід перевезення, стан підрозділу та втрати в особовому складі і бойовій техніці.

На випадок вимушеного припинення перевезення підрозділ повинен бути готовий до розвантаження (висадки) у непідготовленому місці та продовження пересування до місця призначення своїм ходом або до вступу в бій. Тому командир повинен організувати управління таким чином, щоб забезпечити його стійкість та безперервність у будь-яких умовах обстановки.

Мельник А.П.
НДЦ РВіА
Супрун В.О.
СумДУ

ПОГЛЯДИ НА ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРА ЧАСТИНОК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОСТІ ПОЛЬОТУ БпЛА РОЗВІДКИ ТА КОРЕГУВАННЯ ВОГНЮ АРТИЛЕРІЇ

У сучасних умовах відбиття збройної агресії російської федерації застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА), що виконують завдання розвідки та коригування артилерійського вогню (БпЛА РКВА), є ключовим чинником досягнення ефективного вогневого ураження противника засобами артилерії.

Удосконалення тактики застосування та засобів протидії БпЛА, зокрема розвідувальних, обумовлює потребу в підвищенні автономності їх функціонування. Одним із критично важливих аспектів у цьому контексті є забезпечення автономної навігації БпЛА в умовах інтенсивного впливу засобів радіоелектронної боротьби противника.

Авторами розглядається підхід до забезпечення автономного польоту БпЛА у ситуаціях, коли сигнали супутникових навігаційних систем відсутні.

Так одним із способів забезпечення автономності польоту БпЛА РКВА є оснащення БпЛА бортовою системою розпізнавання, в якій реалізовано інтелектуальні технології аналізу даних на основі алгоритму Particle Filter (фільтр частинок), відомого також як Monte Carlo Localization.

Ключова ідея алгоритму полягає в представленні апостеріорного розподілу ймовірностей стану системи у вигляді скінченної множини зважених вибірок (частинок), кожна з яких відповідає можливій гіпотезі щодо положення та параметрів руху об’єкта.

Процес роботи алгоритму включає декілька основних етапів. На першому етапі формується початкова вибірка частинок, яка описує можливі стани системи з урахуванням апріорної інформації. Далі на кожному кроці часу виконується прогнозування стану частинок відповідно до обраної моделі руху (етап передбачення). Після отримання нових вимірювань здійснюється корекція ваг частинок на основі функції правдоподібності, що відображає відповідність між передбаченим і фактичним станом системи.

Наступним важливим етапом є ресемплінг (перевибірка), під час якого частинки з низькою вагою відкидаються, а більш імовірні гіпотези дублюються. Це дозволяє зосередити обчислювальні ресурси на найбільш правдоподібних оцінках стану, проте водночас може призводити до зменшення різноманіття вибірки (ефект деградації або «вимирання» частинок). Для зниження цього негативного явища застосовуються різні модифікації алгоритму, зокрема регуляризація або додавання шуму після ресемплінгу.

У контексті застосування на БпЛА РКВА Particle Filter може інтегрувати дані з різних джерел: інерціальних навігаційних систем, барометричних висотомірів, магнітометрів, оптичних сенсорів або систем комп’ютерного зору. Така мультисенсорна інтеграція дозволяє підвищити точність визначення координат навіть у повністю деградованому або відсутньому GNSS-середовищі.

Мельник Б.О., канд. техн. наук, ст. дослідник
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Закревський А.А.
ТОВ “НЬЮФОЛК НКЦ”
Сенаторов В.М., канд. техн. наук, доцент
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

КОНЦЕПЦІЯ «НУЛЬОВОГО СЛІДУ» В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ ВІЙНИ ЗА УЧАСТЮ ДРОНІВ

Сучасна воєнна наука і досвід застосування Сил оборони України засвідчують певний зсув у характері збройної боротьби, за якого класичні методи ведення війни поступово вичерпують свій потенціал. Протягом останнього століття домінантною парадигмою була гранична централізація військової потужності, що виражалася у створенні гігантських виробничих хабів, стратегічних складів та розгалужених магістральних ланцюгів постачання. Ця логістична модель «маси заліза в одному місці» базувалася на припущенні, що тил є відносно безпечним, а концентрація ресурсів забезпечує економію масштабу. Однак поява концепції «прозорого поля бою», зумовлена розвитком сузір'я супутників, зробила будь-яку велику концентрацію озброєння ідеальним об’єктом для виявлення та негайного знищення. Тобто концепція прозорого поля бою дискредитувала існуючу логістичну модель централізованого виробництва і централізованого збереження озброєння та військової техніки. Натомість на передній план виходить концепція децентралізованого виробництва, яка базується на основі розгортання мобільних майстерень у зоні бойових операцій і використання адитивної технології пошарового друку озброєння шляхом екструзії «чорнил» крізь формувальний отвір 3D-принтера. Подальшим розвитком цього напряму є використання локальних ресурсів. В умовах сучасної мережецентричної війни, де інформаційна перевага базується на здатності ідентифікувати найменші матеріальні ознаки діяльності людини, критичного військового значення набуває концепція «нульового сліду». При цьому цю концепцію треба розглядати не лише як екологічну відповідальність, а як найвищу форму тактичної прихованості, де об’єкт не просто стає невидимим для сенсорів, а перестає існувати як матеріальний доказ після завершення своєї місії. Це радикально відрізняється від класичних технологій «Stealth», які зосереджені на зміні геометрії чи поглинанні хвиль.

У доповіді автори викладають концепцію «нульового сліду» в умовах мережецентричної війни за участю дронів. В її основі лежить використання локального біорозкладного структурного енергетичного матеріалу для виготовлення дронів. Показано, що таким біорозкладним матеріалом може бути скипидар, отриманий із місцевої живиці, у синергії з біоетанолом. По перше, це дозволяє забезпечувати енергією виробничі лінії та забезпечувати дрони енергоносієм з густиною, що на порядок перевищує можливості літій-іонної батареї. По друге, використання каніфольних композитів, армованих наноцелюлозою, при виготовленні конструктивних елементів самих дронів вирішує дві проблеми: збитий дрон розчиняється під дією атмосферної вологи або ґрунтових ферментів, перетворюється на біологічний гумус і повністю знищує будь-яку доказову базу присутності мобільної майстерні у зоні бойових операцій та унеможливлює forensic-аналіз конструкції фахівцями ворожої сторони; у польоті дрон стає невидимим для ворожих радарів, оскільки радіохвилі проходять крізь органіку, і для ворожого РЕБ дрон ідентифікується просто як «листя», що летить за вітром.

Отже, використання локального біорозкладного структурного енергетичного матеріалу при конструюванні дрона та при організації його децентралізованого виробництва відповідає концепції «нульового сліду».

Мельник В.В., PhD
НАСВ

РОЗВИТОК БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ КАТЕГОРІЇ MALE У СПОЛУЧЕНИХ ШТАТАХ АМЕРИКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗАГРОЗ І ТРАНСФОРМАЦІЇ ХАРАКТЕРУ ЗБРОЙНОЇ БОРОТЬБИ

Сучасні безпекові виклики, пов’язані з трансформацією характеру збройної боротьби, зумовлюють активний розвиток безпілотних авіаційних систем (БпАС), зокрема платформ категорії MALE (Medium-Altitude Long-Endurance) у Сполучених Штатах Америки. Зростання ролі високотехнологічних засобів у війнах нового покоління, а також досвід сучасних збройних конфліктів, насамперед російсько-Української війни, суттєво вплинули на переосмислення підходів до створення та застосування таких систем.

Традиційно MALE-платформи, представлені комплексами типу MQ-1 Predator та MQ-9 Reaper, використовувалися як універсальні розвідувально-ударні засоби. Однак сучасні умови, що характеризуються високою насиченістю поля бою засобами протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби, виявили обмеження їх ефективного застосування. Це спричинило трансформацію концепції використання MALE у напрямі їх інтеграції до багаторівневих безпілотних екосистем.

Одним із ключових напрямів розвитку є підвищення стійкості до засобів радіоелектронної боротьби та кіберзагроз. У цьому контексті США активно впроваджують новітні рішення у сфері захищених каналів зв’язку, автономної навігації та штучного інтелекту, що дозволяє забезпечити функціонування БпАС в умовах втрати або обмеження управління. Застосування алгоритмів машинного навчання сприяє автоматизації процесів розвідки.

Крім того, сучасні виклики зумовлюють необхідність зниження вартості експлуатації MALE-систем та підвищення їх живучості. У зв’язку з цим США приділяють значну увагу розробці нових матеріалів, технологій зниження помітності, а також переходу до модульних архітектур, що забезпечують швидку модернізацію платформ відповідно до змін оперативного середовища.

Досвід сучасних конфліктів також засвідчив доцільність комбінованого застосування безпілотних систем різних класів. У цьому підході MALE виконують завдання на оперативній глибині, включаючи розвідку, цілевказання та управління, тоді як безпосереднє ураження цілей на тактичному рівні здійснюється дешевшими та більш чисельними безпілотними апаратами.

Таким чином, розвиток безпілотних авіаційних систем категорії MALE у США відбувається під впливом сучасних викликів, пов’язаних із високотехнологічним характером бойових дій, необхідністю протидії засобам ППО та РЕБ, а також потребою інтеграції у мережецентричні системи управління. Подальша еволюція MALE-платформ передбачає їх трансформацію у ключові елементи комплексних безпілотних екосистем, здатних забезпечити ефективне ведення бойових дій у конфліктах майбутнього.

Мельник Р.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ПІДВОДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОШУКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ (ВНП)

Значна кількість вибухонебезпечних предметів (ВНП), що залишилися у морських та річкових акваторіях унаслідок бойових дій, становить серйозну загрозу для військових операцій, судноплавства та критичної інфраструктури. У сучасних умовах особливої актуальності набуває застосування безпілотних підводних систем (UUV, AUV, ROV), які дозволяють мінімізувати ризики для особового складу та підвищити ефективність підводного пошуку.

Сучасні дослідження свідчать, що безпілотні платформи стають основою нової парадигми протимінної діяльності та підводного моніторингу.

Незважаючи на стрімкий розвиток технологій застосування безпілотних систем для виявлення ВНП під водою супроводжується низкою проблем:

1. Складність підводного середовища (обмежена видимість, течії, акустичні перешкоди).
2. Високий рівень хибних спрацювань, пов’язаний із наявністю металевого сміття та природних об’єктів.
3. Обмеження навігації та позиціонування в умовах відсутності GPS.
4. Енергетичні обмеження автономних апаратів.
5. Недостатня автоматизація процесів класифікації цілей.

У результаті значна частина даних потребує постобробки оператором, що знижує оперативність прийняття рішень. Сучасні дослідження у сфері виявлення ВНП під водою зосереджені на інтеграції сенсорних систем і автономних платформ. Таким чином, наукові дослідження підтверджують перехід від класичних методів пошуку до інтелектуалізованих автономних систем.

Для підвищення ефективності пошуку ВНП доцільно:

1. Розвивати комплексні системи на базі AUV із мультисенсорним навантаженням;.
2. Впроваджувати алгоритми глибокого навчання для автоматичного розпізнавання об’єктів.
3. Забезпечити інтеграцію безпілотних систем у єдину інформаційну систему управління.
4. Використовувати цифрове моделювання для оптимізації планування місій.
5. Розвивати системи точного підводного позиціонування (інерціальні + сонарні).

Практичні рекомендації:

1. Включити безпілотні підводні системи до штатної структури протимінних підрозділів.
2. Розробити стандарти застосування AUV/ROV для пошуку ВНП.
3. Створити національні бази даних підводних об’єктів і ВНП.
4. Запровадити цифрові тренажери для підготовки операторів безпілотних систем.
5. Забезпечити міжвідомчу інтеграцію (військові, ДСНС, гідрографічні служби).

Отже, безпілотні підводні системи є ключовим напрямом розвитку засобів пошуку та виявлення ВНП. Сучасні дослідження підтверджують ефективність інтеграції сенсорних систем, штучного інтелекту та автономних платформ. Основними напрямами розвитку є

підвищення автономності, точності виявлення та рівня інтелектуалізації систем. Впровадження безпілотних технологій дозволяє суттєво знизити ризики для особового складу та підвищити ефективність інженерного забезпечення військ (сил).

Менчук С.В.
Стецiв Я.В.
ТОВ «ЛФТІКС»

СИСТЕМА ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Розвиток сучасних технологій та людська винахідливість суттєво вплинули на зміну стратегії та тактики, а також форм і способів застосування військ у Війні за Незалежність України. Найбільш очевидно це проявилося у розвитку спеціалізованого програмного забезпечення, засобів радіоелектронної боротьби (далі - РЕБ), радіоелектронної і радіотехнічної розвідки, а також безпілотних систем, які здійснили справжню революцію. Динаміка розвитку безпілотних літальних апаратів (далі - БпЛА) у війні з росією демонструє наскільки важливою є технологічна перевага над противником і як цей аспект впливає на результативність ураження (знищення) ворожої техніки та особового складу.

Однак у війні на виснаження двох регулярних армій завжди відбуватиметься гонка озброєнь та змагання ресурсів. Як фактор протидії українським БпЛА, найбільш ефективними засобами виявилися сучасні російські засоби РЕБ. Насамперед завдяки значним власним ресурсам, а також допомоги комуністичного Китаю та інших союзників російській армії вдалося наситити лінію бойового зіткнення (далі - ЛБЗ) і значну територію навколо важливих об’єктів у глибині своєї держави великою кількістю сучасних засобів РЕБ.

Таким чином, перед українськими розробниками сучасних технологічних виробів постав серйозний виклик. З’явилась нагальна потреба забезпечити безпілотні системи достатньою автономією виконання місій в умовах дії РЕБ.

Сьогодні існують різні підходи до вирішення цієї проблеми. Серед українських виробників безпілотних систем найбільш популярним виявилося застосування різноманітних захищених GNSS (Global Navigation Satellite System) приймачів, насамперед CRPA (Controlled Reception Pattern Antenna) антен, які забезпечують придушення завад, а також оптикоінерційна навігація, яка за допомогою наявних сенсорів та спеціального програмного забезпечення, дозволяє зберігати курс БпЛА в умовах дії засобів РЕБ.

Помітне місце на ринку українських оборонних технологій займають продукти компанії ТОВ ЛФТІКС (Оптико-інерційні навігаційні модулі Сова та Сокіл), які пройшли реальну перевірку в бойових умовах та добре зарекомендували себе під час виконання різних розвідувальних і розвідувально-ударних місій за участі численних формувань СОУ (Сил оборони України), як на ЛБЗ, так і в оперативно-тактичній та стратегічній глибині.

Пропонується розглянути принцип роботи та основні тактико-технічні характеристики оптико-інерційних навігаційних модулів: нічного – Сова та денного – Сокіл, стійких до завад та дієвих навігаційних пристроїв, які дозволяють БпЛА виконувати бойові місії різних типів в умовах подавлення РЕБ.

Микитин В.Ф.
Беззубцева Т.Г.
НАСВ

ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ

Сили територіальної оборони України в ході війни України за Незалежність набули нової якості, трансформувавшись із резервного компоненту у повноцінний елемент системи ведення бойових дій. Одним із визначальних чинників підвищення їх ефективності стало широке впровадження безпілотних систем різного призначення, які забезпечують гнучкість, адаптивність та здатність діяти в умовах обмежених ресурсів.

Безпілотні системи виконують комплекс взаємопов'язаних функцій, що формують сучасну архітектуру бойових спроможностей. Базовою з них є розвідка, спостереження та забезпечення ситуаційної обізнаності (ISR). Застосування безпілотних авіаційних і роботизованих комплексів забезпечує безперервний моніторинг обстановки, своєчасне виявлення противника та оцінювання характеру його дій. Надходження інформації у реальному масштабі часу дозволяє суттєво скоротити цикл прийняття управлінських рішень.

Важливим напрямом є вогневе ураження та реалізація асиметричних дій. FPV-дрони, баражуючі боєприпаси та інші ударні платформи забезпечують підрозділам Сил ТрО можливість ефективного ураження техніки та живої сили противника незалежно від наявності важкого озброєння. Це формує новий тип високоточного ураження з відносно низькою вартістю, що є особливо актуальним в умовах війни на виснаження.

Суттєву роль відіграють безпілотні системи у сфері логістики та забезпечення життєдіяльності підрозділів. Наземні роботизовані комплекси та повітряні платформи доставки дозволяють здійснювати підвезення боєприпасів і матеріальних засобів, евакуацію поранених, а також підтримку підрозділів у складних умовах (ізоляція, загроза ураження, обмеженість маршрутів підвозу). Це впливає на стійкість оборони та збереження людей.

Окремим напрямом є інформаційно-психологічний вплив. Відеофіксація результатів бойових дій із застосуванням безпілотних систем створює значний інформаційний ефект, який використовується як у внутрішньому інформаційному середовищі, так і у протидії противнику. У такий спосіб безпілотні системи стають інструментом формування інформаційного впливу та складовою сучасної інформаційної боротьби.

У контексті діяльності Сил ТрО безпілотні системи виконують функцію інтегратора бойових спроможностей. Вони забезпечують поєднання розвідувальних, ударних і управлінських можливостей у межах єдиного функціонального циклу. Децентралізований характер дій підрозділів ТрО, зумовлений їх роллю у системі національного спротиву, підвищує значення безпілотних систем як інструменту забезпечення автономності та самодостатності підрозділів на тактичному рівні. Практика бойових дій підрозділів територіальної оборони свідчить про необхідність системної організації застосування безпілотних засобів, що передбачає постійне удосконалення застосування штатних підрозділів безпілотних систем; інтеграцію даних, отриманих від БпЛА, у систему управління підрозділами; організацію безперервного обміну інформацією між підрозділами у режимі, наближеному до реального часу; впровадження уніфікованих стандартів (процедур) застосування безпілотних систем.

Таким чином, безпілотні системи є універсальним інструментом підвищення ефективності дій Сил територіальної оборони, виконуючи функції розвідки, ураження, забезпечення та інформаційного впливу. Їх застосування має системний характер і повинно бути інтегроване у всі функціональні сфери діяльності ТрО.

Мільшин С.І.
НАДПСУ

МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ПОВІТРЯНОГО КОНТРОЛЮ ДІЛЯНОК ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БпЛА

Сучасні умови функціонування органів охорони державного кордону характеризуються зростанням динамічності загроз, використанням противником прихованих способів проникнення, а також необхідністю забезпечення безперервного повітряного контролю значних за протяжністю ділянок державного кордону. Традиційні засоби спостереження не завжди забезпечують належний рівень оперативності, точності та безперервності отримання інформації. У цих умовах БпЛА є ефективним інструментом підвищення рівня ситуаційної обізнаності та забезпечення повітряного моніторингу в реальному масштабі часу.

Під безперервним повітряним контролем розуміють організацію такого спостереження, за якого забезпечується постійна наявність засобів повітряного моніторингу у визначеному районі з передачею інформації в реальному часі без часових розривів. Основними вимогами до системи є: цілодобовість функціонування, перекриття різних ділянок відповідальності, стійкість до впливу зовнішніх факторів, наявність резерву сил і засобів, оперативність доведення інформації.

Організація безперервного повітряного контролю базується на таких принципах:

зонування ділянки державного кордону – поділ території на сектори з урахуванням рельєфу місцевості, інтенсивності загроз та особливостей інфраструктури;

багаторівневість спостереження – поєднання можливостей БпЛА мультироторного та літакового типів;

ротаційність застосування – послідовна заміна БпЛА у повітрі з метою недопущення перерв у спостереженні;

резервування – створення запасу технічних засобів і підготовлених екіпажів для забезпечення стійкості функціонування системи;

централізоване управління – координація дій усіх елементів системи з єдиного пункту управління;

інтегрованість – взаємодія з іншими засобами спостереження.

Безперервність повітряного контролю досягається шляхом чітко організованої ротації БпЛА. Основними елементами ротації є: завчасна підготовка БпЛА до повторного застосування, запуск наступного апарата до завершення польоту попереднього, узгодження дій екіпажів, контроль за технічним станом БпЛА. Ефективність повітряного контролю значною мірою залежить від організації управління та обробки отриманої інформації.

Застосування БпЛА у прикордонній діяльності має враховувати: вплив погодних умов, протидію з боку противника, складність рельєфу, необхідність прихованого спостереження.

У цих умовах важливим є: гнучке планування застосування, зміна маршрутів польоту, використання різних типів БпЛА, забезпечення технічної готовності.

Безперервний повітряний контроль є необхідною умовою ефективної охорони державного кордону в сучасних умовах. Його забезпечення досягається за рахунок раціональної організації застосування БпЛА, резервування та централізованого управління. Комплексний підхід до організації повітряного моніторингу дозволяє підвищити ефективність виконання завдань прикордонними підрозділами.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вдосконалення методів автоматизації обробки інформації та підвищення стійкості системи до зовнішніх впливів.

Мільшин С.І.
НАДПСУ

НОРМАТИВНА НЕВРЕГУЛЬОВАНІСТЬ МЕХАНІЗМУ СПИСАННЯ БпЛА, ВТРАЧЕНИХ (ПОШКОДЖЕНИХ) У ПРОЦЕСІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ

Сучасні безпілотні літальні апарати активно застосовуються у сфері безпеки та оборони держави для ведення розвідки, моніторингу обстановки, коригування вогню та охорони державного кордону. У зв’язку з цим зростає потреба у підготовці кваліфікованих операторів безпілотних систем.

Практична підготовка курсантів із використанням БпЛА є важливою складовою освітнього процесу. Теоретичні знання без реальних польотів не забезпечують належного рівня професійної готовності. Під час навчання курсанти повинні опанувати запуск, керування, навігацію, посадку та дії в умовах втрати сигналу чи впливу засобів радіоелектронної боротьби.

Разом із тим практичне використання БпЛА пов’язане з ризиком пошкодження або втрати техніки. Причинами можуть бути помилки пілотування, погодні умови, технічні несправності, втрата GPS-сигналу або вплив РЕБ. Особливо це характерно для навчального процесу, де курсанти лише набувають практичних навичок.

Порядок списання військового майна у Державній прикордонній службі України визначається наказом МВС України від 26 грудня 2024 року № 864. Документ регламентує списання безпілотних систем під час бойових дій, спеціальних операцій та бойових навчань, однак фактично не враховує втрати БпЛА під час практичної підготовки курсантів.

Унаслідок цього виникає нормативна прогалина: техніка може бути втрачена, але чіткий механізм її законного списання відсутній. Це створює фінансові ризики для матеріально відповідальних осіб, ускладнює організацію навчання та призводить до надмірної кількості службових розслідувань.

Для вирішення проблеми доцільно внести зміни до нормативно-правової бази: визначити поняття навчально-тренувального польоту, запровадити окремий порядок списання навчальних БпЛА та чітко розмежувати відповідальність курсантів, інструкторів і керівників польотів.

Отже, удосконалення механізму списання БпЛА, втрачених під час практичної підготовки, є важливим елементом розвитку системи підготовки дистанційних пілотів БпЛА у сучасних умовах.

Мірзоєв В.С.
Малюга В.Г., д-р військ. наук, ст. наук. співр.
Бачурін С.М.
Волков В.П.
ДНДІ ВС ОВТ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА “ГЕРАНЬ-5” ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРОФЕЙНИХ ЗРАЗКІВ

В ході російсько-Української війни російська федерація (рф) широко застосовує БпЛА різних типів. Актуальність проведеного дослідження обумовлена постійним застосуванням ударних БпЛА типу “Герань” російськими збройними силами на території України, удосконаленням існуючих та появою нових модифікацій цих БпЛА. Одним із найбільш небезпечних та технологічно розвинутих зразків є ударний БпЛА типу “Герань-5”, які згідно з класифікацією належать до стратегічних ударних БпЛА. Нові технічні і технологічні рішення, які реалізовані в цьому БпЛА, обумовлені необхідністю підвищення живучості апарата в умовах дій засобів ППО та збільшення маси бойової частини для ураження більш захищених цілей.

БпЛА “Герань-5” використовується як швидкісний ударний елемент. Тактика застосування БпЛА “Герань-5” відрізняється від тактики застосування “Герань-2” та може передбачати декілька варіантів:

прорив зон ППО, де мобільні вогневі групи є неефективними через високу швидкість виробу (завдяки вищій швидкості та зменшеній радіолокаційній помітності (через використання радіопоглинаючих матеріалів та композитів), “Герань-5” може використовуватися в ешелоні прориву системи ППО для знищення радіолокаційних станцій та зенітних ракетних комплексів;

удар по важливих цілях (збільшена маса бойової частини та висока точність дозволяють ефективно уражати командні пункти, склади боєприпасів, вузли зв'язку та елементи критичної інфраструктури, які мають посилений захист);

комбіновані удари (БпЛА “Герань-5” може застосовуватися у складі комбінованих повітряних ударів разом із “Герань-2”, хибними цілями та крилатими ракетами. Це створює надмірне навантаження на систему ППО, змушуючи її витрачати дорогі ракети на дешеві БпЛА та не вражати найбільш небезпечні засоби повітряного нападу).

Особливу увагу привертає можливість використання літаків тактичної авіації в якості пускової платформи БпЛА “Герань-5”, що дозволить рф:

запускати БпЛА безпосередньо поблизу лінії бойового зіткнення та здійснювати вибір оптимальної зони пуску БпЛА з урахуванням систем ППО та РЕБ Сил оборони України;

збільшити максимальну дальність ураження об’єктів;

скоротити час для ураження цілі та реакції засобів ППО Сил оборони України.

Для ефективної протидії БпЛА “Герань-5” необхідно використовувати комплексний підхід, а саме: використання сучасних зенітних ракетних комплексів для перехоплення швидкісних цілей на великих висотах; здійснення розробок та впровадження швидкісних БпЛА (реактивних дронів-перехоплювачів), здатних ефективно перехоплювати реактивні цілі; створення (посилення) зон придушення GNSS-сигналів на критичних частотах для дезорієнтації БпЛА; розроблення та впровадження зброї на нових фізичних принципах, яка може стати дешевим засобом знищення БпЛА; знищення носіїв (літаків ТА) та місць зберігання (запуску) БпЛА для запобігання їх застосуванню.

Міщенко М.-О.О.
Перій П.С., д-р філософії
НАСВ

АНАЛІЗ РОЛІ БпЛА У ЗАСТОСУВАННІ В РАДІОРОЗВІДЦІ

У сучасних умовах розвитку безпілотних технологій та зростання значення інформаційної переваги на полі бою безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливим інструментом забезпечення розвідки, спостереження та збору даних. Одним із перспективних напрямів їх використання є радіорозвідка, тобто виявлення, фіксація, аналіз та узагальнення інформації про функціонування радіоелектронного середовища. Саме в цій сфері БпЛА забезпечують якісно нові можливості завдяки своїй мобільності, здатності діяти на різних висотах, швидко змінювати райони спостереження та працювати на безпечній відстані від джерел потенційної загрози.

Роль БпЛА в радіорозвідці насамперед полягає у розширенні можливостей збору інформації. На відміну від стаціонарних або наземних засобів, безпілотні платформи дозволяють охоплювати значну територію, здійснювати спостереження з різних напрямків і формувати більш повну картину електромагнітної обстановки. Це дає змогу виявляти активність окремих джерел сигналів, відстежувати зміни у функціонуванні систем зв’язку, фіксувати характер роботи радіоелектронних засобів та уточнювати дані, отримані з інших джерел. БпЛА є не лише носієм сенсорного обладнання, а й важливою платформою підвищення ситуаційної обізнаності.

Аналіз існуючих технологій у сфері радіоелектронної розвідки свідчить, що нині найбільш поширеними є засоби пасивного моніторингу електромагнітного випромінювання, цифрові приймально-реєструвальні системи, software-defined радіосистеми, автоматизовані комплекси спектрального аналізу та алгоритми класифікації сигналів. Пасивні технології дають змогу здійснювати спостереження без активного випромінювання, software-defined рішення забезпечують гнучкість налаштування, а автоматизована обробка даних прискорює виявлення аномалій і попередню інтерпретацію інформації.

Важливою перевагою БпЛА є можливість інтеграції різних типів інформації. Сучасні безпілотні системи можуть поєднувати радіотехнічні можливості з оптичними, тепловізійними та іншими каналами спостереження. Це підвищує достовірність аналітичних висновків, дозволяє точніше інтерпретувати сигнали та зменшує ймовірність помилкових оцінок.

Інтеграція технологій радіоелектронної розвідки в БпЛА може здійснюватися в кількох загальних варіантах: через встановлення спеціалізованого корисного навантаження на

окрему платформу, використання модульної архітектури зі змінними сенсорними блоками або мережеву інтеграцію, коли БпЛА є одним із вузлів розподіленої системи збору та обробки інформації. Перспективним є також поєднання бортової попередньої обробки з подальшим передаванням узагальнених результатів до наземних пунктів аналізу.

Водночас застосування БпЛА в радіорозвідці пов'язане з певними обмеженнями: залежністю від погодних і технічних умов, обмеженістю енергетичних ресурсів, складністю обробки великих масивів сигналів, впливом перешкод та потребою у високій підготовці операторів і аналітичного персоналу. Тому ефективність виконання таких завдань визначається не лише наявністю безпілотної платформи, а й рівнем організації її застосування, якістю програмного забезпечення та надійністю каналів передавання даних.

Перспективи підвищення функціональності БпЛА в радіоелектронній розвідці безпосередньо пов'язані з розвитком мініатюризованих сенсорів, алгоритмів автоматичного виявлення та класифікації сигналів, технологій об'єднання даних і елементів штучного інтелекту. У майбутньому безпілотні системи зможуть ще ефективніше виконувати функції первинного аналізу інформації безпосередньо на борту, знижуючи навантаження на операторів та пришвидшуючи цикл обробки даних.

Найбільш перспективними є гнучкі цифрові платформи, модульні сенсорні рішення та мережеві підходи до обробки інформації. Саме поєднання технологічних інновацій, якісної аналітики та продуманої інтеграції в БпЛА створює підґрунтя для подальшого розвитку радіоелектронної розвідки.

Міщенко М.-О.О.
Перій П.С., д-р філософії
НАСВ

РОЛЬ УДАРНИХ БпЛА В УМОВАХ ШТУРМОВИХ ДІЙ: ОРГАНІЗАЦІЙНІ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА БЕЗПЕКОВІ АСПЕКТИ

У сучасних збройних конфліктах ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливим елементом бойових систем, що впливають на характер штурмових дій. Їх поява змінила підходи до інформаційного забезпечення, координації підрозділів і оцінювання обстановки в зоні активного зіткнення. Водночас застосування таких засобів у ході штурму потребує не лише технічної готовності, а й належного організаційного, правового та безпекового супроводу. Саме тому науковий аналіз ролі ударних БпЛА в умовах штурмових дій має враховувати не стільки вузькі тактичні прийоми, скільки комплекс умов, які визначають результативність, керованість і допустимість їх використання.

Насамперед ударні БпЛА відіграють важливу роль у підвищенні ситуаційної обізнаності. Навіть за наявності ударної функції вони залишаються частиною ширшої системи збору, передавання та уточнення інформації про обстановку. У складних умовах штурму особливого значення набуває своєчасне виявлення змін у середовищі, оцінювання ризиків для особового складу, фіксація динаміки просування та узгодження рішень між різними ланками управління. Таким чином, результативність використання ударних БпЛА значною мірою залежить від того, наскільки вони інтегровані в єдину інформаційну систему підрозділу.

Другою важливою складовою є організація взаємодії. Ефективність БпЛА у штурмових діях визначається не лише технічними характеристиками платформи, а й якістю координації між операторами, командирами, розвідувальними елементами, підрозділами підтримки та засобами зв'язку. За відсутності чіткої системи обміну даними навіть технологічно досконалий безпілотний засіб може втратити значну частину своєї цінності. Тому в центрі уваги повинні бути питання інформаційної сумісності, стандартизації процедур, розподілу відповідальності та швидкості прийняття рішень.

Окремого значення набувають технічні та безпекові обмеження. Умови штурму пов'язані з високою динамікою, складною забудовою або пересіченою місцевістю, радіоелектронними перешкодами, обмеженим часом реагування та високою імовірністю втрати зв'язку. Це висуває вимоги до надійності каналів керування, стійкості навігації, рівня автономності окремих функцій і здатності системи працювати в умовах невизначеності. Не менш важливими є питання безпеки власних сил, запобігання помилкам і мінімізації супутніх ризиків у щільному бойовому середовищі.

Крім того, застосування ударних БпЛА в умовах штурмових дій повинно оцінюватися крізь призму підготовки персоналу та дотримання норм міжнародного гуманітарного права. Кваліфікація операторів, аналітиків і командирів безпосередньо впливає на точність оцінки обстановки, якість інтерпретації даних і обґрунтованість рішень. Водночас у сучасній війні надзвичайно важливо забезпечувати розмежування між законними військовими цілями та цивільними об'єктами, а також зменшувати ризик непропорційного застосування сили. У цьому контексті технологічні можливості БпЛА мають поєднуватися з чіткими процедурами контролю та відповідальності.

Отже, роль ударних БпЛА в умовах штурмових дій полягає передусім у посиленні інформаційного забезпечення, підвищенні керованості процесів і розширенні технічних можливостей підрозділів. Водночас ефективність їх застосування визначається комплексом організаційних, технічних, безпекових і правових чинників. Саме системний підхід до інтеграції безпілотних платформ у структуру управління та забезпечення дій дозволяє розглядати їх як значущий елемент сучасного бойового середовища.

Серед узагальнених пропозицій щодо підвищення ефективності використання ударних БпЛА доцільно виокремити посилення координації між підрозділами, уніфікацію протоколів обміну даними та системне підвищення рівня підготовки операторів і командирів. Не менш важливими є регулярне оновлення процедур безпеки, вдосконалення механізмів контролю прийняття рішень і постійний аналіз практичного досвіду для коригування організаційних підходів до застосування безпілотних систем.

Міщенко М.-О.О.
Перій П.С., д-р філософії
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УДАРНИХ БпЛА

У сучасних збройних конфліктах ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) перетворилися на один із найбільш динамічних напрямів розвитку військових технологій. Їх значення зростає завдяки відносній мобільності, гнучкості застосування, здатності

інтегруватися в цифрові системи управління та зменшувати ризики для особового складу. Саме тому аналіз тенденцій розвитку ударних БпЛА є важливим як для воєнної науки, так і для розуміння загальних змін у структурі сучасних бойових систем.

Однією з провідних тенденцій є підвищення рівня автономності безпілотних платформ. Сучасні розробки спрямовані на вдосконалення навігації, стабілізації, автоматичного супроводу об'єктів та здатності працювати в умовах неповної або змінної інформації. Поряд із цим зростає роль бортової обробки даних, що дозволяє швидше реагувати на зміну обстановки та зменшувати навантаження на оператора. Водночас автономізація супроводжується посиленням вимог до надійності, безпеки й контролю людини над критично важливими рішеннями.

Другою тенденцією є мініатюризація та здешевлення окремих компонентів, що робить безпілотні системи доступнішими для масового використання. Розвиток сенсорів, систем зв'язку, енергоживлення та матеріалів сприяє появі компактніших платформ із ширшими функціональними можливостями. Одночасно спостерігається і зворотний процес - створення важчих багатоцільових систем, які можуть діяти в межах складніших інформаційно-управлінських контурів. Таким чином, розвиток ударних БпЛА відбувається одночасно в напрямі мініатюризації та функціонального ускладнення.

Ще однією важливою тенденцією є інтеграція ударних БпЛА в єдині цифрові системи управління, розвідки та спостереження. Безпілотні платформи дедалі частіше розглядаються не як ізольований засіб, а як елемент мережецентричного середовища, де особливого значення набувають швидкість обміну даними, сумісність каналів зв'язку та взаємодія з іншими платформами. Це зумовлює розвиток технологій об'єднання даних, автоматизованого розподілу інформації та підтримки рішень у реальному часі.

Суттєвий вплив на еволюцію ударних БпЛА має також протидія засобам радіоелектронного впливу та загальне ускладнення бойового середовища. Саме тому серед актуальних напрямів розвитку варто відокремити підвищення стійкості каналів зв'язку, навігаційної незалежності, живучості систем та їх здатності адаптуватися до змінних умов. Паралельно зростає увага до підготовки операторів, стандартизації процедур застосування, правових аспектів використання безпілотних систем і дотримання норм міжнародного гуманітарного права.

Основними тенденціями розвитку ударних БпЛА є підвищення автономності, мініатюризація й водночас функціональне ускладнення платформ, їх глибша інтеграція в цифрові системи управління та зростання вимог до стійкості в складному середовищі. У сукупності ці процеси свідчать про те, що ударні БпЛА стають не просто окремим засобом, а важливим компонентом сучасної технологічної екосистеми війни. Саме тому їх подальший розвиток визначатиметься не лише технічними інноваціями, а й якістю організації, підготовки персоналу та нормативного регулювання.

Також доцільно відокремити посилення науково-дослідної бази, підтримку модульного принципу побудови платформ, розвиток захищених цифрових контурів управління та ширше впровадження систем аналізу даних. Не менш важливими є уніфікація стандартів сумісності, системна підготовка фахівців, розвиток вітчизняного виробництва критичних компонентів і поєднання технологічних рішень із чітким нормативно-правовим регулюванням.

Музичак А.З., канд. техн. наук, доцент
Горбов О.М., канд. техн. наук, доцент
Столярчук Ю.В., канд. техн. наук
ВІТВ НТУ “ХПІ”

ЗАВДАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ УДАРНИМИ НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Застосування наземних роботизованих комплексів (НРК) останнім часом різко зростає. Якщо протягом грудня 2025 року було виконано 5200 місій, то за березень 2026 р. – це вже більш ніж 9000 місій. А в цілому за перший квартал 2026 року було виконано близько 25 тис. місій, що відповідає росту більш ніж в 2,5 раза у порівнянні з попереднім кварталом.

Одночасно з кількісним зростанням місій НРК відбувається також і розширення сфер їхнього застосування. Окрім виконання логістичних та інженерних завдань нарощуються спроби залучення НРК до виконання вогневих завдань, зокрема й самостійно. Затребуваність таких рішень підтверджує той факт, що деякі підрозділи самостійно готують і тестують подібні рішення у реальних ситуаціях та вже мають перші реальні результати. Так рота ударних роботизованих комплексів зі складу 3-ї штурмової бригади упродовж 1,5 місяця утримувала позицію, на якій замість піхотинців був лише один ударний НРК із великокаліберним кулеметом. У цьому випадку керування ударним НРК повністю здійснювалося оператором.

Для автономної бойової одиниці недостатньо навчити штучний інтелект виявляти цілі на полі бою та вести влучну стрільбу. Ця задача сама по собі є непростою, однак на шляху до повної автономії лежать значно складніші задачі, а саме: надійне пересування складними ділянками місцевості (багнюка, вирви, уламки, дріт тощо), вибір позиції та маскування, несприятливі умови (дим, дощ, сніг, пил, засліплення камер тощо), втрата GPS сигналу та багато інших. Зважаючи на складність перелічених задач, розроблення повністю автономного ударного НРК займе ще не один рік. Тому на поточному рівні задачі управління слід розділити таким чином:

- управління базовою платформою (колісною чи гусеничною) залишити за оператором;
- управління ударним модулем перекласти на штучний інтелект.

Таким чином, завданнями оператора залишаються керування ударним НРК на маршруті, вибір бойової позиції, окреслення сектора спостереження. Штучний інтелект працює лише на бойовій позиції: веде спостереження, виявляє цілі та за необхідності відкриває вогонь. Пріоритезацію виявлених цілей та дозвіл на відкриття вогню на певний час ще можна залишати за оператором. Ще раз підкреслимо, що автономне знищення цілей не тотожне “самостійному веденню бойових дій”, яке нерозривно пов’язане із самостійним маневруванням на полі бою.

Одним із важливих завдань ударного НРК зі штучним інтелектом є боротьба проти FPV-дронів противника, що зумовлено швидкістю оброблення даних. Тривалість розпізнавання об’єкта у відеопотоці від сенсора та вибору цілі штучним інтелектом складає від 10 мс до 200 мс (залежно від моделі нейронної мережі та потужності обчислювача), тоді як людина на це ж завдання затрачає 0,5-2 с, тобто в 5-10 разів більше. Також штучний інтелект в момент ведення вогню не підвладний стресу, що значно підвищує ймовірність успішного збиття.

Ударний НРК, здатний протидіяти FPV-дронам, потрібен не лише на лінії бойового зіткнення. Такі НРК є незамінними для прикриття особового складу, броньованої техніки, логістичних маршрутів, командних пунктів тощо. У логістичних місіях такий ударний НРК стане незамінним супутником логістичного НРК, значно підвищуючи ймовірність їх успішного завершення.

Муковоз О.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (ШІ) В БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ ТА БЕЗЕКІПАЖНИХ АПАРАТАХ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Локальні війни та збройні конфлікти сучасності відграють важливу роль в розвитку теоретичних основ воєнної науки, тому відпрацювання нових способів та прийомів застосування військ (сил) стало викликом для перевірки ефективності сучасних зразків озброєння і військової техніки, перевірки проєктів основних положень керівних та нормативних документів збройних сил.

Одним з аспектів змін форм та методів ведення бойових дій підрозділів є застосування новітнього озброєння та техніки, безпілотних літальних апаратів (БпЛА) “дронів”) у різноманітній конфігурації, і цей фактор своєчасного оновлення буде завжди ефективніший, ніж застаріле обладнання та озброєння.

Досвід ведення бойових дій з російською федерацією сьогодні демонструє нам перехід до масового використання розумних систем, які спроможні працювати в умовах активної радіоелектронної боротьби (РЕБ) та відсутності зв’язку, тому застосування штучного інтелекту (ШІ), зокрема, в безпілотних літальних апаратах (БпЛА) стає одним із головних факторів сучасної війни, трансформуючи тактичні дії підрозділів в іншому баченні.

Зокрема, однією з найбільш помітних закономірностей в зоні ведення бойових дій є зростаюче вживання напівавтономного наведення на ціль - від запрограмованого відстежування до систем зі штучним інтелектом - особливо серед елітних ударних груп FPV. Така система дає змогу дронам фіксувати цілі та виконувати поставлене завдання, навіть якщо оператор втрачає сигнал - це велика перевага в умовах масового поширення засобів РЕБ.

Як зазначив міністр оборони Михайло Федоров, - "Штучний інтелект стає вирішальним фактором на сучасному полі бою. Вдячні Palantir за технологічне партнерство у запуску Brave1 Dataroom, що сприятиме розробці нових геймченджерів на базі AI. Початково фокус буде на автономній детекції та перехопленні повітряних загроз - напрямі, що має критично важливе значення для України".

З цього приводу в Україні впроваджено роботу зі створеннюя захищеного середовища Brave1 Dataroom, що використовуватиме дані з поля бою для тестування та тренування нових моделей штучного інтелекту для військового застосування, зокрема:

- 26 квітня 2023 року в Україні запустили Defence Tech кластер Brave1, який став єдиною платформою для співпраці розробників військових технологій з компаніями, державою та армією, ця платформа дозволить збільшити виробництво зброї та техніки;

- 28 квітня 2025 року стало відомо, що в Україні запустили Brave1 Market - маркетплейс новітніх технологій для українських військових. Там підрозділи ЗСУ можуть самостійно

обирати техніку, якою хочуть воювати. Бійці купують озброєння за гроші, а також можуть розраховуватись, витрачаючи: “є-бали”.

Дрони з використання ШІ можуть використовуватися у різних типах військових операцій, найчастіше такі системи, як правило, застосовуються для розвідки, спостереження та коригування вогню, перш за все, через алгоритми штучного інтелекту аналізується відеопотік, визначаються потенційні об’єкти та відстежується їх переміщення у квадраті, також може використовуватись автоматичне відстеження об’єктів – так званий tracking. Це дозволяє дрона утримувати ціль у полі зору камери навіть під час руху.

Завдяки таким технологіям БпЛА можуть ефективніше працювати у складному середовищі, де оператор повинен швидко реагувати на зміну ситуації. Одним з таких прикладів систем протидії БпЛА є детектор “Чуйка 3.0”, цей пристрій призначений для виявлення сигналів керування БпЛА та допомагає своєчасно визначати наближення дрона до зони спостереження. Такого плану системи використовуються для підвищення живучості підрозділів та допомагають виявляти БпЛА завчасно до їх появи.

Але якщо проаналізувати хід ведення бойових дій, то сьогодні вже достовірно зрозуміло, що ми вже досягли того моменту у війні, коли дешеві низькотехнологічні дрони досягли своєї межі застосування, а досвід ведення бойових дій протягом минулого року свідчить, що 90 відсотків вдалих операцій із дронами залежали від застосування штучного інтелекту.

Разом із перевагами є й низка недоліків, а саме:

- складність бойового середовища, погодні умови, дим, пил або слабке освітлення можуть впливати на якість зображення та роботу алгоритмів;
- вплив засобів радіоелектронної боротьби, перешкоди у зв’язку можуть ускладнювати передачу даних між БпЛА та оператором;
- у складних ситуаціях алгоритми штучного інтелекту може помилятися через, що більшість систем використовує ШІ як допоміжний інструмент, а остаточні рішення залишаються за людиною.

Водночас перспективи штучного інтелекту у військовій справі є важливим елементом в розвитку сучасних безпілотних систем - це майбутнє розвитку зброї майбутнього.

Олійник С.Д.
ПКШР “Шквал”
Щерба А.А., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

МЕТОДИ АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ БпЛА З УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ В СИСТЕМАХ TRN

Забезпечення ефективної навігації БпЛА у складних умовах, зокрема за відсутності або деградації сигналів GNSS, є однією з ключових задач сучасних досліджень. У таких умовах особливого значення набувають системи Terrain Referenced Navigation (TRN), які дозволяють визначати положення БпЛА на основі аналізу рельєфу місцевості.

Аналіз та систематизація методів адаптивної оптимізації маршруту БпЛА з урахуванням рельєфу місцевості в системах TRN дозволили виокремити такі основні класи методів:

- графові алгоритми пошуку, що забезпечують побудову маршрутів у структурованих середовищах із можливістю перепланування та враховують топологію рельєфу;

- стохастичні методи, орієнтовані на роботу у складних просторах станів і забезпечують знаходження допустимих траєкторій з урахуванням кінематичних обмежень БпЛА;

- еволюційні методи та метаевристики, що застосовуються для багатокритеріальної оптимізації маршруту та враховують суперечливі вимоги, зокрема енергоефективність і безпеку польоту;

- методи навчання з підкріпленням, які забезпечують адаптивне формування траєкторії на основі взаємодії із середовищем і враховують змінні характеристики рельєфу в режимі реального часу.

Зазначені методи відрізняються за обчислювальною складністю, рівнем адаптивності та здатністю працювати в умовах невизначеності, що визначає доцільність їх застосування залежно від сценарію польоту.

Порівняльний аналіз у контексті використання TRN показує, що графові алгоритми характеризуються детермінованістю та високою обчислювальною ефективністю у середовищах із відомою структурою, однак їх адаптивність обмежена у випадку динамічних змін. Стохастичні методи забезпечують більшу гнучкість і здатність працювати у складних просторах станів, проте потребують більших обчислювальних ресурсів і не гарантують оптимальності рішення. Еволюційні підходи є ефективними для багатокритеріальної оптимізації, але характеризуються значною обчислювальною складністю. У свою чергу, методи навчання з підкріпленням демонструють найвищий рівень адаптивності та здатність до узагальнення, хоча їх застосування обмежується складністю навчання та вимогами до обсягу даних. Інтеграція розглянутих методів із системами TRN забезпечує можливість використання рельєфу місцевості не лише як обмеження, але й як інформаційного ресурсу для підвищення точності навігації та адаптивності планування маршруту, що є особливо важливим в умовах GPS-denied середовища.

Таким чином, результати проведеного аналізу свідчать, що ефективне вирішення задачі адаптивної оптимізації маршруту БпЛА з урахуванням рельєфу місцевості в системах TRN потребує комплексного використання різних класів методів. Найбільш перспективним напрямом є їх комбінування в межах гібридних підходів, що поєднують переваги детермінованих, стохастичних та інтелектуальних алгоритмів і забезпечують підвищення адаптивності, стійкості та ефективності навігації в умовах невизначеності.

Опалак Д.В.
Задорожний В.П.
НАСВ

ПРО РОЗРОБКУ ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

У протиповітряній обороні 2025-й став роком дронів-перехоплювачів: ця вертикаль бурхливо розвивається не тільки в Україні, а й у Європі.

Один із перспективних гравців цього ринку - шведський стартап Nordic Air Defence, що розробляє компактні дрони-перехоплювачі Kreuger. Вказана компанія створює наступне покоління перехоплювачів - перехід від маневреного квадрокоптера зі швидкістю 60 м/с до

апарата з фіксованим крилом, що здатен літати швидше за 120 м/с. В штаб-квартирі NAD представлені три прототипи Kreuger-100XR. Про дрон-перехоплювач Kreuger 100 відомо небагато. Заявлено, що він досягає швидкості до 75 м/с у цивільному варіанті, а у військовому його можливості можуть бути ще вищими. Дещо більше відомо про версію з фіксованим крилом - Kreuger-100XR. Він буде здатний розганятися до швидкості близько 97 м/с, його оптимальна дальність становить приблизно 3,2 км, а висота польоту - близько 1,0 км. Заявляється, що ця версія буде коштувати кілька тисяч доларів за одиницю. Зазначається, що основна частина вартості Kreuger-100XR припадає на два ключові компоненти: перший - камера, що дає змогу перехоплювачу автономно захоплювати ціль, а інший - це бойова частина масою 250 г для знищення більших БпЛА, таких як ударний дрон Shahed-136. Шведський оборонний стартап Nordic Air Defence (NAD) повідомив, що вже 2026 року їхні дрони-перехоплювачі полюватимуть на “Шахеди” в Україні.

Українська компанія “Піранья Тех” створила свій дрон-перехоплювач HUNTER Super Speed для швидкого перехоплення ворожих БпЛА. Оптимальний профіль крила забезпечує мінімальний опір і максимальну стабільність на високих швидкостях, а це робить його надійним рішенням для сучасних систем протиповітряної оборони.

Основні особливості:

- Оптимізована аеродинаміка для найвищої ефективності на великих швидкостях.
- Стабільність і керованість навіть у динамічних польотних умовах.
- Висока маневреність із простим керуванням для оператора.
- Масштабованість та адаптивність для інтеграції в існуючі системи оборони.
- Дальність польоту:

максимальна - 150 км.

тактичний радіус - 50 км.

радіус роботи системи зв’язку - 50 км.

- Максимальна робоча висота польоту: до 6400 м.
- Тривалість польоту:

на максимальній швидкості - 4,5 хв.

на крейсерській швидкості - 55 хв.

- Максимальна маса бойового навантаження: 4 кг.
- Швидкості БпЛА:

мінімальна (швидкість зриву потоку / мінімальна швидкість) - 50 км/год.

крейсерська - 140 км/год.

максимальна - 340 км/год.

- Максимальна допустима швидкість вітру при роботі: 20 м/с.
- Вага обладнання для цільового забезпечення (target equipment): 1 кг.
- Дальність виявлення та розпізнавання цілі камерою: 1 км.
- Інтеграція з радарними системами виявлення: так.
- Загальні розміри (розмах крил / довжина): 1,1 м / 0,8 м.
- Схема зльоту/посадки: катапульта / горизонтальна.
- Робочий температурний діапазон: від −20 до +38 °C.

Орєхов С.В., канд. техн. наук, доцент
Лезік О.В., канд. військ. наук, доцент
Корсунов С.І.
ХНУПС

УДАРНІ ВЕРТОЛЬОТИ ЗБРОЙНИХ СИЛ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ ТА ЇХ ВЗАЄМОДІЯ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Основними ударними або вертольотами вогневої підтримки (ВВП) дій підрозділів і частин сухопутних військ на полі бою в збройних силах російської федерації є вертольоти Мі-28, Ка-52 та Мі-24/Мі-35, які призначені для пошуку та знищення броньованої техніки, артилерії, живої сили та сильноукріплених позицій. Досвід застосування ударних вертольотів в російсько-Українській війні став дуже показовим, він підтвердив велику корисну роль ВВП на полі бою, та одночасно виявив їх слабкі сторони особливо при діях в умовах сильнонасиченої ППО, сучасних засобів розвідки та застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) – винищувачів.

У роботі детально проаналізовані тактико-технічні характеристики російських ударних вертольотів, їх озброєння та бойові можливості, основні тактичні прийоми їх бойового застосування та зміни тактики дій на полі бою в ході російсько-Української війни.

За результатами вивчення та аналізу досвіду застосування ВВП в російсько-Українській війні зроблено висновок, що вертольоти більше не домінують над полем бою, а працюють лише при наявності відмінно організованої розвідки, подавлення сил та засобів ППО та застосування дистанційної-далекобійної зброї, переважно з укриття або з засідки.

Сьогодні велика частина бойових задач, які раніше виконували ВВП, заміщуються роботою БпЛА, вони виявилися більш дешевими та менш вразливими в сучасних умовах протистояння на полі бою. Більше того, виживання вертольота в бою в умовах сьогодення потребує його глибокої інтеграції в загальну систему розвідки та ураження артилерії, авіації та БпЛА. В російсько-Українській війні в сучасних умовах взаємодія ударних вертольотів та БпЛА стала важливим тактичним елементом: БпЛА – розвідка, цілевказівка, корегування вогню та оцінка результатів бойової роботи; ВВП – вогневе ураження, координація та швидкий маневр на полі бою. Зазначимо, що при реалізації цієї тактичної зв’язки вертольоти або зовсім не входять в зону дій засобів ППО, або входять в неї на дуже короткий час з метою мінімізувати свої можливі втрати, при цьому точність нанесення вогневих ударів забезпечують БПЛА, тобто БПЛА є ніби «винесені очі» вертольота. Зазначимо, що така тактика сумісних дій ВВП і БПЛА постійно розвивається та напрацьовується, але наразі не стала постійною складовою, а використовується час від часу. В перспективі противник планує, що ударний вертоліт напряму буде управляти (корегувати) роєм БпЛА, який створить “хмару” розвідки перед ВВП і здатен буде завдавати удари по обраних об’єктах в тактичній глибині, а сам вертоліт-матка буде завдавати удари по ключових та найбільш захищених цілях. Окремо наголосимо, що БпЛА не посилили ВВП, вони змінили їх роль на полі бою, а частково навіть витиснули їх з переднього краю. ВВП стає , насамперед, носієм далекобійних протитанкових керованих ракет, засобом швидкого реагування та мобільним повітряним командним пунктом.

Отримані в результаті аналізу дані та знання дозволили розробити рекомендації для підрозділів ППО СВ з метою підвищення імовірності виявлення та обстрілу цих типів цілей, зокрема ВВП та БпЛА, а також висунути вимоги до перспективних зразків озброєння ППО.

Павловський О.В., д-р військ. наук, професор
Комаров В.С., д-р військ. наук, професор
НДІ ВР

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА ДОСВІДОМ ВІДБИТТЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЇ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

Тенденції розвитку безпілотних авіаційних систем (БАС) визначають характер сучасних конфліктів і формують вимоги не лише до систем протиповітряної (ППО) оборони, а й до інженерного захисту об’єктів критичної інфраструктури (ОКІ). Особливо актуальною ця тема є для України, враховуючи безперервний повітряний терор з боку російської федерації (рф). У доповіді викладений системний аналіз тенденцій розвитку БАС рф, їх технологічної еволюції, виробничих можливостей, тактики застосування та прогнозу майбутніх загроз.

Ретроспективний аналіз застосування у 2022 – 2025 роках існуючих БАС по території України, їх кількісно-якісного складу, а також тактики (особливостей) їх застосування дає змогу визначити низку тенденцій, а саме: нарощування темпів та оновлення номенклатури виробництва ударних БАС (“Герань-3”, “Герань-4”, “Герань-5”), а також БпЛА-перехоплювачів; зростання кількості одночасно задіяних БпЛА у повітряних ударах; підвищення потужності бойових частин та розширення їх номенклатури; збільшення дальності застосування та максимальної висоти польоту; централізація управління ударними та розвідувально-ударними БпЛА під час повітряних ударів по об’єктах на території нашої держави та створення автоматизованої системи підготовки і застосування польотних завдань ударних БпЛА типу “Герань” та “Гербера”; підвищення завадозахищеності ударних та багатоцільових БпЛА; одночасне масоване застосування ударних БпЛА та БпЛА-імітаторів (хибних цілей); встановлення на борту ударних БпЛА детекторів виявлення дронів-перехоплювачів; оснащення БпЛА турбореактивними двигунами тощо.

Проведений аналіз свідчить, що рф здійснила якісну трансформацію тактики застосування БАС, перейшовши від епізодичних високоточних ударів до системної повітряної кампанії на знищення (тривале виведення з ладу) ОКІ та об’єктів Сил оборони (СО) України на всій території України. Слід зазначити чіткий розподіл номенклатури за різними об’єктами ураження (пріоритет, розташування та геометричні розміри на місцевості, захищеність об’єктів тощо).

Технічна еволюція БАС рф має адаптивний характер і визначається реакцією на зростання спроможностей СО України у сфері ППО та РЕБ.

Окремо слід зазначити тенденцію до зниження співвідношення “вартість засобу ураження – вартість перехоплення”, що створює для СО України економічно невигідні умови та потребує переосмислення пріоритетів розвитку власної ППО. Масове застосування відносно дешевих БпЛА у поєднанні з обмеженим, але цілеспрямованим використанням

крилатих і балістичних ракет, свідчить про прагнення рф досягти стратегічного ефекту шляхом тривалого тиску на військову, економічну та енергетичну інфраструктуру України.

Визначення тенденцій розвитку БАС дасть змогу обґрунтувати подальші напрями удосконалення системи ППО і РЕБ, оптимізувати ресурсне забезпечення та визначити пріоритети розроблення перспективних засобів протидії, а також захисту ОКІ, що критично важливо для підвищення стійкості оборони та економіки України в умовах війни на виснаження.

Паламарчук Ю.С., канд. військ. наук, доцент
НАДПСУ ім. Б. Хмельницького

ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У СКЛАДІ НАЗЕМНОЇ КОМПОНЕНТИ ЗДОБУТТЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) стали безумовно домінантним засобом розвідки на тактичному рівні в умовах сучасного збройного конфлікту. Досвід бойових дій в Україні підтвердив: підрозділ, який не застосовує БпАК в інтересах розвідки, є фактично «сліпим» на полі бою. Разом з тим масштаб і якість застосування БпАК суттєво відрізняються в різних підрозділах, що обумовлює необхідність вироблення конкретних рекомендацій.

Відповідно до Бойового статуту СВ ЗСУ (ч. ІІ) *підрозділ БпАК призначений для ураження об'єктів і живої сили противника завданням ударів БпЛА, забезпечення ситуаційної обізнаності командира (штабу), безперервності та стійкості управління підрозділами та підвищення їх живучості*. У контексті розвідки саме функція «забезпечення ситуаційної обізнаності» є ключовою для підрозділу на сучасному полі бою.

Практика застосування БпАК свідчить, що суміщення розвідувальних та ударних функцій в одному підрозділі знижує ефективність кожної з них. Рекомендується організаційно та функціонально розмежовувати: БпАК розвідувальні - легкі апарати типу DJI Mavic, Autel, квадрокоптери, що передають відеопотік у реальному часі на ПУР і ТОЦ; БпАК ударні - FPV-дрони, апарати-камікадзе, що передаються під управління FSO для вогневого ураження. Начальник розвідки S2 управляє розвідувальними БпАК через ГКЗСР ПУР. FSO управляє ударними БпАК. Такий розподіл дозволяє оптимально використовувати обмежений ресурс апаратів.

Позиційний район підрозділу БпАК обирається залежно від типу апарата та визначених розвідувальних завдань. Згідно з Бойовим статутом він розташовується на напрямку зосередження основних зусиль батальйону, якомога ближче до лінії зіткнення, щоб забезпечити максимальне використання можливостей БпАК. S2 при плануванні враховує: дальність управління апаратом; ймовірність виявлення засобами РЕБ противника; наявність природних масок для приховування позиції оператора; можливість швидкої зміни позиції при виявленні. Позиція оператора БпАК не має бути стаціонарною - зміна позиції після кожного вильоту є обов'язковою.

ГКЗСР ПУР веде журнал застосування БпАК, що містить: час вильоту та посадки; NAI або район розвідки; виявлені об'єкти з координатами та часом виявлення; кому передані координати (S2, FSO); результат підтвердження цілі. Цей журнал є доказовою базою для

оцінки ефективності розвідки (МОР), слугує основою для планування наступних польотів та враховується при оцінці достовірності РзВ. Зокрема, якщо підтвердження об'єкта отримано тільки з одного джерела (БпАК), це враховується при оцінці достовірності як «ймовірна» (індекс 2 за шкалою НАТО).

Противник активно застосовує засоби радіоелектронного придушення та фізичного знищення БпАК. Для зниження втрат апаратів S2 при плануванні польотів зобов'язаний: визначати відомі позиції засобів РЕБ та ППО малих висот противника й обходити їх; використовувати природні маски місцевості для приховування маршруту польоту; застосовувати режим мінімальних висот польоту над позиціями противника; уникати прямолінійних та повторюваних маршрутів польоту, що дозволяє противнику вивчити схему і підготуватися. Режим польоту та частота зміни маршрутів погоджується між S2 і командиром підрозділу БпАК.

Сучасна практика свідчить про доцільність парного застосування БпАК у розвідувальних завданнях. Перший апарат виконує безпосередньо розвідку за визначеним NAI. Другий апарат перебуває в готовності на позиції оператора. При втраті першого апарата або виявленні важливого об'єкта, що вимагає підтвердження з іншого ракурсу, другий негайно запускається. Такий підхід забезпечує безперервність розвідки і мінімізує час між виявленням цілі та її підтвердженням для передачі FSO. ГКЗСР планує заміну апаратів у режимі «черга чергування».

Візуальна розвідка вночі без тепловізійного обладнання є практично неможливою. S2 зобов'язаний планувати нічні розвідувальні польоти виключно з апаратами, оснащеними тепловізійними камерами (FLIR або аналогічними). Тепловізор виявляє техніку та живу силу противника за тепловим випромінюванням незалежно від освітлення. Дані тепловізійної розвідки є особливо цінними для виявлення прихованих позицій артилерії, техніки в укриттях та руху особового складу у нічний час. Результати записуються та передаються в ПУР у форматі відеофайлу з прив'язкою до координат.

Точність координат цілі, отриманих від БпАК, критично важлива для вогневого ураження. Похибка понад 50 – 100 метрів може призвести до промаху. S2 рекомендує операторам використовувати апарати з вбудованим геопозиціюванням GPS/ГЛОНАСС та функцією прив'язки точки інтересу. При визначенні координат цілі оператор: центрує об'єкт у полі зору камери на мінімально можливій безпечній висоті; фіксує координати за показниками GPS апарата з урахуванням поправки на висоту; при наявності лазерного далекоміра - визначає точну відстань та коригує координати. Передача координат FSO здійснюється у форматі MGRS або в градусах з точністю до секунди.

Для мінімізації циклу «виявлення – ураження» необхідний чіткий, заздалегідь відпрацьований алгоритм: оператор БпАК виявляє об'єкт і передає S2 координати та опис цілі за встановленим форматом (Тип цілі / Координати MGRS / Час виявлення / Рівень достовірності); S2 (протягом 1-2 хв) перевіряє відповідність об'єкта переліку пріоритетних цілей HPTL та доповідає коменданту і FSO; FSO (протягом 2-3 хв) ухвалює рішення щодо ураження та організовує вогневий вплив; Оператор БпАК за можливості спостерігає результати ураження та доповідає. Весь цикл від виявлення до ураження має не перевищувати 5–7 хвилин для більшості категорій цілей.

Оцінка результатів вогневого ураження (BDA - Battle Damage Assessment) є обов'язковим елементом розвідувального циклу. Після кожного вогневого удару S2 організовує проліт БпАК над районом ураження для: підтвердження знищення або пошкодження цілі;

виявлення нових цілей, що можуть з'явитися в районі як реакція на ураження (резерви, евакуаційна техніка); оновлення каталогу об'єктів розвідки. Результати BDA фіксуються у журналі застосування БпАК та у плані розвідки як виконані завдання. Відеозапис BDA зберігається і може використовуватися при підготовці розвідувальних зведень.

БпАК є дорогим і обмеженим ресурсом, збереження якого є прямою відповідальністю командира підрозділу та S2. ГКЗСР веде облік стану кожного апарата (кількість льотних годин, стан акумулятора, результати передпольотної перевірки). Перед кожним вильотом обов'язкова передпольотна перевірка: стан лопатей та корпусу; заряд акумулятора (не нижче 80% для бойового завдання); функціонування камери та зв'язку з оператором; GPS-прив'язка. Апарат не вилітає на бойове завдання з будь-якою технічною несправністю - це неприпустимо ані з тактичної, ані з безпекової точки зору.

Активний оператор БпАК є сам по собі ціллю для противника - за радіосигналом управління можна визначити приблизне місцезнаходження оператора. S2 рекомендує: застосовувати цифрові системи управління з шифруванням каналу; змінювати частоту та місце позиції оператора після кожного польоту; не залишатися на позиції після приземлення апарата; при тривалих завданнях використовувати ретранслятори для управління з більш захищеної позиції. При виявленні активної роботи засобів РЕБ противника в районі - тимчасово припиняти польоти та змінювати позиції.

Технічна навченість оператора є необхідною, але недостатньою умовою ефективного застосування БпАК у системі розвідки. Оператор зобов'язаний знати та відпрацьовувати: стандартні формати доповіді виявлених об'єктів (за форматом SALUTE: Size, Activity, Location, Unit, Time, Equipment); порядок взаємодії з ПУР та ТОЦ; алгоритм дій при виявленні пріоритетної цілі (HPTL) - негайний виклик S2 та FSO; процедуру BDA після вогневого ураження. Регулярні тренування операторів із відпрацюванням стандартних сценаріїв є обов'язковим елементом бойової підготовки підрозділу БпАК.

Отже, застосування БпАК у складі наземної компоненти здобуття розвідувальної інформації є ключовим чинником, що визначає якість розвідувального забезпечення підрозділу в сучасних умовах. Реалізація наведених рекомендацій дозволить суттєво підвищити ситуаційну обізнаність командира, скоротити цикл «виявлення – ураження» та знизити втрати особового складу при веденні бойових дій за рахунок своєчасного попередження про дії противника.

Пантєлєєва Н.М., д-р екон. наук, канд. техн. наук, професор
Лайське Є.В., канд. техн. наук
ДНДІ ВС ОВТ

КОНЦЕПЦІЯ MUM-T ІНТЕГРАЦІЇ БпЛА І ПІЛОТОВАНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА В СИСТЕМІ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЦІЛЬОВИХ ЗАВДАНЬ

Масштабування застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) актуалізувало дискусію стосовно подальшого розвитку пілотованих літальних апаратів (ПЛА), а також стимулювало розвиток технології MUM-T (Manned-Unmanned Teaming).

Концепція MUM-T – організаційно-технічна модель інтеграції пілотованих і безпілотних авіаційних платформ у межах єдиного інформаційно-управлінського контуру. Вона забезпечує розподіл функцій між людиною та автономними системами, синхронізацію

процесів розвідки, цілевказання, управління та вогневого ураження, а також підвищення ефективності виконання бойових завдань в умовах високоризикового та динамічного операційного середовища. Зазначена концепція цілком відповідає сучасним тенденціям трансформації характеру війн і локальних військових конфліктів, форм і способів ведення збройної боротьби.

Спираючись на досвід провідних країн світу, можна визначити такі моделі пілотовано-безпілотної інтеграції з розподілом функцій між БпЛА і ПЛА: 1) мережецентрична модель (США). У 2015 р. США створили ескадрилью пілотованого безпілотного об'єднання (MUM-T), інтегруючи в ударно-розвідувальному підрозділі вертольоти Boeing AH-64D/E Apache з БпЛА RQ-7B Shadow; 2) модель тактичної інтеграції (Корея). Компанія KAI розвиває системи інтеграції БпЛА з вертольтами LAH і KUH-1 Surion, а також винищувача KF-21 з автономними безпілотними платформами типу loyal wingman; 3) оперативно-адаптивна модель (Ізраїль). Практично реалізовано інтеграцію ударних вертольотів AH-64 Apache з БпЛА. Україна набуває власний бойовий досвід в умовах повномасштабної агресії російської федерації, починаючи з 2022 року, та розвиває власну модель інтеграції MUM-T, що ґрунтується на адаптивному поєднанні функцій повітряної розвідки, цілевказання, коригування ударів, ретрансляції даних та підтримки прийняття рішень у межах єдиного розвідувально-ударного контуру.

Упровадження проєктів пілотовано-безпілотної інтеграції за концепцією MUM-T передбачає проведення наземних і льотних випробувань, що потребує розробку типової програми та стандартизованої методики оцінювання взаємодії ПЛА і БпЛА в типових сценаріях бойового застосування. Важливою складовою методики випробувань є визначення показників і розрахункових співвідношень оцінювання залежно від цільового бойового завдання (розвідка, наведення, ураження цілі, ретрансляція). Водночас вважаємо, що обов'язковим показником оцінювання поряд з бойовою ефективністю повинен стати показник ефективності інтеграції БпЛА у системі взаємодії з ПЛА, критеріями якої залишаються час "виявлення-ураження", точність, виживаність. Водночас виникло протиріччя між зростаючою потребою впровадження інтегрованих моделей бойового застосування пілотованих і безпілотних платформ та відсутністю уніфікованих методичних підходів до оцінювання ефективності їх взаємодії, що зумовлює необхідність удосконалення науково-методичного апарата випробувань моделі інтеграції "ПЛА – БпЛА" задля підвищення ефективності їх бойового застосування.

Реалізації навіть пілотних проєктів інтеграції БпЛА у системі взаємодії з ПЛА дасть змогу визначити напрями подальшої модернізації парку ПЛА України.

Пантєлєєва Н.М., д-р екон. наук, канд. техн. наук, професор
Хуторна М.Е., д-р екон. наук, професор
Сиворакша Д.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ІНТЕГРАЦІЇ БпЛА В ПРОЦЕСИ SEAD/DEAD ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ MUM-T

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) дедалі частіше інтегруються з пілотованими літальними апаратами (ПЛА) в операціях SEAD (Suppression of Enemy Air Defenses) і DEAD (Destruction of Enemy Air Defenses), спрямованих на нейтралізацію або знищення ворожих

систем ППО, роблячи їх безпечнішими для авіації та сухопутних військ. На відміну від класичних моделей операцій SEAD/DEAD за переважної участі ПЛА Україна в умовах особливого періоду демонструє інноваційні тактики, інтегруючи БпЛА, артилерію, точні ракетні удари, засоби радіоелектронної боротьби, кібератаки, мобільні рейди, таким чином розвиваючи багатодоменний SEAD/DEAD. Прикладом може слугувати успішно проведена операція "Web" (2024), під час якої понад 100 БпЛА завдали глибокий удар на авіаційні бази росії. В 2026 р. сценарій цієї операції було відтворено на військових навчаннях у Флориді (США), після яких було прийнято рішення перегляду підходів протидії БпЛА противника (C-UAS, Counter-Unmanned Aircraft Systems).

У рамках концепції MUM-T (Manned-Unmanned Teaming) важливим є розподіл завдань і функцій на етапах місії SEAD/DEAD (планування, виявлення, провокування, придушення, знищення, оцінювання результатів, повторне ураження/корекція), спроможність виконання коженого з яких оцінюється відносно продуктивності, рівня автономності, безпеки застосування ПЛА та БпЛА. Обов'язковим є розробка покрокових процедур у фізичному просторі та часі для команд ПЛА та БпЛА. Зокрема, БпЛА може використовуватися для: 1) попередньої розвідки та виявлення засобів ППО противника; 2) провокування активності ППО; 3) виконання завдань радіоелектронної підтримки; 4) безпосереднього вогневого ураження елементів ППО; 5) оцінювання результатів бойового застосування. Водночас ПЛА виконує функції управління місією, прийняття рішення, застосування високоточного озброєння, координації роботи інтегрованої групи.

В умовах сучасного бойового середовища застосування ПЛА в зоні дії засобів ППО супроводжується високим ризиком. Інтеграція БпЛА в систему бойового застосування ПЛА дозволяє мінімізувати ризики шляхом винесення частини функцій розвідки, виявлення та оцінювання загроз за межі безпосереднього їх застосування. Перед входом ПЛА в район бойового застосування БпЛА проводить попередню розвідку, виявлення і локалізацію засобів ППО та провокування їх активності. Отримана інформація передається БпЛА до ПЛА та пункту управління, що підвищує ситуаційну обізнаність. Надалі ПЛА виконує бойове завдання, а БпЛА оцінює його результати і здійснює контроль ситуації. Така тактика дозволяє знизити ризик втрати ПЛА, скоротити час виявлення загроз, підвищити точність планування маршруту і бойову ефективність.

Отже, інтеграція БпЛА у процеси SEAD/DEAD за концепцією MUM-T, на наше переконання, дозволить суттєво підвищити ефективність виконання бойових завдань Збройними Силами України в умовах протидії сучасним системам ППО противника.

Пастухов В.В.
Прокопенко В.В., канд. техн. наук
в/ч А5145

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРОТИВНИКА

Участь у бойових діях безпілотних літальних апаратів (БпЛА) постійно зростає, адже вони вказують на ціль, наводять артилерію, коригують вогонь, передають розвіддані прямо до штабу військової частини або підрозділу, який виконує бойове завдання, забезпечують безпосереднє ураження. Перш ніж вирішувати, як краще знищити БпЛА, його потрібно виявити та ідентифікувати. Як матеріальний об'єкт БпЛА має демаскувальні ознаки, які

роблять його помітним. Для ефективної протидії БпЛА противника засоби РЕБ необхідно розміщувати у бойових порядках таким чином, щоб забезпечити своєчасне виявлення та розпізнавання сигналів, які випромінюються бортовими передавачами БпЛА. Організація та виконання заходів щодо протидії БпЛА противника потребує чіткого алгоритму дій посадових осіб на пунктах управління всіх рівнів, повної взаємодії між підрозділами артилерії, РЕБ, ППО, БпС. З отриманням інформації про застосування противником ударних БпЛА командир підрозділу повинен поставити завдання мобільним вогневим групам на здійснення прикриття районів вогневих позицій чи інших критичних об'єктів.

Дії мобільно-вогневої групи. Спостерігач за повітряним простором повинен знати основні ознаки БпЛА, що застосовуються противником та сигнали оповіщення, вести спостереження у визначеному напрямку, зокрема вести акустичне спостереження. Місце розташування спостерігача повинне забезпечувати кругове спостереження за повітряним простором і місцевістю. Безпосередньо біля місця несення служби спостерігачем обладнують укриття на 2-3 особи. Для боротьби з повітряними цілями використовується весь особовий склад підрозділу, вогонь ведеться трасуючими боєприпасами. Час на подання команди на відкриття вогню і підготовку підрозділу до стрільби має складати не більше 5–10 с, за цей час БпЛА пролітає близько 100 м. Тому для своєчасної подачі команди особливо важливою є система спостереження за повітрям та оповіщення в підрозділі, а також можливість орієнтуватись за напрямками в повітряному просторі відповідно орієнтирів. Стрільба по повітряних цілях на відкритій місцевості виконується з положення стоячи, лежачи, з коліна залежно від обстановки. Підрозділ веде зосереджений вогонь по БпЛА противника шляхом супроводження або загороджувальним вогнем. Для коригування вогню трасуючими кулями (по трасах) необхідно, щоб стрільба велася патронами зі звичайними і трасуючими кулями в співвідношенні: на три патрони зі звичайними кулями - один патрон із трасуючою кулею, першим повинен бути патрон з трасуючою кулею. Вивчаючи досвід застосування вогневих груп та засобів (стрілецької зброї) в боротьбі з БпЛА різного типу, слід зазначити, що найбільшу ефективність ураження мають мисливські рушниці та гладкоствольні карабіни споряджені патронами зі шротом або картеччю.

Пашковський В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
НАСВ

ФУНКЦІОНАЛ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

У сучасних умовах ведення війни за Незалежність у військовому та безпековому середовищі дедалі частіше звертають увагу на актуальність застосування та важливість безекіпажних наземних комплексів (далі - БеНК), що призначені для виконання завдань на землі без безпосередньої участі оператора у зоні ризику. На практиці БеНК - це поєднання мобільної платформи, систем управління, каналів зв'язку, сенсорів і, за потреби, спеціалізованого корисного навантаження. БеНКи створюються з урахуванням реальних умов бойового застосування: складності рельєфу, нестабільного зв'язку, впливу погодних факторів та постійної загрози ураження, інших, не менш важливих факторів.

Сьогодні БеНКи розглядаються не як експериментальна технологія, а як повноцінний елемент сучасної військової екосистеми, що підвищує ефективність підрозділів і зменшує втрати серед особового складу.

Особливість конструкції БеНКів безпосередньо визначає його можливості та сферу застосування. Під час проєктування таких комплексів увагу фокусують в основному на балансі між прохідністю, мобільністю, автономністю та надійністю. Важливу роль відіграють модульність платформи та можливість швидкої адаптації під конкретні завдання. Ключовим конструктивним елементом є тип ходової частини, адже саме він визначає, у яких умовах БеНКи будуть максимально ефективними.

Колісні БеНКи орієнтовані на швидке переміщення та стабільну роботу на відносно рівних поверхнях. Вони оптимально підходять для міських умов, промислових зон, доріг із твердим покриттям та логістичних маршрутів. Серед основних переваг колісних платформ варто виділити високу швидкість руху, нижче енергоспоживання та спрощене технічне обслуговування. Такі комплекси легше транспортувати, вони мають більший ресурс автономної роботи та швидше реагують на команди оператора. Колісні БеНКи часто використовуються для доставки вантажів, патрулювання, розвідки та підтримки підрозділів у тилових і напівфронтових зонах.

Гусеничні БеНКи створюються для роботи у складних умовах, де прохідність має критичне значення. Бездоріжжя, пересічена місцевість, пісок, сніг, багнюка або зруйнована інфраструктура - саме в таких сценаріях гусеничні платформи демонструють максимальну ефективність. Гусенична база забезпечує кращу стійкість, рівномірний розподіл ваги та можливість транспортування важкого обладнання. Такі комплекси зазвичай використовують для евакуації, інженерних робіт, розмінування та виконання завдань у зоні активних бойових дій.

БеНКи забезпечують підрозділи актуальною інформацією в реальному часі, що напряму впливає на якість прийняття тактичних рішень, та стають невід'ємною частиною сучасної армії. Вони змінюють підхід до планування операцій, роблячи акцент на збереженні людського ресурсу та технологічній перевазі. Інтеграція НРК дозволяє підвищити гнучкість підрозділів, оптимізувати витрати та швидше адаптуватися до змін на полі бою. Це стратегічна інвестиція у безпеку та ефективність.

БеНКи мають високу ефективність у реальних умовах та забезпечують виконання завдання технологічного підсилення підрозділу.

Перій П.С., д-р філософії
Міщенко М.-О.О.
НАСВ

АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ПІДРОЗДІЛІВ УДАРНИХ БПЛА

У сучасних умовах виконання бойових завдань підрозділи ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) дедалі частіше розглядають не як сукупність окремих платформ, а як елемент єдиної інформаційно-управлінської системи. Ефективність таких підрозділів визначається не лише технічними характеристиками безпілотників, а й якістю координації між екіпажами, органами управління, розвідувальними засобами, аналітичними групами та

каналами зв’язку. У цьому контексті взаємодія стає ключовою умовою результативності, стійкості та адаптивності всієї системи застосування БпЛА.

Досвід сучасної війни, зокрема російсько-Української, свідчить, що найбільшої ефективності досягають ті підрозділи, які діють у межах узгодженого цифрового контуру. Йдеться про швидкий обмін даними, сумісність засобів зв’язку, оперативне передавання інформації про обстановку та її використання у структурі бойового управління. Взаємодія в такій системі передбачає не лише технічне з’єднання елементів, а й наявність єдиних регламентів, розподілу функцій і зрозумілих процедур ухвалення рішень. Саме тому підрозділи ударних БпЛА мають розглядатися як частина мережевої архітектури, де значення має не окрема платформа, а узгодженість усіх ланок.

Важливим аналітичним орієнтиром є підходи до оцінювання ефективності, а саме: кількісні методи, економічний аналіз, ситуаційне моделювання, оцінювання якісних показників і комплексних підходів – все це дозволяє застосувати ці принципи і до аналізу взаємодії підрозділів. Зокрема, для оцінювання взаємодії важливими є такі показники, як коефіцієнт успішності виконання завдань, стійкість до радіоелектронного впливу, мобільність, автономність, своєчасність передавання інформації та раціональність витрачання ресурсів. Таким чином, якість взаємодії може бути розглянута як окремий фактор, що безпосередньо впливає на загальну бойову ефективність системи.

Окремої уваги заслуговує організаційний вимір взаємодії. Підрозділи ударних БпЛА потребують чіткої координації між операторами, командирами, технічним персоналом та аналітичними елементами. Практика показує, що результативність істотно зростає за наявності стандартизованих процедур обміну інформацією, фіксації інцидентів, аналізу виконаних завдань і регулярного оновлення регламентів. У сучасних умовах перевагу отримують ті структури, які здатні швидко узагальнювати досвід, масштабувати успішні організаційні рішення та адаптувати внутрішню побудову під нові виклики.

Ефективність дронових підрозділів значною мірою залежить від системної організації всієї мережі застосування: розподілу зон відповідальності, функціональної спеціалізації екіпажів, постійного збору статистики та швидкого масштабування вдалих практик. Це означає, що взаємодія підрозділів ударних БпЛА має розглядатися не лише як питання зв’язку між екіпажами, а як побудова цілісної екосистеми, де управління, аналітика, технічне забезпечення й навчання працюють у взаємозв’язку. Не менш важливими є безпекові, правові та етичні аспекти взаємодії. Координація між підрозділами повинна здійснюватися з урахуванням норм міжнародного гуманітарного права, процедур перевірки інформації, контролю за прийняттям рішень та мінімізації супутніх ризиків. У цьому сенсі взаємодія є не тільки організаційною чи технічною категорією, а й механізмом забезпечення відповідального використання безпілотних систем.

Аналіз взаємодії підрозділів ударних БпЛА показує, що їх результативність визначається передусім рівнем інтеграції в єдину систему управління, якістю координації, стійкістю інформаційних зв’язків та здатністю до швидкого узагальнення досвіду. Саме системний підхід до побудови взаємодії між підрозділами, підкріплений кількісними, якісними та економічними методами оцінювання, створює основу для ефективного функціонування ударних БпЛА у сучасному бойовому середовищі.

Петрухан Д.А.
НДІ ВР

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ У СФЕРІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються стрімким впровадженням високих технологій, серед яких особливе місце займають безпілотні системи. Для України цей напрям набув стратегічного значення, адже дозволяє ефективно протидіяти чисельно переважаючому противнику. Розвиток безпілотних літальних апаратів, наземних роботизованих платформ та морських дронів формує нову архітектуру військово-промислового комплексу (ВПК), орієнтовану на швидкість, гнучкість і інноваційність.

Український ВПК у сфері безпілотних систем демонструє значну динаміку розвитку.

Однією з ключових особливостей є інтеграція державного сектора, приватного бізнесу та волонтерських ініціатив, що забезпечує швидке створення та впровадження нових рішень. Масове виробництво FPV-дронів, розробка розвідувально-ударних комплексів, а також використання морських безпілотників свідчать про високий рівень технологічної адаптації.
Перспективи розвитку галузі пов’язані з кількома напрямами:

- упровадження систем штучного інтелекту для підвищення автономності дронів, що дозволить їм виконувати завдання в умовах активної радіоелектронної боротьби;
- удосконалення систем зв’язку та управління, зокрема створення захищених каналів передачі даних;
- розвиток модульних платформ, які забезпечують універсальність і здешевлення виробництва.

Окремої уваги заслуговує розвиток програмного забезпечення для безпілотних систем, зокрема алгоритмів навігації, комп’ютерного зору та обробки даних у реальному часі. Саме програмна складова дедалі більше визначає ефективність дронів на полі бою, дозволяючи їм адаптуватися до змін середовища та виконувати складні завдання без постійного втручання оператора. Водночас актуальним залишається питання кібербезпеки та захисту каналів передачі даних від перехоплення або втручання.

Важливим фактором є також масштабування виробництва та стандартизація компонентів. Україна має потенціал стати не лише виробником, а й експортером безпілотних систем. Однак це потребує стабільного фінансування, державної підтримки та інтеграції у міжнародні оборонні програми.

Крім того, важливим напрямом є інтеграція безпілотних систем у єдині мережецентричні структури управління військами. Це дозволяє об’єднувати розвідувальні, ударні та аналітичні засоби в єдину інформаційну систему, підвищуючи швидкість прийняття рішень. Також перспективним є використання ройових технологій, коли велика кількість дронів діє узгоджено, виконуючи спільне завдання, що значно ускладнює їх нейтралізацію противником.

Безпілотні системи є одним із ключових чинників трансформації ВПК України. Вони забезпечують перевагу, підвищують ефективність бойових дій та стимулюють розвиток інновацій.

Для подальшого розвитку галузі доцільно:

- посилити державну підтримку досліджень і розробок у сфері безпілотних технологій;

- створити єдині стандарти для виробництва та інтеграції систем;
- розвивати міжнародну кооперацію та експортний потенціал;
- інвестувати у підготовку висококваліфікованих фахівців;
- забезпечити швидкий перехід від прототипування до серійного виробництва.

Реалізація цих заходів сприятиме зміцненню обороноздатності України та формуванню конкурентоспроможного ВПК нового покоління.

Печененко О.М.
Ярошенко Я.В., д-р філософії
НУОУ
Блискун О.Є., д-р філософії
ГУ РСА

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ПРИ СПІЛЬНОМУ БОЙОВОМУ ЗАСТОСУВАННІ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ У ПРОТИПОВІТРЯНІЙ ОБОРОНІ

Досвід ведення сучасних бойових дій переконливо доводить, що характер збройної боротьби у повітряному просторі докорінно змінюється, де головним рушієм стає стрімкий розвиток безпілотних авіаційних систем. Хоча на сьогоднішньому перехідному етапі ключову роль у протиповітряній обороні (далі – ППО) відіграє пілотована авіації, за прогнозами військових експертів, у найближчі роки більшість завдань буде виконуватись при спільному бойовому застосуванні пілотованої та безпілотної авіації. Відповідно, удосконалення методики оцінювання ефективності ураження повітряних цілей має здійснюватися з глибоким урахуванням можливостей кожного з них у підсистемі авіаційного прикриття.

Сучасні підходи до оцінювання ефективності ураження повітряних цілей зараз вимагають переходу від класичних імовірнісних формул до динамічних диференціальних моделей, які відображають специфіку застосування сучасних безпілотних літальних апаратів (далі - БпЛА) спільно з пілотованою авіацією. Оскільки такі БпЛА діють переважно за принципом "камікадзе", їхній вплив на повітряного противника описується ресурсною математичною моделлю, де ефективність безпосередньо залежить від інтенсивності їх запуску та технічних характеристик. Крім того, масове використання БпЛА для знищення літальних апаратів формує нову економічну парадигму ППО. Оцінювання ефективності дедалі частіше спирається на критерій економічної доцільності, адже застосування ударних БпЛА та перехоплювачів дозволяє досягти асиметричної переваги та зберегти високовартісний ресурс авіаційних та зенітних керованих ракет.

Для надійного прикриття об'єктів критичної інфраструктури доцільно здійснювати спільне бойове застосування пілотованої (винищувальної, вертольотів) та безпілотної (БпЛА-перехоплювачів) авіації. Проте існуючі класичні методики оцінювання ефективності дій авіації, що спираються на суб'єктивні експертні "бойові потенціали", виявилися складними до розрахунку, особливо для значної кількості нових БпЛА, відповідно, вони призводять до критичних математичних похибок та неточностей у прийнятті рішень. Новизна полягає у відмові від абстрактних коефіцієнтів "бойових потенціалів" на користь об'єктивного

показника - коефіцієнта щільності вогню. Цей параметр є основою нового кількісно-імовірнісного підходу і розраховується як відношення кількості фактично виділених засобів ураження до кількості виявлених ворожих цілей для кожного типу засобу. Завдяки оперуванню реальними фізичними величинами, автоматизована система управління здатна здійснювати розрахунки значно швидше та точніше. Крім того, введення цього коефіцієнта математично формалізує концепцію насичення – якщо ймовірність ураження цілі одиночним засобом стрімко падає через функціональне придушення засобами радіоелектронної боротьби, система миттєво компенсує це падіння, виділяючи масований наряд сил (наприклад, спрямовуючи кілька перехоплювачів на одну ціль).

Отже, подальша еволюція ППО нерозривно пов'язана з поступовим переходом до виконання завдань авіаційного прикриття спільним застосуванням пілотованої та безпілотної авіації. Удосконалення математичного апарата для оцінювання ефективності знищення повітряних цілей має випереджати ці зміни, впроваджуючи показники, що враховують найвищий рівень інформаційної інтеграції та економічної вигоди від застосування засобів пілотованої та безпілотної авіації.

Пількевич І.А., д-р техн. наук, професор
Омельчук І.А.
ЖВІ

ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БпЛА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЖИВУЧОСТІ

Інтенсивний розвиток військових технологій формує нові умови ведення сучасних бойових дій і сприяє активному впровадженню великої кількості перспективних дистанційно керованих систем різного призначення, зокрема і безпілотних літальних апаратів. Ефективність використання БпЛА значною мірою залежить від їх здатності протидіяти засобам ураження, що актуалізує проблему підвищення живучості таких систем, таким чином, особливої актуальності набуває пошук ефективних підходів до підвищення живучості безпілотних літальних апаратів шляхом удосконалення їх маневрених можливостей.

Тому метою роботи є розробка елементів удосконалення конструктивних особливостей БпЛА з метою підвищення їх маневреності для забезпечення їх живучості. Аналіз чинників, що впливають на ефективність функціонування БпЛА в бойових умовах, свідчить, що суттєве значення має збільшення часу, необхідного для захоплення апарата радіолокаційними засобами та наведення на нього засобів ураження. Відповідно, чим довше БпЛА залишається не ураженим під час польоту, тим вищою є ймовірність успішного виконання поставленої місії.

Таким чином, покращення динамічних характеристик БпЛА є важливим чинником підвищення його живучості. Такими характеристиками є збільшення швидкості польоту та інтенсивності маневрування, що спричиняє зростання систематичної складової динамічної похибки систем наведення противника. Відповідно до відомих математичних моделей живучість системи визначається її здатністю зберігати або оперативно відновлювати боєздатність під впливом засобів ураження. Такі моделі можуть застосовуватися для

оцінювання ймовірності ураження БпЛА під час польоту. При цьому показником збереження боєздатності доцільно вважати ймовірність уникнення ураження його елементів упродовж польоту. Одним зі способів підвищення динамічних можливостей є застосування елементів механізації крила, зокрема відхиленого носка крила у поєднанні з елеронами та керуючими поверхнями стабілізатора, дає змогу забезпечити виконання більш інтенсивних і швидких маневрів за умови використання автоматизованої системи керування польотом. Також доцільним є використання малоінерційних сервоприводів керуючих поверхонь, а також оптимізація алгоритмів їх відхилення. Такі алгоритми повинні бути передбачуваними та придатними для реалізації на обчислювальних платформах з обмеженими обчислювальними ресурсами. Отже, підвищення жорсткості керування та вдосконалення динамічних характеристик БпЛА сприяє зростанню його маневреності, що, у свою чергу, підвищує рівень живучості, дозволяючи апарата довше залишатися неураженим і виконувати бойові завдання в умовах протидії противника.

Подкур О.Р.
Ткаченко В.Ю.
НДІ ВР

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ОБРОБЦІ ДАНИХ ЛІДАРНОГО АЕРОЗНІМАННЯ

Досвід російсько-Української війни показав, що одним із факторів здобуття переваги на полі бою є своєчасне отримання детальної геопросторової інформації. Використання технологій, які дають змогу отримати актуальні дані про рельєф місцевості та розташування об’єктів, підвищує ефективність планування операцій, забезпечує точність ураження цілей та зменшує ризики для особового складу. Однією з таких технологій є LiDAR (Light Detection and Ranging), яка дозволяє отримувати дані про поверхню та розташовані на ній об’єкти шляхом використання активних оптичних систем, що базуються на вимірюванні відбитого світла. Ці системи формують тривимірні хмари точок, що дозволяють отримувати детальну модель місцевості незалежно від умов освітлення. Крім того, сенсор LiDAR може застосовуватися як доповнення до системи навігації безпілотних літальних апаратів в умовах відсутності (погіршення якості) сигналів глобальних навігаційних супутникових систем.

Класичними інструментами обробки даних з сенсорів LiDAR є класифікатор максимальної правдоподібності, метод опорних векторів та метод кластеризації даних DBSCAN. У задачах навігації широко застосовуються адаптована під сенсори LiDAR технологія SLAM та різноманітні методи співставлення хмар точок. Проте зазначені інструменти мають низку суттєвих обмежень.

Класифікатор максимальної правдоподібності та метод опорних векторів потребують попереднього визначення ознак, за якими проводиться класифікація. Наявність високого рівня шуму, низької щільності та неповноти хмари точок призводить до зниження точності визначення ознак та, як наслідок, до погіршення результатів класифікації. Метод DBSCAN також залежить від вибору параметрів та щільності точок, що ускладнює його застосування для даних із різною структурою. У навігаційних задачах методи SLAM та методи співставлення хмар точок характеризуються накопиченням похибки з часом та зниженням точності в умовах неоднотипного середовища.

Застосування методів штучного інтелекту у задачах обробки даних з сенсорів LiDAR дозволить зменшити залежність від “ручного” визначення ознак. Нейронні мережі здатні самостійно визначати необхідні ознаки з хмар точок, що зменшить вірогідність похибки та забезпечить коректну класифікацію за умов різної щільності точок, шумів і складної геометрії хмари точок.

У навігаційних задачах поєднання штучного інтелекту з методами SLAM забезпечить більш точне визначення положення безпілотного літального апарата в просторі. Нейронні мережі здатні враховувати складні взаємозв’язки між даними з сенсорів (приймачів сигналів глобальних супутникових навігаційних систем, інерційних вимірювальних блоків, LiDAR), які важко формалізувати в класичних алгоритмах. Це дасть змогу враховувати динамічні зміни руху безпілотного літального апарата (маневри), часовий зсув його сенсорів та похибки, що загалом підвищить точність позиціонування безпілотного літального апарата.

Подстєвой О.В.
Репа Р.А.
Хоцький І.Г.
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Безпілотні системи – колись комп’ютерні ігри, а зараз звична реальність. І все це буквально за роки повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну. Збройна агресія російської федерації проти Україні буквально дала поштовх для стрімкого розвитку безпілотних систем та за короткий час перетворила їх з допоміжного інструмента на полі бою на визначальний чинник сучасних бойових дій. Настільки, що відокремила безпілотні системи в окремий вид збройних сил.

В повітрі, на землі та на воді, від дитячих іграшок та розважальних, так званих “весільних дронів” до повноцінних бойових машин, і цей процес не зупиняється. Зміна підходів до ведення війни та забезпечення переваги на полі бою, за умов збереження життя людей та обмежених ресурсів, все це сьогодні безпілотні системи.

З перших днів збройної агресії безпілотні системи продемонстрували здатність виконувати широкий спектр завдань — від спостереження й розвідки до вогневої підтримки бойових підрозділів, завдання ударів стратегічного рівня, логістичного забезпечення підрозділів та позицій. Розвиток безпілотних систем відбувається в умовах постійної адаптації до протидії з боку противника, що стимулює інновації, змушує скорочувати цикл “розробка — застосування — удосконалення” та вимагає активної взаємодії між військовими, інженерами й цивільним сектором.

Конфлікт показав, що ефективність безпілотних систем визначається не лише технічними характеристиками, а й масштабованістю, доступністю, швидкістю виробництва та здатністю інтегруватися в єдині системи управління. Здатність інтеграції в єдину систему управління з залученням елементів штучного інтелекту відкриває нові можливості при плануванні та застосуванні безпілотних систем. Водночас зростає значення засобів автоматизації, стійкості систем зв’язку до засобів РЕБ противника та створення єдиної екосистеми для взаємодії різних типів безпілотних платформ.

Досвід України підтверджує, що безпілотні системи не просто стали невід'ємною складовою сучасних збройних конфліктів, а мають вирішальний вплив на тактику, оперативне мистецтво та збереження людських ресурсів. Завдання чутливих ударів по стратегічних об'єктах та об'єктах оборонної промисловості ворога значно скорочують його можливість з нарощування засобів та зусиль, та суттєво впливають на економічні показники. Їхній подальший розвиток є не тимчасовою тенденцією, а довгостроковою зміною характеру війни, де технологічна гнучкість і швидкість інновацій відіграють ключову роль.

Перспективний розвиток безпілотних систем в Україні доцільно спрямувати на системний підхід, що поєднує державну підтримку, військові потреби та потенціал вітчизняного технологічного сектора. Доцільним є спрямування зусиль на розвиток, підтримку та масштабування виробництва найбільш вдалих зразків, що довели свою ефективність, підготовці спеціалістів та інтеграції безпілотних рішень у загальну архітектуру безпеки. На стратегічному рівні держава має посилити свою роль щодо розвитку єдиної системи управління з залученням елементів штучного інтелекту. А на тактичному рівні дати можливість прийняття рішень із застосування безпілотних систем для вирішення тактичних задач, як то кажуть "тут і зараз". Це дозволить не лише підвищити обороноздатність держави, а й створити основу для технологічного розвитку в повоєнний період.

Поліщук В.Л.
НАСВ

ІНЖЕНЕРНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ У БОЙОВІ БЕЗПІЛОТНІ ПЛАТФОРМИ

Перехід від універсальних цивільних безпілотних платформ до спеціалізованих військових систем є однією з ключових тенденцій розвитку сучасних засобів збройної боротьби. Особливої актуальності набуває модернізація важких сільськогосподарських безпілотних літальних апаратів (далі – "агродрони") вантажопідйомністю понад 100 кг, які можуть бути адаптовані до виконання бойових завдань. Водночас їх застосування у зоні бойових дій висуває підвищені вимоги до конструкційної міцності, стійкості до радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) та рівня автономності, що потребує комплексного інженерного підходу.

Метою дослідження є розроблення та обґрунтування інженерно-конструкторських рішень щодо модернізації важких мультироторних "агродронів" для їх ефективного бойового застосування.

Адаптація під бойове навантаження потребує суттєвої переробки конструкції. Основні рішення включають: створення універсальних підвісних модулів; впровадження стабілізованих систем скидання; підсилення силового каркасу; оптимізацію центру мас. Використання активних систем стабілізації дозволяє підвищити точність ураження та зменшити вплив динамічних навантажень.

Забезпечення стійкості до РЕБ є критичним фактором.

Підвищення автономності передбачає впровадження систем автоматичного планування маршрутів, алгоритмів обходу перешкод, а також функцій автономного прийняття рішень. Перспективним є використання групового застосування "рою" з розподілом функцій між

апаратами. Енергетична автономність досягається оптимізацією енергоспоживання та використанням ефективних джерел живлення.

Важливим напрямом є підвищення конструкційної живучості та надійності: застосування композитних матеріалів, резервування критичних систем, захист від зовнішніх впливів та впровадження систем самодіагностики.

Науковою новизною є формування інтегрованого підходу до модернізації “агродронів”, що поєднає конструкційні, функціональні та інформаційні рішення в єдину систему бойового застосування.

Доцільно впровадити уніфіковану платформу з відкритою архітектурою для інтеграції різних систем. Необхідно розвивати вітчизняні компоненти управління та зв’язку, створювати випробувальні полігони для перевірки РЕБ-стійкості та автономності, а також застосовувати цифрове моделювання і швидке прототипування. Це забезпечить створення ефективних і технологічно незалежних безпілотних систем.

Модернізація “агродронів” потребує комплексного інженерного підходу і вирішення низки технічних задач: РЕБ-стійкість, автономність, модульність. Усі ці фактори підвищують гнучкість застосування і підвищують потенціал стати основним БпЛА тактичного рівня.

Поляруш О.І.
Маліновський Н.О.
НАСВ

КОНЦЕПЦІЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ТА СТРАТЕГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ З ШІ

В умовах масованого застосування противником ударних безпілотних літальних апаратів типу «Shahed» та їхніх аналогів, метою ворога є не лише ураження живої сили, штабів та складів, а й стратегічне виснаження економіки та логістичної мережі України. Традиційні засоби протиповітряної оборони є дороговартісні, що створює дисбаланс у порівнянні з дешевими дронами-камікадзе. Тому розробка та впровадження методів протидії є нагальною потребою сучасної війни.

Пропонується створення мобільних ешелонованих зон захисту через комбінацію наземних роботизованих комплексів (НРК) та дронів-перехоплювачів P1-SUN: Система «Повітряна павутина» (дрони-перехоплювачі P1-SUN - **с**пеціалізовані засоби ураження повітряних цілей, оснащені системами штучного інтелекту для автономного донаведення).

Логістичні НРК: наземні платформи, що виконують роль мобільних баз. Вони забезпечують транспортування, технічне обслуговування та зміну позицій пускових установок, а також здатні до повернення до місця запуску у разі потреби або за вимоги зарядити джерело живлення або поповнити боєкомплект (БК).

Створення «павутин» навколо об'єктів інфраструктури та на районів ведення бойових дій надає можливість: використання логістичних НРК; дозволяє постійно змінювати точки запуску, що робить систему розвідки ворога менш ефективною; ШІ на борту P1-SUN самостійно ідентифікує та захоплює ціль, що мінімізує вплив людського фактора та затримок

зв'язку; можливий розрахунок включає 4 особи (2 оператори НРК та 2 оператори перехоплювачів), що дозволяє забезпечити цілодобове чергування та швидке реагування.

Ключові переваги та ефективність: завдяки системі оптики та автономному обчислювальному модулю на борту фінальний етап атаки відбувається без участі оператора. Це робить «глушилки» ворога неефективними на певній ділянці польоту; модернізована силова установка (гвинти та двигуни) забезпечує робочу висоту до 5 000 м. Це дозволяє перехоплювати цілі на висотах, недоступних для більшості стандартних FPV-дронів; вартість одного перехоплювача становить приблизно $1 000. У порівнянні з мільйонними збитками від влучання «шахеда» у елементи системи електропостачання, складів БК або штабу управління, використання P1-SUN є максимально ефективним та доцільним в умовах сучасних бойових дій; оператори та логістична база можуть знаходитися у захищених укриттях, тоді як НРК висуваються на вогневі позиції автономно або дистанційно.

Впровадження комбінованої системи «НРК + P1-SUN» дозволить створити щільний та гнучкий купол захисту над важливими районами ведення бойових дій та тилу. Це не лише збереже життя військовослужбовців та цілісність інфраструктури, а й дозволить виснажити ресурси агресора за рахунок дешевого та технологічного перехоплення його ударних засобів.

Попадюк Р.В.
Конєв А.В.
ХНУПС

ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ

AAD (Anti-aircraft drone) отримав свою назву, через безпосереднє застосування FPV (First Person View) дронів по засобах повітряного нападу (ЗПН) противника. Сучасний розвиток ворожих безпілотних літальних апаратів (БпЛА) обумовлює необхідність створення ефективних засобів боротьби з ними. FPV дрони-перехоплювачі являють собою високоманеврені пристрої, здатні перехоплювати, знешкоджувати або фізично знищувати ворожі безпілотники.

Дрони-перехоплювачі є різновидом дронів FPV – це БпЛА, що оснащені відеокамерою і передають зображення в реальному часі на окуляри, шолом або планшет управління пілота (управління здійснюється від першої особи).

Дрони AAD, які створені для перехоплення інших БпЛА, зазвичай мають такі характеристики:

- маса та габарити: маса до 3,5 кг; розмах діагоналі рами – 250-450 мм;
- енергетична система: акумулятор LiPo 4S–6S, ємність 1300-2200мА·год;
- привід та швидкість: безколекторні електродвигуни 2207–2806; швидкість до 150-220 км/год;
- система керування: радіоуправління 2,4 ГГц або 5,8 ГГц; протоколи зв’язку TBS Crossfire, ExpressLRS;
- навігаційні системи: GPS/ГЛОНАСС, інерційні датчики (IMU), оптичні сенсори;
- автономність: час польоту 5-20 хв в активному режимі.

Основним завданням AAD дронів є швидке реагування на загрозу та ефективне знешкодження ворожих БпЛА.

Процес перехоплення складається з таких етапів:

1. Виявлення та ідентифікація цілі – використання радарів, тепловізорів або оптичних сенсорів для визначення місцезнаходження об’єкта.

2. Навігація до цілі – оператор (штурман) або система штучного інтелекту (ШІ) спрямовує дрон у зону перехоплення.

3. Знешкодження – застосування бойової частини, фізичного контакту (таран, сіткомет) або засобів РЕБ (глушіння сигналу).

Подальший розвиток AAD - дронів-перехоплювачів пов'язаний з інтеграцією ШІ для автоматизації процесу виявлення та знешкодження цілей, збільшення енергоефективності та використання передових матеріалів для зниження ваги та підвищення маневреності. Особливу увагу приділено розвитку координації між дронами та створенню рою автономних перехоплювачів.

Дрони-перехоплювачі AAD є ефективним засобом боротьби з ворожими БпЛА. Висока швидкість, маневреність та різноманітні методи знешкодження ворожих БпЛА роблять їх перспективним напрямом у сфері військових та безпекових технологій. Подальші дослідження у цій сфері спрямовані на підвищення рівня автономності та ефективності дронів-перехоплювачів у бойових умовах.

Попов А.В., д-р техн. наук
НАКУ “ХАІ”
Борцова М.В.
ХНУПС

ВИКОРИСТАННЯ ЛЧМ-СИГНАЛІВ ДЛЯ ПОШУКУ РІВНОЇ ДІЛЯНКИ ПОВЕРХНІ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРИЗЕМЛЕННЯ БПЛА

Перспективним напрямом розвитку БпЛА є створення інтелектуальних безпілотних систем, які, окрім іншого, можуть самостійно оцінити ступінь загрози для себе та за потреби призупинити виконання поставленого завдання до моменту, коли загроза зникне. Такі БпЛА мають бути здатні автономно, навіть у нерозвіданих зонах, де заздалегідь не визначені можливі точки посадки, обрати рівну ділянку поверхні та здійснити приземлення.

Відомі різні способи визначення нерівності поверхні з БпЛА. Переважно вони базуються на фотографуванні підстильної поверхні в оптичному діапазоні хвиль з подальшою обробкою отриманих знімків, часто з використанням засобів штучного інтелекту. Обробка може полягати в семантичному сегментуванні отриманих зображень, у побудові карти глибин за змінами відносного положення відповідних пікселів тощо. Спільним недоліком цих способів є неможливість їх застосування в умовах поганої видимості – у тумані, задимленні, у темну пору доби. Авторами був запропонований спосіб визначення нерівності поверхні за коефіцієнтом розширення відбитого поверхнею ультразвукового імпульсу, але дослідження показали, що такий спосіб є чутливим до вологості повітря: зміна вологості призводить до зміни швидкості розповсюдження акустичної хвилі, змінюються часові затримки та зсуви фаз при русі сигналу від передавача до поверхні та назад. Як наслідок, змінюється нахил залежності коефіцієнта розширення ультразвукового імпульсу від нерівності поверхні і поріг прийняття рішення щодо ступеня нерівності зміщається. У

результаті БпЛА може прийняти хибне рішення щодо можливості безпечної посадки на ділянку поверхні.

Незалежність від часу доби та погодних умов може бути забезпечена за рахунок використання радіосигналів. Здійснювалося математичне моделювання процесу відбиття безперервних радіосигналів з лінійно-частотною модуляцією (ЛЧМ-сигналів) від поверхонь з різними геометричними профілями – рівної, з виступом, декількома виступами, сходинками, з випадковими нерівностями. Дослідження показали, що при відбитті ЛЧМ-сигналу від ідеально рівної поверхні спектр відбитого сигналу має експоненціальну обвідну з одним максимумом на частоті, яка відповідає мінімальній відстані від антени БпЛА до досліджуваної точки поверхні. Якщо у діаграму спрямованості антени потрапляє перешкода у вигляді виступу або перепаду висот (одна сходинка), у спектрі з'являється другий пік. Співвідношення амплітуд піків залежить від розташування перепаду висот відносно центру діаграми спрямованості, а відстань між піками у спектрі визначається висотою перепаду (чим більший перепад, тим більша різниця частот). Якщо під БпЛА розташовані сходинки, які одночасно охоплюються діаграмою спрямованості, кількість піків у спектрі збільшується, але необов'язково дорівнює кількості перепадів. Коли поверхня являє собою випадковий процес (наприклад, з нормальним законом розподілу висот та певним радіусом кореляції), яскраво виражені спектральні піки зникають, а спектр розширюється та приймає форму, подібну до розподілу Релея.

Проведені дослідження дозволяють припустити, що на основі аналізу форми обвідної спектра відбитого нерівною поверхнею ЛЧМ-сигналу можна зробити висновок щодо ступеня нерівності поверхні під БпЛА. Перевагою запропонованого способу є можливість цілодобового застосування, незалежність від метеорологічних умов та мініатюрність технічного рішення.

Попов М.О., д-р філософії
Порохончук О.М.
Попова Н.О.
ХНУПС

ПИТАННЯ ЩОДО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Одним з вагомих факторів у сучасній війні є трансформація ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в оборонному секторі України.

Після початку широкомасштабної агресії російської федерації у 2022 році безпілотні системи перетворилися на фундаментальний елемент оборонної доктрини України. Країні вдалося здійснити справжній технологічний стрибок завдяки синергії державного сектора, приватного бізнесу та громадянського суспільства.

Ключові вектори розвитку індустрії БпЛА можна розподілити за наступними основними напрямами:

- запровадження державних або загальнонаціональних програм ("Лінія дронів" – проєкт, започаткований Президентом України, покликаний масштабувати найефективніші підрозділи безпілотних систем Сил оборони України. Проєкт "Бібліотека комплектуючих" –

цифрова платформа, де українські компанії-виробники БпЛА, наземних роботизованих комплексів, засобів радіоелектронної боротьби та радіоелектронної розвідки можуть знаходити виробників компонентів і налагоджувати партнерство);

- приватне виробництво дронів у нашій країні та за її межами (з урахуванням інтенсивного розвитку сучасних технологій) в умовах повномасштабної війни продовжує набирати оберти, забезпечуючи Сили оборони України сучасною розвідувальною та ударною технікою. Це особливо відчувається в останні кілька років. Але, на жаль, у нашій державі ускладнені умови класичного кредитування, що є певною перешкодою для розвитку виробництва БпЛА, попри постійно зростаючий попит. Додатковим джерелом коштів для стартапів і розвиненого бізнесу є гранти для виробників дронів (наприклад, грантова програма ”Зроблено для Перемоги”, спрямована на підтримку підприємств, що виробляють компоненти озброєння та військової техніки);

- численні волонтерські об’єднання налагодили масове збирання БпЛА та вдосконалення безпілотних систем, використовуючи як вітчизняні, так і закордонні компоненти (волонтерські організації України відіграють ключову роль у розвитку, закупівлі та виробництві БпЛА, забезпечуючи підрозділи Сил оборони України FPV-дронами, розвідувальними комплексами та навчанням операторів. Провідні фонди, такі як ”Небо Перемоги”, “Армія SOS” тощо масштабують виробництво та передають тисячі дронів на фронт).

Безпілотні системи дозволяють стороні з меншим військовим бюджетом або відсутністю потужного флоту та авіації знищувати стратегічні об’єкти противника (кораблі, засоби ППО, нафтопереробні заводи та термінали).

Стратегічну роль дронів підкреслює і створення в Україні окремого роду військ – Сил безпілотних систем.

Україна стрімко стає світовим центром розвитку технологій БпЛА. Безпілотна авіація ознаменувала перехід до війн нового покоління, де головним є швидкість адаптації до сучасних реалій та інтелект. Майбутнє цього напряму визначатиметься стабільністю інвестицій та ефективністю міжнародної кооперації заради перемоги.

Поручник А.В.
НАСВ

РОЗВИТОК АВТОНОМНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Автономні безпілотники зі штучним інтелектом поступово змінюють уявлення про техніку, яка може працювати без участі людини. Якщо раніше дрон повністю залежав від оператора, то зараз він частіше діє самостійно: оцінює ситуацію навколо, обирає маршрут, обходить перешкоди і приймає рішення прямо під час виконання завдання. Він отримує дані з камер, датчиків та інших систем і швидко реагує навіть у складних умовах, де людина могла б розгубитися або не встигнути зреагувати.

Такі системи вже не працюють за жорстко заданим сценарієм. Вони можуть змінювати свою поведінку залежно від обставин, враховувати попередній досвід, розпізнавати об’єкти і самостійно підлаштовувати свої дії. Це добре видно в ситуаціях, де зв’язок із оператором

слабкий або взагалі відсутній. У таких умовах дрон не чекає команди, а діє сам, покладаючись на свої алгоритми і накопичені дані.

Також цікава робота груп безпілотників, коли вони працюють разом і поводяться як команда: ділять між собою завдання, обмінюються інформацією і швидко реагують на зміни. Якщо один із них перестає працювати, інші підлаштовуються і продовжують виконання задачі. Такий підхід нагадує поведінку живих організмів, де немає одного центру управління, але є злагоджена робота всіх елементів.

У цивільному житті такі безпілотники доставляють товари, перевіряють стан будівель і доріг, допомагають у сільському господарстві, стежать за великими територіями. Вони також беруть участь у пошукових і рятувальних операціях, допомагаючи знаходити людей у важкодоступних або небезпечних місцях. Там, де людині складно або ризиковано працювати, дрони можуть виконувати завдання швидко і без зайвого ризику.

А у військовій сфері такі безпілотники використовуються для розвідки, спостереження, координації дій і виконання складних задач без прямої участі людини. Вони здатні реагувати значно швидше, ніж людина, тому рішення приймаються майже миттєво. Це змінює сам підхід до дій у складних ситуаціях і скорочує час між виявленням проблеми та реакцією на неї.

Але, поведінка автономних систем не завжди передбачувана, особливо в незвичних або хаотичних умовах. Якщо алгоритм допускає помилку, виправити її одразу не завжди можливо. Через це виникає логічне питання: хто нестиме відповідальність за дії машини, яка працювала без прямого втручання людини.

Ще одна важлива проблема - доступність таких технологій. Обладнання поступово дешевшає, а програмне забезпечення стає простішим у використанні. Це означає, що користуватися безпілотниками можуть не лише великі компанії чи спеціалісти. Водночас зростає ризик того, що такі системи можуть застосовуватися не за призначенням або з небезпечними намірами.

Подальший розвиток автономних безпілотників залежить не тільки від технічних досягнень, а й від того, як будуть визначені правила їх використання. Потрібно встановити чіткі межі і зрозумілі обмеження, щоб уникнути неконтрольованого застосування. Інакше навіть корисні технології можуть створювати серйозні ризики, особливо в тих сферах, де наслідки помилок можуть бути критичними.

Похнатюк С.В., канд. військ. наук, доцент
Похнатюк О.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМ ПРИЗНАЧЕННЯМ – ВОГНЕВА ЗАСІДКА

Важливою умовою досягнення стійкості оборони є дезорганізація наступу противника та завдання йому ураження ще на підступах до переднього краю оборони своїх військ. Стрімкий розвиток застосування безпілотних авіаційних комплексів в сучасному бою значно вплинув на побудову бойових порядків механізованих підрозділів. Частіше постають питання про недоцільність створення деяких елементів бойових порядків, особливо тих, які

повинні здійснити маневр до або після виконання бойового завдання. Найбільш небезпечним вважається застосування бронегруп, протитанкових резервів, вогневих засідок (ВгЗ) особливо перед переднім краєм оборони. Якщо у 2022-2023 роках російсько-Української війни ВгЗ на підступах до оборони були доволі поширені та ефективні, то сьогодні це вже поодинокі випадки з високою імовірністю їх ураження при відході.

У підрозділах ЗС України активно запроваджується використання наземних роботизованих комплексів (НРК) для мінування місцевості (Терміт, Тарган, Тесля), ураження піхоти (Droid TW 12,7, Лють, Рись) та багатофункціональні платформи (Bizon, Sirko) для виконання логістичних та інших типів завдань, наприклад, радіоелектронної боротьби (платформа Воля-Е з комплексом РЕБ з Piranha).

Комплексне застосування зазначених типів НРК за підтримки розвідувальних та ударних БпЛА значно збільшить ефект дезорганізації наступу противника та завдання йому ураження на етапі висування до об'єктів атаки. Такий підхід комбінованої зброї також поступово відновлює важливість ВгЗ перед переднім краєм оборони як елементу бойового порядку підрозділу.

Низка відомих прикладів поєднання різнотипних НРК для влаштування ВгЗ підтвердила очікування їхньої комплексної ефективності. За тактикою механізованого штурму противника, першим висувається танк з тралом, за ним інші бронемашини з групою піхоти на броні. У разі підриву танка, піхота спішується і продовжує наступ у пішому порядку. Важливо в момент підриву на міні першої машини додатково завдати ураження по піхоті, яка ще знаходиться на броні і є груповою ціллю. Після того як піхота спішиться, різко зменшується ймовірність її ураження з НРК з кулеметною установкою. Отже групу НРК потрібно відводити з місця влаштування ВгЗ для запобігання їх знищення або захоплення противником. Відхід НРКі-мінера та НРК-кулемета прикриває НРК-РЕБ та БпЛА на оптоволокні.

Використання декількох різнотипних НРК для влаштування засідки виявило і певні недоліки. Основними з них можна зазначити такі: залучення двох або більше екіпажів для дистанційного пілотування НРК; різнотипність шасі, а саме: характеристики прохідності НРК-мінера та НРК-кулемета інколи не дозволяють застосовувати їх у комплексі; ймовірність перехоплення каналів керування (spoofing) між екіпажами пілотування; різна дальність застосування НРК від різних виробників.

З урахуванням виявлених недоліків комплексного застосування різнотипних НРК для влаштування ВгЗ для подальшого дослідження та застосування пропонується створення уніфікованого НРК з можливістю модульної компоновки функціональних елементів вогневої засідки – мінування (1-2 протитанкові міни), ураження (7,62-мм кулемет), захист (комплекс РЕБ, для розвідки і придушення частот БпЛА в найбільш імовірних діапазонах у певному районі бойових дій), маскування (димова граната, шашка з електричним запалом для дистанційного керування завісою).

Раєвський О.В.
Заєць Ю.О.
Аврамчук О.Є., канд. пед. наук, доцент
ЖВІ ім.С.П.Корольова

СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БпЛА

В умовах українсько-російського протистояння одним із головних пріоритетів є розвиток безпілотних систем. При цьому ключовим напрямом їх удосконалення має стати розвиток систем управління, оскільки саме вони найбільше страждають від сучасної проблематики бойового застосування.

Стандартні заводські канали зв'язку БпЛА працюють у відкритих, загальнодоступних діапазонах частот (переважно 2,4 ГГц та 5,8 ГГц). Ці діапазони постійно перебувають під моніторингом і прицільною радіоелектронною дією засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. Паралельно противник активно застосовує спуфінг і радіоелектронний вплив сигналів GPS, що є основою навігації більшості БпЛА. У результаті дрони втрачають керування, переривається передача відео та телеметрії, що часто призводить до втрати борту.

Вирішенням цієї проблематики є перехід до сучасних адаптивних систем управління, які забезпечують стійкість каналу зв'язку та стабільне керування над БпЛА. Одним із перспективних рішень є українська платформа Sine Engineering. Система пропонує комплекс функціональних можливостей, спрямованих на протидію РЕБ: інтелектуальний FHSS (Smart Frequency Hopping Spread Spectrum) - вдосконалена псевдовипадкова перебудова робочої частоти з автоматичним виявленням і уникненням зон радіоелектронного впливу; позиціонування без використання GPS на основі інерціальної навігації та автопілота; забезпечення одночасного керування кількома дронами завдяки інтелектуальній координації та стійкості мережі; безшовну інтеграцію з існуючими автопілотами.

Таким чином, впровадження адаптивних платформ управління, таких як Sine Engineering, дозволяє суттєво підвищити надійність і живучість систем управління БпЛА. Це дає можливість частково компенсувати вплив РЕБ противника і забезпечити виконання бойових завдань навіть в умовах інтенсивного радіоелектронного протистояння. Подальше удосконалення таких систем має продовжуватися з урахуванням нових технологічних випробувань і досвіду бойового застосування.

Ринський І. М.
Касаткін Є.В.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЯК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОГО БОЮ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЗАСТОСУВАННЯ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ

Широкомасштабна агресія рф проти України стала каталізатором трансформації характеру сучасних бойових дій. Одним із ключових чинників цих змін є масове застосування безпілотних систем різних типів - від тактичних розвідувальних безпілотних

літальних апаратів (БпЛА) до FPV-дронів і роботизованих платформ. У сучасних умовах безпілотні системи еволюціонували з допоміжного засобу у самостійний функціональний компонент бойових дій, що визначає співвідношення між вогневими, маневреними та інформаційними можливостями сторін.

Однією з визначальних характеристик сучасного поля бою є так звана «повітряна прозорість». Масове насичення повітряного простору безпілотними засобами забезпечує практично безперервне спостереження, що знижує ефективність традиційних заходів маскування і прихованого маневру. Підрозділи змушені адаптувати тактику, переходячи до розосереджених побудов, обмежених за часом переміщень, активного використання інженерного обладнання позицій та часових інтервалів зі зниженою інтенсивністю спостереження.

Суттєвим чинником є асиметрія застосування безпілотних систем. Бойова практика свідчить, що відносно дешеві FPV-дрони здатні ефективно уражати дороговартісні зразки озброєння та військової техніки, а також елементи критичної військової інфраструктури (системи ППО, зв'язку, управління тощо). Це зумовлює зміну підходів до планування бойових дій, у яких вирішальним стає не стільки кількість засобів ураження, а ефективність їх застосування. Важливою тенденцією є інтеграція безпілотних систем у замкнутий цикл «розвідка – ураження». Скорочення часу між виявленням цілі та її ураженням до мінімальних значень забезпечує підвищення динаміки бойових дій та формує нову роль інформації як ключового ресурсу управління.

Окремим аспектом є психологічний вплив безпілотних систем на особовий склад. Постійна загроза ураження з повітря створює додаткове навантаження на морально-психологічний стан військовослужбовців, що вимагає врахування цього фактора при організації бойових дій та підготовці особового складу.

Для Сил територіальної оборони України зазначені зміни мають принципове значення. В умовах обмеженого доступу до важкого озброєння безпілотні системи виступають інструментом компенсації наявних обмежень та забезпечують підвищення бойових спроможностей підрозділів. Практична реалізація цього проявляється у забезпеченні постійної розвідувальної присутності в зоні відповідальності, скороченні часу реагування на дії противника, підвищенні автономності підрозділів на тактичному рівні та створенні сталого фактора вогневого стримування.

Водночас масове застосування безпілотних систем висуває нові вимоги до організації бойових дій у Силах територіальної оборони. До ключових з них належать інтеграція безпілотних авіаційних комплексів у систему управління, створення штатних підрозділів БпЛА, розробка тактичних прийомів їх застосування, організація ефективної протидії БпЛА противника. Таким чином, безпілотні системи стали одним із визначальних чинників трансформації сучасного бою. Формування умов «прозорого поля бою» обумовлює необхідність перегляду традиційних тактичних підходів.

Розиєв О.О.
Макаренко С.Л.
НДІ ВР

ВИКОРИСТАННЯ СТАРТОВИХ ПРИСКОРЮВАЧІВ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ

Збройні сили російської федерації продовжують активно застосовувати різноманітні безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) в ході широкомасштабного вторгнення в Україну. Зважаючи на це, дедалі більшого поширення набувають FPV (англ. - First Person View) БпЛА мультироторного типу, що використовуються як перехоплювачі (далі - БпЛА-перехоплювачі мультироторного типу). Вони здатні ефективно уражати повітряні цілі завдяки простоті розгортання мобільних груп у зоні ймовірного маршруту БпЛА противника і, відповідно, відносно короткому часу реагування (від виявлення цілі до нанесення ураження), та мають низьку вартість порівняно з традиційними засобами протиповітряної оборони. Водночас їх застосування обмежується низкою технологічних недоліків, зокрема малою швидкістю розгону та тривалістю виходу на траєкторію перехоплення. Це обумовлює доцільність використання стартових прискорювачів як засобу підвищення ефективності питомих льотних характеристик БпЛА-перехоплювачів мультироторного типу.

Сьогодні застосовуються стартові прискорювачі, що відрізняються між собою принципом дії. Так, для розгону БпЛА типу “Герань-2” до еволютивної швидкості та підйому до певної висоти над земною поверхнею застосовуються твердопаливні реактивні двигуни, у БпЛА типу “Switchblade 600” використовують в якості стартового прискорювача імпульсні контейнерні системи на основі газогенераторного заряду.

В конструкції БпЛА-перехоплювачів мультироторного типу традиційно використовують легкі матеріали, внаслідок чого вони є більш уразливими до значних імпульсних навантажень.

З огляду на це використання твердопаливних реактивних прискорювачів може призвести до втрати стабільності перехоплювача або навіть руйнування його конструкції. У зв’язку з цим найбільш доцільним є рішення використовувати стартові прискорювачі, в основі яких закладена робота імпульсних пневматичних або газових систем, що потенційно дозволить збільшити початкову швидкість та загальний час польоту шляхом економії бортової енергії на етапі старту, а також скоротити час виходу БпЛА-перехоплювачів мультироторного типу у зону перехоплення цілі.

Варто зазначити, що перспективним напрямом застосування стартових прискорювачів для БпЛА-перехоплювачів мультироторного типу є їх інтеграція з наземними автоматизованими пусковими установками, до складу яких можуть одночасно входити декілька перехоплювачів, засоби виявлення та наведення, а також власне стартові прискорювачі, що забезпечують швидкий запуск у заданому напрямку. Таким чином, об’єднання таких систем дозволяє створювати автономні або напівавтономні комплекси, що здатні ефективно діяти у складі багаторівневої системи протиповітряної оборони.

Рудніченко С.В.
Вовчанівська Н.М.
Дегтярьов А.В.
ДНДІ ВС ОВТ

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ

Завдання контролю технічного стану (далі – ТС) безпілотних авіаційних комплексів мультикоптерного типу (далі – БпАК МкТ) з позиції експлуатації полягає у визначенні поточного стану комплексу та прийнятті управлінських рішень щодо подальшої його експлуатації. Реалізація зазначеного завдання здійснюється через систему контролю ТС БпАК МкТ, основним видом якого під час їх застосування за функціональним призначенням є перевірка. Вона проводиться з метою отримання достовірної інформації про фактичний стан комплексу та його складових і дозволяє визначити обсяг робіт технічного обслуговування для підтримання БпАК МкТ у працездатному стані. При цьому своєчасне отримання такої інформації є критично важливим не лише для забезпечення працездатності систем комплексів у цілому, але й для дотримання вимог безпеки та підвищення ефективності використання БпАК МкТ.

Водночас значний обсяг контрольних операцій у структурі технічного обслуговування зумовлює необхідність підвищення їх ефективності. З огляду на те, що частка операцій контролю ТС БпАК МкТ становить близько третини загального об’єму операцій технічного обслуговування і ремонту, актуальним є завдання вдосконалення методів і засобів контролю.

У зв’язку з цим виникає потреба у формалізованому оцінювані ефективності застосування методів і засобів контролю ТС БпАК МкТ. У загальному випадку під ефективністю розуміють ступінь їх відповідності поставленим завданням контролю. Оптимізація засобів контролю ТС неможлива без чіткого формулювання задачі контролю та мети оптимізації, що безпосередньо пов’язано з вибором критеріїв ефективності та методів їх оцінювання. При цьому ефективність має комплексний характер і визначається декількома взаємопов’язаними складовими. Перша складова характеризує функціональні можливості методів і засобів контролю, зокрема їх логічну досконаліть, точність, швидкодію та відповідність поставленим завданням. Друга складова визначається поточним ТС об’єкта контролю і залежить від повноти, достовірності та якості інформації, що безпосередньо впливає на обґрунтованість прийняття рішень у процесі експлуатації.

З урахуванням зазначених особливостей постає задача формування обґрунтованої системи критеріїв ефективності, яка повинна відповідати ряду принципів. Повнота передбачає охоплення всіх суттєвих аспектів якості процесу контролю, вимірюваність – можливість їх кількісного визначення, незалежність – відсутність дублювання критеріїв, а операційність – їх зв’язок із параметрами та процедурами контролю ТС БпАК МкТ.

Отже, аналіз завдань контролю ТС БпАК МкТ та особливостей його реалізації свідчить про необхідність кількісного оцінювання ефективності застосування засобів і методів контролю. З урахуванням визначених принципів доцільно використовувати систему критеріїв, що забезпечує комплексну оцінку їх функціональних можливостей і якості отриманої інформації. Така система включає: достовірність, інформативність, оперативність та коефіцієнт технічної готовності засобів контролю ТС БпАК МкТ.

Рудніченко С.В.
Сівак В.А., д-р техн. наук, професор
ДНДІ ВС ОВТ

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ

Стрімке зростання номенклатури та масштабів застосування безпілотних авіаційних комплексів мультикоптерного типу (далі – БпАК МкТ) в інтересах Сухопутних військ Збройних Сил України зумовлює виникнення принципово нових викликів для інженерного складу підрозділів, оснащених такими комплексами. Основним із них є забезпечення високого рівня технічної готовності комплексів в умовах їх інтенсивної експлуатації, впливу агресивних факторів зовнішнього середовища та жорстких обмежень часу на проведення технічного обслуговування і контролю технічного стану (далі – ТС).

На відміну від пілотованих літальних апаратів, БпАК МкТ характеризуються принципово іншою архітектурою забезпечення працездатності та відмовостійкості. Відмови окремих елементів, таких як двигуни, засобів зв'язку або деградація акумуляторних батарей безпілотного літального апарата (далі – БпЛА), зазвичай супроводжується відхиленням ключових параметрів функціонування від нормальних значень. Це потребує своєчасного реагування для збереження керованості БпЛА та забезпечення можливості продовження або безпечного завершення польоту.

Разом із тим розвиток відмов може призводити до виникнення особливих випадків у польоті, за яких навіть втручання зовнішнього пілота (оператора) не гарантує переведення літального апарата у безпечний стан. Це зумовлює підвищені вимоги до своєчасного виявлення відхилень і прогнозування розвитку несправностей.

Наявність широкого спектра можливих особливих випадків у польоті БпЛА, а також необхідність забезпечення їх переходу до аварійно-безпечних наслідків, формують підвищені вимоги до системи контролю ТС БпАК МкТ. Такі системи повинні забезпечувати комплексний контроль параметрів, оперативне виявлення передвідмовних і відмовних станів у реальному часі, а також високу достовірність отриманої інформації.

Водночас підвищення вимог до системи контролю зумовлює необхідність кількісного оцінювання ступеня їх відповідності зазначеним критеріям ефективності. Без наявності формалізованої системи критеріїв неможливо об'єктивно визначити ефективність застосування методів і засобів контролю ТС БпАК МкТ, а також здійснювати їх порівняння та обґрунтований вибір.

У зв'язку з цим, на сьогодні відсутність цілісної, науково обґрунтованої системи критеріїв оцінювання ефективності застосування методів і засобів контролю ТС БпАК МкТ, яка б комплексно врахувала специфіку їх експлуатації, ресурсні обмеження та вимоги до своєчасного виявлення відхилень параметрів, є суттєво науково-прикладною проблемою.

Отже, існує об'єктивна потреба у виборі та науковому обґрунтуваннні системи критеріїв, яка забезпечить кількісне оцінювання ефективності застосування методів і засобів контролю ТС БпАК МкТ з урахуванням умов їх експлуатації, ресурсної обмеженості та вимог до своєчасного виявлення відхилень параметрів.

Рудько С.О., канд. іст. наук, доцент
НАСВ

БЕЗПІЛОТНІ СИСТЕМИ У ТАКТИЧНІЙ РОЗВІДЦІ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК: ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У 2022–2025 РОКАХ

Повномасштабна російсько-Українська війна істотно змінила зміст тактичної розвідки Сухопутних військ. Безпілотні системи перетворилися з допоміжного засобу спостереження на один із ключових елементів розвідувально-ударної взаємодії, який забезпечує виявлення противника, передачу координат, коригування вогню та оцінку результатів ураження. У сучасних умовах їхня роль визначається передусім здатністю скорочувати час між виявленням цілі та її ураженням, що безпосередньо впливає на результативність бойових дій на тактичному рівні.

У 2022 році застосування безпілотних систем мало переважно імпровізований характер. Основу становили комерційні платформи, які використовувалися для розвідки ближньої зони, виявлення позицій противника та коригування артилерійського вогню. Вони дали змогу частково компенсувати нестачу штатних розвідувальних засобів і підвищити тактичну обізнаність підрозділів. Разом із тим відсутність стандартизованих процедур, нерівномірна підготовка операторів і залежність від волонтерських та комерційних поставок зумовлювали фрагментарність застосування і значні втрати платформ.

У 2023 році, зі зростанням насиченості поля бою безпілотними системами з обох сторін, різко зросла роль радіоелектронної боротьби та контр-БпЛА. Це обмежило тривалість польотів, ускладнило управління безпілотниками і змусило підрозділи адаптувати тактику їх використання. Розвідка дедалі частіше здійснювалася в умовах інтенсивного радіоелектронного придушення, що висунуло на перший план не лише технічні характеристики платформ, а й гнучкість організації роботи, швидкість передачі даних і здатність підтримувати стійкість розвідувального контуру в умовах протидії.

У 2024–2025 роках відбулося масштабування та поступова формалізація практик застосування безпілотних систем. Вони дедалі більше інтегрувалися у штатну діяльність підрозділів, бойове планування, систему підготовки особового складу та процеси управління вогнем. Одночасно зростав інтерес до часткової автоматизації окремих функцій, насамперед у сферах виявлення, супроводу цілей та обробки розвідувальної інформації. При цьому бойовий досвід показав, що навіть за наявності нових технологічних рішень вирішальне значення зберігають організаційна спроможність підрозділів, якість взаємодії між операторами, командирами і вогневими засобами, а також здатність швидко адаптуватися до змін у діях противника.

Отже, у 2022–2025 роках безпілотні системи стали одним із головних чинників трансформації тактичної розвідки Сухопутних військ. Їх застосування забезпечило прискорення розвідувально-ударної взаємодії, підвищило точність цілевказання та розширило можливості контролю результатів ураження. Водночас ефективність безпілотних систем у сучасному бою залежить не лише від самих платформ, а від здатності підрозділів підтримувати безперервність розвідки, стійкість управління та швидке замикання циклу “виявлення–цілевказання–ураження” в умовах постійної радіоелектронної та протидронової протидії.

Рябенький Д.Р.
НАДПСУ ім. Богдана Хмельницького

БЕЗПІЛОТНІ АВІАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ

Сучасні збройні конфлікти характеризуються стрімким впровадженням безпілотних авіаційних систем (БАС) та інших автономних платформ, що кардинально змінює характер ведення бойових дій. Досвід останніх конфліктів, зокрема війни на території України, демонструє, що безпілотні літальні апарати (БпЛА) перетворилися з допоміжного інструменту розвідки на самостійний і вирішальний засіб ураження.

Розвиток БпЛА пройшов кілька якісних стрибків. Від перших розвідувальних дронів часів В'єтнамської та Афганської воєн до сучасних ударних систем типу Bayraktar TB2, Shahed-136 чи FPV-дронів першої особи. Сьогодні безпілотні платформи виконують широкий спектр завдань: стратегічна та тактична розвідка, коригування артилерійського вогню, ударні місії проти бронетехніки й особового складу, радіоелектронна боротьба, ретрансляція зв'язку, а також логістичне забезпечення підрозділів у зоні вогневого контакту.

Особливого значення набули так звані “дрони-камікадзе” - одноразові ударні БпЛА, здатні вражати цілі з високою точністю при відносно низькій вартості. Масове застосування подібних систем дозволяє насичувати простір загрозами, що перевантажує засоби протиповітряної оборони (ППО) противника. Зокрема, досвід українсько-російської війни засвідчив ефективність скоординованих роїв дронів, здатних одночасно атакувати кілька об'єктів критичної інфраструктури. Це породжує нову проблему асиметрії витрат: перехоплення дешевого дрона дорогою зенітною ракетою є економічно невигідним і стратегічно контрпродуктивним.

Безпілотні технології суттєво вплинули на характер розвідки та спостереження. Сучасні БпЛА оснащені оптоелектронними та інфрачервоними сенсорами, радарами синтезованої апертури і засобами радіоелектронної розвідки, що забезпечує постійний моніторинг поля бою в режимі реального часу. Ця здатність до стійкого спостереження (persistent surveillance) не лише підвищує ситуаційну обізнаність командирів, але й скорочує “петлю Бойда” - цикл прийняття рішень від виявлення цілі до її ураження. Тактика “знайди-зафіксуй-ідентифікуй-вражай” стає реалізованою навіть на рівні взводу чи роти.

Поширення БпЛА потребує перегляду концепцій захисту. Протидія безпілотним загрозам (контр-БАС) перетворилася на окремий напрям воєнного мистецтва. Сучасні системи контр-БАС включають кінетичні перехоплювачі, лазерні установки, засоби радіоелектронного пригнічення, а також мережі виявлення з елементами штучного інтелекту (ШІ). Проте жоден окремий метод не є універсальним, що вимагає розробки ешелонованої та багатоспектральної системи захисту.

Окремого розгляду заслуговує інтеграція ШІ в управління БпЛА. Алгоритми машинного навчання застосовуються для автоматичного розпізнавання цілей, прокладення маршрутів в умовах радіоелектронного придушення, а також для координації роїв дронів без участі оператора. Водночас автономне ураження цілей піднімає гострі питання міжнародного гуманітарного права та етики: хто несе відповідальність за дії машини, що самостійно приймає рішення про застосування летальної сили? Ці питання поки не мають однозначних відповідей і є предметом активної дискусії у міжнародному співтоваристві.

Таким чином, безпілотні технології стали визначальним елементом сучасної війни. Їх вплив охоплює всі рівні - від індивідуального солдата до стратегічного командування. БпЛА демократизують деякі можливості ведення бойових дій, роблячи їх доступними для недержавних акторів і держав з обмеженими ресурсами. Водночас вони ставлять нові вимоги до доктрини, підготовки особового складу, розвитку озброєнь і правового регулювання. Подальший прогрес у сферах ШІ, матеріалознавства та зв'язку неминуче посилить роль безпілотних систем, що зумовлює необхідність їх комплексного дослідження та системного впровадження у структуру збройних сил.

Салій Д.В.
Бедрій Н.А.
ЖВІ імені С.П. Корольова

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ FPV-БпЛА НА ОПТОВОЛОКНІ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Досвід російсько-Української війни засвідчив стрімке зростання ролі безпілотних авіаційних систем у вогневому ураженні, розвідці та підтримці дій підрозділів на тактичному рівні. Одним із найбільш помітних напрямів розвитку стало застосування мультикоптерних FPV-БпЛА з оптоволоконним каналом керування. На відміну від класичних FPV-платформ, такі засоби не використовують радіоканал для передачі команд і відеосигналу, що істотно знижує їх уразливість до дії засобів радіоелектронної боротьби. У сучасних умовах саме стійкість каналу зв’язку часто визначає можливість доведення дрона до цілі, тому узагальнення досвіду застосування FPV-БпЛА на оптоволокні та вироблення практичних рекомендацій щодо їх використання є актуальним завданням.

Перевагами таких апаратів є стабільність управління, якісне зображення в польоті, можливість прихованого виходу на ціль на малих висотах уздовж складок місцевості, вулиць, лісосмуг і споруд. Завдяки безперервному відеоконтролю оператор може точніше коригувати траєкторію польоту та уражати вразливі елементи техніки або укриття противника. Водночас застосування оптоволокна накладає і суттєві обмеження. Із збільшенням довжини кабелю зростає маса котушки, що вимагає ретельного добору рами, силової установки та акумуляторної батареї. Під час польоту зберігається ризик механічного пошкодження або заплутування волокна в рослинності, уламках конструкцій, вузьких проходах чи на ділянках із різкою зміною напрямку руху. Отже, результативність таких БпЛА визначається не лише технічними характеристиками, а й якістю планування маршруту, правильним вибором стартової позиції та рівнем підготовки екіпажу.

Аналіз бойового досвіду дає підстави рекомендувати застосування FPV-БпЛА на оптоволокні насамперед для ураження важливих точкових цілей на передньому краї, у смузі безпосереднього зіткнення, у населених пунктах і районах, де звичайні FPV-платформи втрачають ефективність через дію ворожого РЕБ. Перед виконанням завдання доцільно проводити детальну розвідку маршруту польоту, виявляти потенційні перешкоди для розмотування кабелю, оцінювати наявність джерел відкритого вогню, завалів, дерев та інших факторів, що можуть спричинити обрив волокна. Стартову позицію слід обирати з урахуванням прихованості, зручності розгортання та можливості швидкого згортання після

пуску. Підготовка операторів має включати відпрацювання польоту без різких маневрів, дій у разі часткового пошкодження кабелю та аналізу результатів кожного бойового застосування для уточнення тактичних прийомів.

Таким чином, FPV-БпЛА на оптоволокні доцільно розглядати як спеціалізований засіб підвищення стійкості підрозділів до радіоелектронної протидії противника. Їх основними перевагами є захищений канал керування, стабільність передачі відеосигналу та висока точність ураження. Разом із тим результативність їх застосування безпосередньо залежить від правильного вибору умов використання, злагодженої взаємодії з підрозділами розвідки та вогневого ураження, а також належного рівня підготовки екіпажів.

Салогор В.В.
Шабанов Д.М.
Пятова Ю.О.
ННВП

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

В умовах сучасних збройних конфліктів відбувається суттєва трансформація підходів до ведення бойових дій, що обумовлено стрімким розвитком високих технологій. Одним із визначальних чинників цієї трансформації стало широкомасштабне впровадження безпілотних систем різного призначення. В ході ведення бойових дій та з урахуванням досвіду застосування Збройних Сил України, безпілотні системи набули визначального значення для успішного виконання бойових завдань.

Сьогодні ці системи стали не допоміжними засобами, а одним з ключових факторів виживання і переваги на полі бою. Вони визначають темп бою, зменшують втрати особового складу. На відміну від традиційних засобів ведення війни, безпілотні системи забезпечують виконання широкого спектра завдань без безпосередньої участі особового складу в зоні підвищеного ризику. Це зумовлює не лише зниження втрат, але й підвищення загальної ефективності бойових операцій забезпечуючи розвідку, коригування вогню, ураження цілей і логістичну підтримку там, де ризик для людини є максимальним.

Окремо слід наголосити на критичній важливості оперативності постачання безпілотних систем у війська. Затримки між формуванням потреби та фактичним отриманням техніки можуть суттєво знижувати ефективність бойових підрозділів та призводити до втрати ініціативи. Водночас пріоритет має надаватися не лише кількісному нарощуванню, а й забезпеченню функціонально завершених, готових до бойового застосування рішень, які мають відповідне технічне супроводження та передбачувані результати використання.

Доведено, що технологічна перевага у сучасних умовах досягається виключно за рахунок комплексного підходу до створення та впровадження безпілотних систем. Такий підхід передбачає поєднання високоякісної компонентної бази, сучасних програмних рішень, ефективних систем управління та належної підготовки персоналу. Важливою складовою є також інтеграція безпілотних платформ у єдині інформаційно-керуючі контури, що забезпечує синхронізацію дій різних підрозділів та підвищує загальну ефективність бойових операцій.

Перспективи розвитку безпілотних систем визначаються алгоритмом взаємопов'язаних напрямів, серед яких ключовими є підвищення рівня автономності, розвиток штучного інтелекту, забезпечення стійкості до радіоелектронного впливу, а також створення масових і економічно ефективних рішень. Значний потенціал має розвиток модульних архітектур, які дозволяють оперативно адаптувати системи до нових завдань без необхідності їх повної заміни.

Крім того, важливим напрямом є розширення функціональних можливостей безпілотних систем, зокрема за рахунок інтеграції розвідувальних, ударних та логістичних функцій в єдині платформи або взаємопов'язані комплекси. Такий підхід дозволяє створювати багатофункціональні системи, здатні ефективно діяти в умовах динамічного бойового середовища.

Подальший розвиток безпілотних систем є одним із ключових пріоритетів забезпечення обороноздатності держави. Їх впровадження та ефективне застосування потребує системного підходу, що охоплює науково-дослідну діяльність, виробництво, логістику, підготовку кадрів та нормативно-правове забезпечення.

Сапон В.І.
Харченко О.Л.
Кібальник В.М.
ДНДІ ВС ОВТ

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Технологічний прогрес у сфері цифровізації та автоматизації управління є фундаментом для створення автономних наземних роботизованих комплексів (далі – НРК), роль яких у сучасних військових операціях невпинно зростає.

НРК визначається як автоматизована технічна одиниця на колісній або гусеничній базі, конструкція якої передбачає виконання бойових завдань без перебування особового складу безпосередньо в машині. У військовій сфері НРК застосовуються при небезпечних, складних умовах для виконання логістичних місій (доставка вантажів, евакуація поранених тощо), розвідки, мінування, розмінування та ведення бойових дій.

Оснащення НРК системами штучного інтелекту (ШІ, artificial intelligence, AI) забезпечило зростання рівня автономності комплексів, що дозволяє їм самостійно адаптуватися до змінної обстановки на полі бою, виконувати бойові завдання застосовуючи новітні алгоритми та технології.

До складу систем, які базуються на використанні ШІ та використовуються НРК, можливо віднести наступні:

- автономна навігація та рух ШІ – дозволяють самостійно орієнтуватися у складній та мінливій місцевості, уникати перешкод, вибирати оптимальні маршрути руху та адаптуватися до нестандартних ситуацій без постійного втручання оператора;

- обробка та аналіз даних у реальному часі – роботизовані платформи здатні швидко обробляти інформацію, яка надходить із сенсорів (камери, лідари, тепловізори тощо), розпізнавати об'єкти, людей, загрози;

- розпізнавання образів та класифікація об'єктів – за допомогою методів машинного навчання та комп'ютерного зору ШІ розпізнає типи об'єктів (вибухові пристрої, транспорт, людей тощо), що значно підвищує точність та безпеку операцій, таких як мінування/розмінування або розвідка;

- прийняття рішень та планування дій ШІ – може самостійно вибирати послідовність дій для виконання завдань та миттєво реагувати на виклики аварійного характеру;

- навчання та адаптація – сучасні НРК із ШІ здатні навчатися на основі накопиченого досвіду та коригувати свої дії для підвищення ефективності та стійкості у різних умовах;

- зниження навантаження на оператора – завдяки ШІ зменшується необхідність здійснення постійного контролю виконання функцій управління;

- комунікація та координація у складі груп роботів ШІ забезпечують взаємодію декількох роботів між собою, дозволяючи їм працювати злагоджено.

Застосування ШІ значно розширює функціональні можливості НРК, підвищуючи їх автономність, ефективність та безпеку під час ведення бойових дій (військових операцій) та в інших складних умовах. Отже, військовий ШІ – це напрям розвитку військових технологій, який передбачає застосування роботів з ШІ для підвищення бойової ефективності, автоматизації процесів ухвалення рішень та управління, а також спрямований на збереження життя особового складу – це зміна парадигми сучасного ведення війни, що вимагає комплексного підходу до технологій, тактики та відповідної етики.

Світенко М.І., канд. техн. наук
Семироз А.О.
Костріков О.Л.
ДНДІ ВС ОВТ

ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРИЙМАЧІВ ГНСС У СФЕРІ ОБОРОНИ

За останні два десятиріччя приймачі сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (далі – приймачі ГНСС) глибоко увійшли у наше повсякденне життя. Різноманітні приймачі ГНСС застосовуються у геодезії, землеустрої, будівництві, навігації, відстеженні місцеположення різних об'єктів. Окремо можна виділити їх застосування у сфері оборони: в артилерії, БпЛА, наземних роботизованих комплексах, при застосуванні РЛС різних типів, проведенні випробувань озброєння та військової техніки тощо. Враховуючи динаміку сучасного “протистояння” засобів (комплексів), які використовують приймачі ГНСС та засобів РЕБ, питання визначення їх дійсних метрологічних характеристик, зокрема в умовах протидії засобів РЕБ противника, є актуальним.

Згідно Закону “Про метрологію та метрологічну діяльність”, засоби вимірювальної техніки (далі – ЗВТ) – “засоби вимірювань, вимірювальні системи, матеріальні міри, стандартні зразки та будь-які частини засобів вимірювань або вимірювальних систем, якщо ці частини можуть бути об'єктом спеціальних вимог та окремого оцінювання відповідності”. Приймачі ГНСС мають нормовані метрологічні характеристики, тому цілком підпадають під це визначення і як любий ЗВТ повинен бути метрологічно підтверджений.

Метрологічні роботи для приймачів ГНСС, зважаючи на специфіку метрологічного підтвердження, виконуються на спеціалізованих полігонах. Існуючі на сьогодні в Україні

лінійні полігони призначені для перевірки геодезичних приладів у статиці. Водночас існує потреба для проведення метрологічних робіт з приймачами ГНСС як у статиці, так і у динаміці. При цьому часто це стосується того самого типу приймачів. Тому формування вимог до універсального полігону з оцінки метрологічних характеристик приймачів ГНСС є важливим завданням.

З огляду на вищенаведене, можна сформулювати наступні вимоги для тестового полігона:

кількість базових ліній не менш ніж 5;

траєкторія руху ровера при роботі у динамічному режимі повинна проходити по пунктах із заздалегідь визначеними координатами;

траєкторія руху ровера повинна бути замкнутою фігурою, це дозволить виявити та врахувати систематичні похибки, що накопичуються;

при проходженні поворотів підчас руху ровера, прискорення приймача не повинно перевищувати 4 g;

з метою оптимізації часу проведення метрологічних робіт полігон має складатися з кількох замкнених контурів, щоб залежно від швидкості руху ровера обирати оптимальний час проходження маршруту;

при прокладанні траєкторії руху слід передбачити ділянки з наявністю природніх та штучних перешкод проходження сигналів від супутників.

Створення універсального спеціалізованого полігону для проведення метрологічних робіт для приймачів ГНСС дозволить підвищити ефективність їх застосування та зменшить час на метрологічне підтвердження.

Семенюк В.В.
Нагачевський В.Й., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ЕВАКУАЦІЇ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

В умовах сучасних збройних конфліктів наземні роботизовані комплекси (НРК) набувають дедалі ширшого застосування під час виконання розвідувальних, інженерних і логістичних завдань. Водночас зростає частка випадків їх пошкодження або втрати функціональної спроможності внаслідок вогневого ураження, складних інженерно-географічних умов місцевості та впливу засобів радіоелектронної боротьби. Традиційні підходи до евакуації НРК передбачають залучення особового складу, що супроводжується підвищеним рівнем ризику та обмеженою оперативністю реагування. Це зумовлює необхідність наукового обґрунтування напрямів автоматизації процесів їх евакуації.

Евакуація НРК розглядається як комплекс взаємопов’язаних процесів, що включає виявлення пошкодженого зразка, діагностування його технічного стану, вибір раціонального способу евакуації та транспортування у визначений безпечний район. Основними обмежувальними чинниками є складна прохідність місцевості, висока ймовірність повторного ураження, дефіцит часу та обмеженість ресурсів. За таких умов перспективним є впровадження автоматизованих і автономних технологічних рішень.

До ключових напрямів автоматизації належать: застосування спеціалізованих роботизованих евакуаційних платформ; реалізація взаємодії за принципом «робот–робота»; впровадження систем автономної навігації, здатних функціонувати в умовах деградації або відсутності сигналів глобальних навігаційних супутникових систем; інтеграція засобів технічного зору та алгоритмів штучного інтелекту для ідентифікації об’єктів, оцінювання їх стану та оптимізації маршрутів евакуації. Окремої уваги потребує забезпечення стійкості таких систем до впливу засобів радіоелектронної боротьби.

Реалізація зазначених підходів забезпечує зниження залежності від участі особового складу, підвищення рівня автономності підрозділів, скорочення часу реагування на нештатні ситуації та зростання загальної ефективності застосування НРК. Важливим аспектом є інтеграція засобів автоматизованої евакуації до складу рухомих комплектів інженерного забезпечення, що створює передумови для їх оперативного використання в польових умовах.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання запропонованих підходів під час формування складу рухомих комплектів інженерного забезпечення, розроблення тактико-технічних вимог до роботизованих евакуаційних засобів, а також у процесі планування та організації евакуаційних заходів у підрозділах. Їх реалізація сприятиме підвищенню живучості НРК, скороченню тривалості їх відновлення та мінімізації ризиків для особового складу.

Таким чином, автоматизація процесів евакуації наземних роботизованих комплексів є науково обґрунтованим і практично доцільним напрямом розвитку інженерного забезпечення військ, що забезпечує підвищення ефективності їх застосування в умовах сучасних бойових дій.

Сеник Ю.А., канд. техн. наук
Салапак В.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НЛТУ України
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

РОЛЬ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «КОМП’ЮТЕРНА ЛОГІКА» У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНЦІЙ ПРОЄКТУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДУЛІВ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сучасний етап розвитку озброєння та військової техніки характеризується стрімкою інтелектуалізацією безпілотних комплексів, що потребує якісно нового підходу до підготовки фахівців зі спеціальності комп’ютерна інженерія. Актуальність обраної теми зумовлена необхідністю створення високоефективних обчислювальних модулів, здатних обробляти великі масиви даних та прогнозувати стан складних динамічних систем у режимі реального часу. Фундаментальною базою для проєктування таких рішень виступає навчальний курс «Комп’ютерна логіка», який закладає основу розуміння архітектурних принципів побудови цифрових систем.

Опанування методів синтезу та мінімізації логічних функцій дозволяє майбутнім інженерам оптимізувати апаратну реалізацію нейронних мереж безпосередньо на рівні кристала або програмованих логічних інтегральних схем. Це критично важливо для безпілотних платформ, де

існують жорсткі обмеження щодо маси, габаритів та енергоспоживання бортових обчислювачів. Розуміння принципів функціонування комбінаційних схем та цифрових автоматів забезпечує можливість переходу від програмного моделювання інтелектуальних алгоритмів до їх ефективного апаратного втілення.

Особливе місце у структурі професійних компетенцій посідає здатність інтегрувати нейромережеві моделі у системи обробки часових рядів. Безпілотні комплекси постійно генерують потоки телеметричної інформації, які потребують миттєвого аналізу для коригування траєкторії або ідентифікації потенційних загроз. Застосування апарата комп'ютерної логіки при розробці нейронних мереж дозволяє створювати спеціалізовані акселератори для прискорення матричних обчислень та операцій з плаваючою комою, що суттєво підвищує автономність військової техніки.

Процес підготовки фахівців має бути спрямований на формування цілісного сприйняття обчислювального процесу, де класична логічна обробка сигналів поєднується з ймовірнісним висновком штучного інтелекту. Аналіз даних, що надходять від сенсорів безпілотного апарата, стає більш точним за умови використання оптимізованих логічних структур, які мінімізують затримки при передачі інформації між модулями. Таким чином знання основ логічного проєктування трансформуються у прикладний інструмент створення надійних засобів автоматизації у військовій сфері.

Висновком даного дослідження є твердження про нерозривний зв'язок між базовою логічною підготовкою та здатністю до проєктування складних інтелектуальних систем. Навчальний курс «Комп'ютерна логіка» виступає тим необхідним елементом, який дозволяє перетворити теоретичні моделі нейронних мереж на реальні технічні рішення для безпілотних комплексів. Перспективи розвитку даного напряму полягають у подальшому вдосконаленні навчальних планів шляхом впровадження методів автоматизованого проєктування нейроморфних процесорів та спеціалізованих логічних контролерів. Подальші наукові пошуки повинні зосереджуватися на адаптації алгоритмів глибокого навчання до специфіки апаратної бази сучасних безпілотних систем, що забезпечить технологічну перевагу в умовах сучасного ведення бою.

Сенькович А.М.
Богачов С.О.
Саутін О.О
ДНДІ ВС ОВТ

ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНОГО УДАРНОГО БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ТРИВАЛОГО ПЕРЕБУВАННЯ У РЕЖИМІ ОЧІКУВАННЯ

Сучасний формат ведення бойових дій вимагає переходу від класичного застосування FPV-дронів до інтелектуальних систем ведення бойових дій. Сьогодні основним викликом стає не просто здатність завдати удару, а тримання під вогневим контролем визначеного сектора бойового зіткнення. Традиційні ударні мультикоптерні системи наразі обмежені у часі залежністю від елементів живлення, що змушує оператора діяти в умовах дефіциту часу та високого ризику виявлення.

Основна інженерна та концептуальна проблема полягає у автономності (забезпечення тривалого перебування БпАК в районі очікування); інтелектуальної незалежності, а саме перехід до повної автоматизації, тобто умов за яких БпЛА здатний самостійно ідентифікувати ціль у режимі радіотиші, та тактичної невидимості, у стані якої система здатна автономно впродовж тривалого часу знаходитись у визначеному районі, залишаючись при цьому невидимою для засобів РЕР противника, щоб у потрібний момент перейти до активного вогневого ураження з метою нейтралізації цілі. Реалізація такого комплексу потребує переходу від моделі дистанційного керування до моделі інтелектуальної безпілотної системи.

Для роботи у зоні дії понад 25 км доцільно використовувати комбіновану систему, що складається з БпЛА, який доставляє групу малогабаритних ударних БпЛА мультикоптерного типу, оснащених модулем ШІ та бойовою частиною для виконання завдання у район очікування, заощаджуючи 80% заряду їхніх акумуляторів.

Для гарантування безпечної посадки на пересіченій місцевісті та нерівні поверхні, такі як дахи будівель або нерівний ґрунт, БпЛА має бути оснащений адаптивним шасі з амортизаторами для запобігання перекидання, а також надійною системою захисту двигунів, що забезпечує старт пропелерів навіть після тривалого простою, нівелюючі ризики заклинювання через пил або обледеніння.

Для оптимізації енергоспоживання БпЛА переходить у режим глибокого сну, за якого більшість бортових систем, включаючи польотний контролер, відеопередавач та GPS, повністю вимикаються, залишаючи активними лише малопотужний таймер або сенсор пробудження. Для виявлення цілей використовуються енергоефективні пасивні методи: акустичні датчики (мікрофони), що реагують на звук двигунів бронетехніки, сейсмічні датчики, які фіксують вібрацію ґрунту від руху важкої техніки, сенсори спрацьовують на тепловий силует, та магнітометри, здатні виявити зміну магнітного поля при наближенні великої металевої маси. У момент фіксації активності сенсорами система подає живлення на основний обчислювальний модуль для активації системи, після чого вмикається камера для верифікації об'єкта за допомогою алгоритмів ШІ. Якщо штучний інтелект розпізнає ціль, БпЛА автоматично злітає та переходить у режим атаки, здійснюючи наведення на об'єкт навіть за умови повної відсутності зв'язку з оператором.

Реалізація концепції автономних систем - це перехід від традиційних ударних БпЛА до засобів ведення війни нового покоління. Створення мережі таких автономних бойових одиниць змінює тактику бою: від активного пошуку противника до створення «зони гарантованого ураження», де технологічне домінування забезпечується скритністю, витривалістю та повною незалежністю від оператора.

Середюк А.О.
Клюшніков І. М., д-р техн. наук, ст. наук. співробітник
НАКУ “ХАІ”

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ТА АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ МУЛЬТИАГЕНТНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Виконання критичних завдань у складних умовах зумовлює використання гетерогенних роботизованих систем на основі безпілотних літальних апаратів та наземних роботизованих комплексів. Зростання масштабу таких систем формує потребу в надійних методах

координації їх дій, що робить актуальним завдання порівняльного аналізу та вибору оптимальних архітектурних підходів до реалізації таких систем. Метою дослідження є оцінка впливу локальних, хмарних та гібридних архітектурних рішень на загальну гарантоздатність і надійність виконання місій роботизованими групами.

Базові підходи до управління подібними системами можна розділити на децентралізовані локальні мережі та хмарні рішення. У локальній архітектурі агенти функціонують максимально автономно, покладаючись на бортові обчислювачі. Це гарантує незалежність від зовнішньої інфраструктури, проте суттєво обмежує можливості системи через нестачу обчислювальних ресурсів для виконання складних завдань. З іншого боку, перенесення координації та інтенсивних обчислень до хмарних сервісів підвищує масштабованість, але загальна надійність такої системи стає критично залежною від стабільності каналів зв'язку, а класичні реалізації страждають від ризику виникнення єдиної точки відмови.

Проведене ймовірнісне моделювання на основі блок-схем надійності показало, що найбільш збалансованим рішенням є гібридна архітектура. Вона поєднує локальну автономність агентів із розширеними можливостями хмарної координації. Для підвищення відмовостійкості хмарного сегмента використовується модель віртуальних акторів. У такій системі для кожного агента створюється цифровий двійник на базі віртуального актора, що інкапсулює стан та асинхронно обробляє події. Використання віртуальних акторів забезпечує пряму комунікацію між цифровими двійниками на рівні хмарної інфраструктури без необхідності постійного передавання телеметрії на локальні вузли. Крім того, у разі збою інфраструктури архітектура віртуальних акторів забезпечує автоматичне відновлення стану цифрового двійника на резервному вузлі, а локальна буферизація даних на стороні самого агента гарантує стабільність координації за умов обривів зв'язку.

У підсумку можна зазначити, що гібридні архітектури, які використовують концепцію цифрових двійників на базі віртуальних акторів, демонструють оптимальний компроміс між стійкістю та масштабованістю для управління мультиагентними системами.

Середюк Б.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

У доповіді розглянуто роль систем штучного інтелекту (ШІ) у трансформації безпілотних систем (БПС), зокрема їх вплив на автономність, ефективність та масштабованість. Наведено сучасні технологічні тенденції, ринкові показники та ключових виробників. На сучасному етапі розвитку безпілотних систем відбувається перехід від дистанційно керованих платформ до інтелектуальних автономних агентів. ШІ стає базовим компонентом БПС, забезпечуючи розпізнавання об’єктів, автономну навігацію та прийняття рішень у реальному часі. Згідно з аналітичними оцінками, глобальний ринок ШІ в безпілотних системах у 2024 році становив приблизно 12–16 млрд дол. США та може зрости до 50+ млрд дол. до 2032–2033 років, демонструючи середньорічний темп зростання 17–19%. За окремими прогнозами, при інтенсивному впровадженні автономних технологій цей показник може перевищити 200 млрд дол. Кількість безпілотних апаратів також зростає: очікується збільшення світового парку UAV з близько 600 тис. одиниць у 2025 році до понад 850 тис. у 2030 році.

Основні тренди застосування ШІ в БПС є: комп'ютерний зір – автоматичне виявлення та класифікація цілей; автономна навігація – робота в умовах відсутності GPS та впливу РЕБ; загальна координація груп дронів із розподілом функцій; Edge AI – обробка даних безпосередньо на борту апарата в режимі реального часу, а також прогнозування та оптимізація маршрутів. Серед провідних компаній, що визначають розвиток ШІ в безпілотних системах, можна виділити: DJI – лідер комерційного сегменту з інтеграцією AI-алгоритмів; AeroVironment – військові рішення та баражуючі боєприпаси; Skydio – автономні дрони з просунутим computer vision; Parrot – європейські безпілотні системи з відкритими AI-платформами; Lockheed Martin, Northrop Grumman, Boeing – стратегічні військові розробки; Auterion – програмні рішення та AI-навігація для дронів.

Інтеграція штучного інтелекту змінює архітектуру керування у трьох ключових напрямах: перехід до onboard intelligence (Edge AI) – обробка даних безпосередньо на борту (зменшення залежності від оператора); стійкість до РЕБ і втрати зв'язку – автономні системи здатні виконувати місію навіть при повній втраті каналу управління; мережеве керування (swarm control) – один оператор або система координує десятки/сотні дронів. Практичні кейси демонструють, що застосування ШІ дозволяє значно підвищити ефективність: зокрема, у бойових умовах системи з елементами комп'ютерного зору забезпечують ураження цілей навіть при втраті зв'язку з оператором, що раніше було неможливим. Проблеми та обмеження - попри стрімкий розвиток, існують критичні виклики: залежність від обчислювальних ресурсів і енергоспоживання; кібербезпека та ризики перехоплення управління; етичні аспекти автономного застосування зброї; обмеження нормативно-правового регулювання.

Висновки: ШІ перетворює безпілотні системи з допоміжного інструменту на ключовий елемент сучасних технологічних і військових систем. Системи керування дронами стають ключовим елементом технологічної переваги, переходячи від інструменту стабілізації до інтелектуального ядра безпілотної платформи. Основний тренд розвитку – повна автономізація та мережеве об'єднання БПС. Конкурентна перевага держав і компаній визначатиметься не лише апаратною базою, а рівнем інтеграції алгоритмів ШІ. У найближчі 5–10 років очікується перехід до масового використання інтелектуальних ройових систем та мінімізації участі людини в управлінні.

Сікора А.А.
Купріненко О.М., д-р техн. наук, професор
НАСВ
Бісик С.П., д-р техн. наук, професор
НУОУ

РОЛЬ І МІСЦЕ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ ТЕРМОБАРИЧНОЮ БОЙОВОЮ ЧАСТИНОЮ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ З УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА

Досвід російсько-Української війни, що триває більше 12 років, показує нагальну необхідність вирішення завдань зі знищення вогневих, захисних, інших фортифікаційних споруд противника, ураження скупчення живої сили в замкнених просторах (будівлях, підвалах, укриттях, тунелях).

Умови виконання цих завдань, які визначаються впливом противника (засобів ураження, РЕБ), дорожньо-кліматичних факторів (рельєф місцевості, рослинність, стан опорної поверхні,

пора року, час доби), також характеризуються збільшенням розмірів kill zone, яка сьогодні складає 50 км. Ефективне виконання завдань в зазначених умовах вимагає пошуку раціональних шляхів, які мінімізують втрати особового складу.

Перспективним шляхом є застосування безпілотних систем.

Застосування БпЛА для вирішення зазначених вище завдань обмежено через недостатнє корисне навантаження, залежність від погодних умов, помітність під час виконання завдань вдень, уразливість від впливу засобів РЕБ.

Досвід застосування в бойових діях ударних разових безпілотних наземних комплексів (БпНК), так званих камікадзе, підтвердив їх переваги у порівнянні з БпЛА. Водночас процес створення та застосування ударних разових БпНК має суттєві недоліки, до яких відносяться:

невідповідність технічних характеристик існуючих зразків, непристосованість до застосування в реальних бойових умовах;

відсутність системного застосування через недостатню кількість зразків. Підрозділи Сил оборони змушені створювати ударні разові БпНК на базі логістичних, які споряджуються існуючими боєприпасами (протитанковими, артилерійськими мінами; іншими осколково-фугасними боєприпасами, зарядами вибухової речовини);

недостатня ефективність застосування БпНК з осколково-фугасними боєприпасами для вирішення завдань зі знищення фортифікаційних споруд противника, ураження живої сили в замкнених просторах. Це обумовлюється особливостями процесу вибуху осколково-фугасних боєприпасів, а також необхідністю більш потужних (за масою) зарядів вибухової речовини, що впливає на вибір БпНК.

Для виконання зазначених завдань доцільно використовувати БпНК з термобаричною бойовою частиною. Досвід війни росії проти України свідчить про відсутність обґрунтованих технічних рішень щодо створення БпНК з ТБЧ. Результати проведеного аналізу відомих науково-методичних підходів щодо обґрунтування параметрів ударних разових БпНК показали їх недосконаліть. Вони не дозволяють враховувати особливості побудови та застосування термобаричних боєприпасів.

Зазначені обставини підтверджують важливу роль і місце БпНК з термобаричною бойовою частиною для вирішення завдань зі знищення фортифікаційних споруд противника, ураження живої сили в замкнених просторах та обумовлюють нагальну необхідність проведення досліджень з розроблення науково-методичного апарата, що дозволить обґрунтовувати значення параметрів БпНК з термобаричною бойовою частиною.

Скляров О.Г., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
Гайдамашко Г.В.
Касянчик О.В.
ДНДІА

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГКОМОТОРНОЇ АВІАЦІЇ ТА ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ МІ-8 ТА МІ-24 ДЛЯ БОРОТЬБИ З ПОВІТРЯНИМИ ЦІЛЯМИ ТИПУ БпЛА

Під час повномасштабної агресії проти України рф активно застосовує широку номенклатуру безпілотних літальних апаратів (БпЛА) як ударних, розвідувальних, так і корегувальників вогню. Під час здійснення повітряного нападу БпЛА завдають значних втрат не тільки на лінії бойового зіткнення, але й у глибокому тилу нашої держави.

Застосування вартісних засобів протиповітряної оборони (ППО) не завжди є економічно доцільним, а використання мобільних вогневих груп (МВГ) для боротьби з БпЛА не вирішує проблему повністю. Актуальним стає питання пошуку більш мобільного, рухомого та швидкісного засобу вогневого ураження БпЛА рф. Таким рішенням є літаки легкомоторної авіації та вертольоти державної авіації України. Тому постає завдання дослідження можливості застосування літаків легкомоторної авіації та вертольотів державної авіації України для протидії БпЛА рф.

По-перше, сьогодні вкрай необхідно визначити коло легкомоторної авіації та вертольотів, які експлуатуються в Україні і які спроможні виявляти та знищувати (придушувати) ворожі БпЛА. Це - невідкладне завдання.

По-друге, для підвищення ударної складової ППО Сухопутних військ та Повітряних Сил Збройних Сил України необхідна розробка перспективного легкомоторного літака для боротьби з БпЛА.

Аналіз основних типів БпЛА рф, умови та способи їх застосування, недоліки та позитивні властивості, перспективи їх розвитку сформують підґрунтя для модернізації наявного парку літаків легкомоторної авіації та вертольотів, які на сьогодні заходяться в експлуатації. Також досліджується питання створення військово-промисловим комплексом України (або у поєднанні із країнами-партнерами) нових зразків авіаційної техніки для потужного захисту від БпЛА противника.

Обґрунтовано, та з урахуванням затверджених оперативно-тактичних вимог до легкого навчально-бойового літака для потреб Збройних Сил України та модернізованих вертольотів типу Мі-8 та Мі-24 для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА різного призначення на усій глибині території України розроблено проєкти технічних вимог до:

легкомоторного літака Як-52, дообладнаного додатковим обладнанням для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА;

перспективного легкомоторного літака легкомоторної авіації для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА;

вертольотів типу Мі-8 та Мі-24, оснащених додатковим обладнанням для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА.

Результати досліджень можуть бути використані при прийнятті рішення щодо:

розробки літака легкомоторної авіації для потреб Збройних Сил України для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА;

дообладнання літаків Як-52, вертольотів типу Мі-8 та Мі-24 Збройних Сил України додатковим обладнанням для боротьби з повітряними цілями типу БпЛА.

Скляров О.Г., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
Гайдамашко Г.В.
Чечет О.С.
ДНДІА

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛІ ТАКТИЧНОГО ЛІТАКА-НОСІЯ З ПЕРСПЕКТИВНОЮ ПЛАНЕРУВАЛЬНОЮ КОРИГОВАНОЮ АВІАЦІЙНОЮ БОМБОЮ В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ АТ-1

Для забезпечення необхідних спроможностей авіації Повітряних Сил Збройних Сил України (ПС ЗСУ) щодо виконання бойових завдань тактичні літаки дообладнуються

сучасними авіаційними засобами ураження (АЗУ) українського та іноземного виробництва з мінімальними доробками літаків за рахунок високого рівня автономності нових АЗУ. На сьогодні досвід бойового застосування авіації ПС ЗСУ свідчить про нагальну потребу в озброєнні літаків керованими АЗУ великої дальності дії. Кориговані авіаційні бомби (КАБ) є одним із найбільш ефективних видів керованих АЗУ, тому створення КАБ силами вітчизняних підприємств для оснащення літаків ПС ЗСУ є актуальним.

Основні тенденції розвитку КАБ для тактичних літаків у світі показують, що використання таких АЗУ літаками тактичної авіації ПС ЗСУ значно розширяють їх можливості та допомагають у відбитті агресії з боку рф. Науковий потенціал та воєнно-промисловий комплекс України спроможні озброїти ПС ЗСУ перспективною КАБ.

Однак, для прийняття рішення щодо доцільності оснащення тактичних літаків перспективними КАБ необхідно провести низку наукових досліджень, зокрема визначити можливість оснащення їх КАБ та оцінити вплив такого оснащення на аеродинамічні та льотно-технічні характеристики тактичних літаків, що стоять на озброєнні ПС ЗСУ.

Відповідно до Концепції підтримання справності та бойового потенціалу авіаційної техніки ПС ЗСУ та оперативної цілі 3.3: “Уніфікація основних зразків озброєння та спеціальної техніки, відновлення справності, модернізація та закупівля нових зразків для Збройних Сил України та інших складових Сил оборони” тема доповіді актуальна, а постачання перспективної КАБ для тактичних літаків забезпечить підвищення їх спроможностей з ведення бойових дій.

Метою досліджень є вимір сумарних аеродинамічних характеристик, а саме піднімальної сили та лобового опору моделей тактичних літаків, що стоять на озброєнні ПС ЗСУ, з перспективною КАБ. Значення підіймальної сили та лобового опору моделей літаків з перспективною КАБ з урахуванням поправок буде перераховано на натурні розміри перспективної КАБ та тактичних літаків.

З використанням виготовлених моделей тактичних літаків та перспективної КАБ проведено експериментальні дослідження на аеродинамічному комплексі Державного науково-дослідного інституту авіації на базі дозвукових, надзвукових та гідродинамічної труб, який розпорядженням Кабінету Міністрів України від 28.01.2015 р. № 59-р внесено до переліку наукових об’єктів, що становлять національне надбання. Далі здійснено попередню оцінку зміни сумарних аеродинамічних характеристик літаків тактичної авіації з перспективною КАБ.

Отримані результати експериментальних досліджень в аеродинамічній трубі АТ-1 моделей тактичних літаків з перспективною КАБ буде порівняно з результатами теоретичних досліджень. Результати експериментальних досліджень сумарних аеродинамічних характеристик моделей тактичних літаків з перспективною КАБ дозволять здійснити розрахунок та оцінити зміни основних льотно-технічних характеристик тактичних літаків, що стоять на озброєнні ПС ЗСУ.

Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ У ПРОЄКТУВАННІ ТА МОДЕЛЮВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У сучасних збройних конфліктах безпілотні літальні апарати стали одним із ключових засобів розвідки, спостереження, коригування вогню та завдання ударів. Ефективність застосування БпЛА значною мірою залежить від тривалості польоту, маневреності, вантажопідйомності та стійкості до зовнішніх впливів. Досягнення таких характеристик потребує точного математичного моделювання аеродинамічних параметрів, у якому важливе місце займають методи комплексного аналізу та конформних перетворень.

Функції комплексної змінної дозволяють описувати двовимірні потенціальні потоки рідини та газу, що є основою аналітичного дослідження обтікання профілів крила. На відміну від ресурсоємних чисельних методів, комплексний аналіз дає змогу отримувати точні моделі швидкостей, тиску та циркуляції потоку навколо аеродинамічних поверхонь. Це суттєво скорочує час попереднього проєктування та оптимізації конструкцій БпЛА.

Особливе практичне значення має перетворення Жуковського, яке дозволяє переходити від простих геометричних контурів до профілів крил із заданими аеродинамічними властивостями. За допомогою цього математичного апарата можна досліджувати вплив форми крила на підйомну силу, лобовий опір, розподіл тиску та стійкість польоту. Такі результати є важливими при створенні апаратів для тривалого патрулювання, ударних місій або роботи в складних погодних умовах.

Для військового застосування БпЛА критично важливою є енергоефективність. Оптимізація геометрії крила дозволяє зменшити витрати енергії, збільшити дальність польоту та тривалість перебування в повітрі. Це безпосередньо впливає на можливість виконання розвідувальних завдань у глибокому тилу противника, забезпечення спостереження за оперативною обстановкою та підтримки дій наземних підрозділів. Методи комплексного аналізу створюють ефективний інструментарій для такого оптимізаційного проєктування.

Окремого значення набуває моделювання стійкості польоту та поведінки апарата при зміні режимів руху. Аналітичні моделі дозволяють оцінювати реакцію БпЛА на пориви вітру, різкі маневри, зміни навантаження або пошкодження аеродинамічних елементів. Це сприяє підвищенню живучості безпілотних систем та їх ефективності в бойовому середовищі.

Перспективним напрямом є поєднання класичних методів комплексного аналізу з сучасними комп’ютерними технологіями, системами автоматизованого проєктування та алгоритмами штучного інтелекту. Це відкриває можливості швидкого створення нових конфігурацій БпЛА, автоматичного підбору оптимальної форми крила та адаптації конструкції до конкретних оперативних завдань.

Таким чином, комплексний аналіз є не лише важливим розділом прикладної математики, а й дієвим інструментом розроблення сучасних безпілотних літальних апаратів для потреб оборони. Його використання забезпечує підвищення аеродинамічної ефективності, дальності дії, стійкості польоту та загальної результативності БпЛА в сучасних бойових операціях. Подальші дослідження доцільно спрямувати на інтеграцію аналітичних методів із цифровим моделюванням і системами автономного управління.

Солошенко Ю.В., канд. техн. наук
Громаковський Р.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

На сучасному етапі розвитку військових технологій автономність безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) стає критичною потребою. Це зумовлено насамперед інтенсивним використанням засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), оскільки повна залежність від стабільного каналу зв’язку між оператором та безпілотним літальним апаратом (далі - БпЛА) наразі є їхньою головною вразливістю. За допомогою засобів РЕБ противник має змогу перехоплювати сигнали керування або здійснювати підміну даних супутникових систем навігації.

Впровадження автономних систем у сфері БпАК обґрунтоване низкою стратегічних та тактичних факторів:

автономні системи здатні до миттєвого аналізу ситуації та ухвалення рішень зі швидкістю, що значно перевищує людські можливості. Це є критично важливим аспектом при відбитті ракетних ударів та протидії високотехнологічним загрозам;

автономний БпЛА здатен ігнорувати активні перешкоди, оскільки він не потребує постійного зовнішнього сигналу для орієнтації у просторі або виконання атаки;

обмеження людського фактора не дозволяють одному оператору ефективно керувати великою групою апаратів одночасно. Автономність створює умови для застосування технології «рою», де БпЛА самостійно координують дії між собою;

випромінювання пульта керування демаскує позицію оператора, роблячи його вразливим для засобів радіорозвідки. Автономні системи дозволяють працювати в режимі «радіомовчання», забезпечуючи скритність пілотів.

Розвиток спроможностей БпАК зосереджений на таких ключових векторах:

впровадження передових технологій машинного зору для ідентифікації об'єктів;

інтеграція алгоритмів штучного інтелекту для аналізу бойової обстановки;

удосконалення ройових технологій для групового виконання завдань.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку сучасних БпАК підтверджує, що автономізація є безальтернативним вектором еволюції озброєння в умовах насиченого радіоелектронного середовища. Перехід від дистанційного керування до повної автономності дозволяє розв'язати критичну проблему – залежності від каналів зв’язку та вразливість оператора.

Основним фундаментом для подальшого розвитку автономних БпАК має стати масштабування технологій штучного інтелекту, що забезпечить:

перехід від поодиноких апаратів до самоорганізованих «роїв», здатних розподіляти ролі та пріоритети без участі людини;

підвищення точності ідентифікації об'єктів у складних умовах за допомогою машинного зору, що мінімізує похибки та супутні збитки;

здатність системи миттєво адаптуватися до змін бойової обстановки, що забезпечує швидкість прийняття рішень.

Перспективним напрямом розвитку сучасних БпАК є їхня інтеграція у єдині міжвидові екосистеми, де взаємодія між повітряними, наземними та морськими автономними системами відбуватиметься на рівні прямого обміну даними в режимі «радіомовчання». Це дозволить створити принципово нову концепцію ведення війни, де роль людини зміщується від безпосереднього керування апаратами до стратегічного визначення цілей та параметрів місії.

Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Білаш О.В., канд. екон. наук, доцент
НАСВ

ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ РОЇВ МАЛИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЯХ

Ще декілька років тому рій безпілотників сприймався як концепція з арсеналу футурологів або дорогих науково-дослідних програм провідних держав. Сьогодні координована групова атака кількох дронів є буденною тактичною реальністю, доступною навіть для недержавних формувань. Причина – різке здешевлення елементної бази, масова доступність навігаційних модулів і відкрите програмне забезпечення для автономного польоту. Це не просто нова зброя – це зміна самої логіки повітряного нападу. Засоби протиповітряної оборони розраховані на знищення одиничних або малих групових цілей; рій із десятків одиниць одночасно з різних азимутів перевантажує цю логіку принципово.

Рій безпілотників являє собою сукупність безпілотних апаратів, які взаємодіють між собою за допомогою алгоритмів колективної поведінки. Основними принципами функціонування є: децентралізоване управління; самоорганізація; адаптивність до змін середовища; обмін інформацією між елементами рою. Питання управління роєм – центральне з точки зору тактичної ефективності. Централізована схема, коли оператор керує всіма апаратами з єдиного пункту, зручна для планування, але вразлива: придушення каналу зв'язку нейтралізує весь рій одночасно. Децентралізована модель передбачає, що кожен апарат самостійно приймає рішення на основі власних сенсорів і обміну даними з сусідніми вузлами - рій продовжує діяти навіть при частковій втраті зв'язку, але координація при цьому гірша. Гібридна архітектура, де загальне завдання ставиться централізовано, а розподіл цілей усередині рою відбувається автономно, наразі виглядає найбільш перспективною для бойового застосування. Саме за таким принципом будуються найбільш просунуті програми роєвих систем у США та Китаї.

Бойові конфлікти останніх років надали перші реальні дані щодо ефективності роїв. Атаки хуситів на об'єкти в Саудівській Аравії у 2019 році продемонстрували, що навіть відносно прості безпілотники у великій кількості здатні подолати сучасну ешелоновану ППО. В Україні скоординовані групові атаки Shahed-136 змушують витрачати дорогі зенітні ракети на знищення дешевих цілей – асиметрія вартості є принциповою. Разом з тим противник не стоїть на місці: засоби боротьби з БпЛА, зокрема системи радіоелектронного придушення і лазерна зброя, стрімко розвиваються, що вимагає постійної еволюції тактики застосування роїв.

Для Сухопутних військ України є сенс зосередитись на кількох практичних напрямах. Перший – створення спеціалізованих роїв для придушення засобів ППО малої дальності перед ударами крилатих ракет або пілотованої авіації. Другий – використання роїв для розвідки в умовах інтенсивної радіоелектронної боротьби, де одиночні апарати легко придушуються. Третій – відпрацювання тактики застосування роїв у взаємодії з наземними підрозділами як засобу вогневої підтримки на малих відстанях. Реалізація цих напрямів не вимагає створення складних закордонних систем з нуля – значний потенціал криється в масштабуванні та груповій координації наявних вітчизняних платформ.

Отже, рої малих безпілотних літальних апаратів є перспективним засобом ведення сучасних бойових дій, що здатний суттєво змінити тактику застосування військ. Їх використання забезпечує підвищення ефективності розвідки, ураження цілей і координації дій підрозділів.

Стрінада В.В., канд. техн. наук, доцент
Іщенко Д.А., канд. техн. наук, доцент
ЖВІ

ФАСЕТНА КЛАСИФІКАЦІЯ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у відбитті широкомасштабної агресії рф проти України у 2022 – 2026 роках набуло безпрецедентного зростання обсягу та складності різноманітних завдань з розвідки, завдання прицільних високоточних ударів по об’єктах, вирішення завдань управління та зв’язку. Водночас відмінною рисою застосування ударних БпЛА (УБпЛА) є виконання ними завдань з вогневого ураження військ (сил) та об’єктів противника з повітря в умовах швидкоплинної бойової обстановки, що викликає стрімке розширення номенклатури засобів ураження, а саме боєприпасів (БП) для УБпЛА.

Проведений аналіз показує, що на сьогодні в зонах (районах) бойових дій для оснащення ударних (розвідувально-ударних) багаторазових та разових БпЛА літакового та мультикоптерного типів підрозділами безпілотних систем Збройних Сил України застосовується широкий арсенал боєприпасів, які не є виробами промислового виробництва, що розроблялися для оснащення безпілотників. Здебільшого вони виготовляються на основі наявних мін та снарядів, призначених для використання у складі озброєнь інших типів, шляхом їх ручного перероблення та адаптації для використання на зазначених БпЛА.

Аналіз наявної номенклатури кодифікованих БП показав, що поточний арсенал ЗС України для УБпАК зосереджений на вирішенні першочергових тактичних завдань – ураженні живої сили, бронетехніки та польових укріплень за допомогою класичних засобів ураження (осколкових, фугасних, кумулятивних, термобаричних). При цьому відсутність єдиної системи класифікації ускладнює їх систематизацію, порівняльний аналіз та ефективне планування застосування, створює протиріччя між технічними можливостями повітряної платформи та ефективністю ураження противника. Існуюча ієрархічна класифікація авіаційних боєприпасів не повною мірою відображає особливості «малої» безпілотної авіації, де той самий виріб може змінювати роль залежно від типу носія та умов застосування. На

відміну від ієрархічної системи, де поділ йде від загального до часткового, фасетний метод передбачає паралельний поділ множини об’єктів на незалежні угруповання (фасети).

Обґрунтовано доцільність застосування фасетного методу класифікації для систематизації БП в умовах стрімкої диверсифікації їх конструкцій. Обґрунтовано аналіз основних вимог до формування фасетів: незалежність фасетів; взаємовиключність значень; повнота охоплення; єдина послідовність: гнучкість та розширюваність. Запропоновано структуру фасетів, що охоплює функціональні, технічні та експлуатаційні характеристики. Для класифікації БП для БпЛА пропонується використовувати п'ять базових фасетів. Запропоновані такі фасети для класифікації БП для УБпЛА: тип носія БП; спосіб застосування носія; тип дії БП; призначення бойової частини БП; вага БП; спосіб ініціації; тип керованості БП.

Зазначено, що методологія фасетної класифікації БП для УБпЛА створює багатовимірну матрицю ознак, де кожен БП описується як точка з координатами у просторі фасетів. Це дає можливість не лише класифікувати, а й аналізувати основні тенденції їх розвитку. Фасетний підхід забезпечує високу адаптивність класифікації в умовах швидкої еволюції засобів ураження УБпЛА. Фасетна класифікація забезпечує високу гнучкість при введенні нових типів озброєння, що з'являються в ході бойових дій. Запропонована структура дозволяє уніфікувати підходи до розробки нових засобів ураження та спростити процес навчання операторів БпЛА.

Теницький С.О.
НАСВ

КЛЮЧОВІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасний характер збройної боротьби визначається стрімким впровадженням безпілотних систем, які трансформують підходи до ведення бойових дій та формують нову парадигму застосування сил і засобів Сухопутних військ. Досвід російсько-Української війни підтверджує, що безпілотні платформи стали не лише допоміжним інструментом, а одним із ключових чинників досягнення тактичної та оперативної переваги. У цьому контексті особливого значення набуває не лише технологічний розвиток безпілотних систем, але й формування ефективної екосистеми їх створення, впровадження та масштабування.

Важливим трендом є перехід від поодинокого застосування безпілотників до їх масового використання. Масовість, доступність та швидкість виробництва безпілотних систем дозволяють компенсувати втрати та створювати постійний тиск на противника, що ускладнює його можливості щодо організації ефективної протидії. При цьому суттєву роль відіграє децентралізація виробництва та залучення цивільного сектора до розробки інноваційних рішень, оборонних технологій через інтеграцію держави, бізнесу та інженерної спільноти.

Подальший розвиток безпілотних систем пов’язаний із підвищенням рівня їх автономності, що досягається шляхом впровадження алгоритмів штучного інтелекту. Це дозволяє забезпечити виконання бойових завдань в умовах активного впливу засобів РЕБ, які залишаються одним із головних факторів обмеження ефективності БпС. У зв’язку з цим

актуалізується необхідність створення стійких до РЕБ систем управління, альтернативних каналів зв'язку та навігації, а також розвитку автономних режимів функціонування.

Окремим і надзвичайно перспективним напрямом є розвиток наземних роботизованих комплексів, які доповнюють можливості повітряних безпілотних систем та розширюють спектр їх застосування. НРК здатні виконувати завдання розвідки, логістичного забезпечення, евакуації поранених, інженерного забезпечення, а також вогневого ураження противника. Їх використання дозволяє суттєво знизити ризики для особового складу, особливо в умовах високої насиченості поля бою засобами ураження та спостереження. Водночас ефективність НРК значною мірою залежить від вирішення проблем прохідності, стійкості каналів управління, енергозабезпечення та інтеграції у спільні тактичні мережі.

Не менш важливим є формування мережецентричної архітектури застосування безпілотних платформ, за якої повітряні та наземні системи інтегруються у єдину розвідувально-ударну систему. Це забезпечує скорочення часу від виявлення цілі до її ураження, підвищує точність вогневих засобів та ефективність управління військами. Перспективним напрямом також є розвиток концепції ройового застосування безпілотників, що дозволяє досягати ефекту насичення та перевантаження систем протиповітряної оборони противника, а у поєднанні з НРК - створювати комплексні багатодоменні угруповання роботизованих засобів.

Актуальність погляду полягає у комплексному підході до розгляду безпілотних і роботизованих систем як єдиного інтегрованого середовища ведення бойових дій, де поєднуються повітряні та наземні платформи, автономні алгоритми управління та мережецентричні принципи взаємодії.

Таким чином, ключовими напрямами розвитку безпілотних систем є їх масовізація, інтелектуалізація, підвищення стійкості до засобів РЕБ, розвиток НРК та інтеграція в єдині інформаційно-управляючі контури.

Тимко А.Ю.
Рій В.Б.
Пенцак П.В., д-р філософії
НАСВ

ВІЙНА ДРОНІВ: ХТО ПЕРЕМАГАЄ У НОВІЙ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ РЕАЛЬНОСТІ

Мабуть, важко собі зараз уявити сучасні збройні конфлікти, які характеризуються стрімким розвитком засобів і методів ведення бойових дій без використання БпЛА. Війна дронів стала основним чинником змін характеру військового протистояння, визначаючи все нові та нові критерії ефективності, швидкості та ресурсного забезпечення. У таких випадках все частіше постає питання визначення вирішальних чинників перемоги, а саме: технологічна складність і висока вартість озброєння, чи здатність до швидкого прилаштування та раціонального використання ресурсів.

Основною характеристикою війни дронів є непропорційність витрат, яка випливає із здатності відносно дешевих безпілотних систем завдавати суттєвих збитків та втрат противнику. Застосування дороговартісних засобів протиповітряної оборони для знищення дешевих БпЛА створює певні несприятливі умови витрат і формує економічне виснаження.

Разом з тим ефективність сучасних бойових дій визначається не лише технічними параметрами озброєння, а й економічною доцільністю, масовістю виробництва та швидкістю відновлення втрат. Досвід протистояння України проти росії свідчить про активне впровадження різноманітних типів безпілотних систем, які постійно зазнають модернізацій та внесення зміни в бойову обстановку. Стрімкого розвитку набули БпЛА, що трансформувалися з цивільних платформ на високоефективні засоби ураження. Паралельно розвиваються ударні дрони, які використовуються для ураження нерухомих і рухомих цілей не лише на лінії бойового зіткнення, але й на значних відстанях від неї у глибину території противника. Дрони показали свою ефективність, тому вони постійно зазнають удосконалення, що дає змогу їм збільшити дальність польоту, точність навігації та стійкість до антидронових засобів. Зокрема, використовуються новітні навігаційні системи, альтернативні канали зв'язку та певний порядок дій обходу засобів протиповітряної оборони, що забезпечує підвищення ефективності навіть у середовищі з інтенсивним радіоелектронним впливом противника. Важливим напрямом також є удосконалення засобів розвідувальних безпілотних систем, які виконують функції спостереження, коригування вогню та збору розвідувальної інформації. Об´єднання цих систем у єдині інформаційні мережі дозволяє значно скоротити цикл «виявлення — прийняття рішення — ураження цілі», що є критично важливим у сучасному бою.

Отже, у сучасній війні дронів вирішальним фактором перемоги є не лише вартість озброєння, а здатність до швидкої адаптації, інноваційного розвитку та раціонального використання засобів. Масовість застосування, здатність виробничої системи швидко, ефективно та з мінімальними витратами адаптуватися до змін, швидкість опрацювання інформації та ефективність управління визначають нові правила ведення бойових дій. З метою підвищення ефективності доцільно зосередити зусилля на розвитку серійного виробництва доступних безпілотних систем, активному впровадженні програмних рішень і технологій штучного інтелекту, а також в удосконаленні засобів радіоелектронної боротьби. Важливим є створення інтегрованих інформаційних систем управління, забезпечення оперативного обміну даними та підвищення рівня підготовки особового складу, який буде керувати даними системами.

Тимощук О.В.
НАСВ

РОЗВИТОК ЗЕНІТНИХ ПРИЦІЛІВ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ДЛЯ ПРОТИДІЇ БПЛА

Сучасний характер бойових дій визначається масовим застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які виконують ударні, тактичні і логістичні завдання. Особливої актуальності набули малорозмірні цілі, зокрема FPV-дрони та баражуючі боєприпаси, що діють на малих висотах і мають високу маневреність. У цих умовах зростає роль засобів протиповітряної оборони (ППО) ближнього радіуса дії, основу яких дедалі частіше становить стрілецька зброя.

Стрілецька зброя має низку переваг як базова платформа для боротьби з БпЛА: мобільність, доступність, висока швидкострільність і можливість масового застосування. Водночас її ефективність значною мірою залежить від прицільних пристроїв. Існуючі зенітні

приціли, що історично розроблялися для ураження швидкісних літаків, не повною мірою відповідають сучасним вимогам. Вони базуються на класичних принципах визначення кутового випередження, що є менш ефективними для повільних, маневрених і малопомітних цілей.

Основною проблемою є складність швидкого визначення траєкторії руху БпЛА та відповідного випередження при стрільбі. Людський фактор, обмежений час реакції та відсутність адаптивних прицільних рішень знижують ймовірність ураження. У зв'язку з цим актуальним є розвиток нових зенітних прицілів, орієнтованих саме на використання зі стрілецькою зброєю.

Перспективним напрямом є зміна геометрії прицілу. Традиційні кільцеві або рамкові приціли доцільно трансформувати у багатосегментні структури, що дозволяють інтуїтивно оцінювати швидкість і напрямок руху цілі. Використання змінної або адаптивної шкали випередження дає змогу враховувати різні типи БпЛА. Асиметричні елементи прицілу можуть компенсувати хаотичні маневри цілей, що є характерними для FPV-дронів.

Окремим напрямом розвитку зенітних прицілів є створення гібридних прицілів, що поєднують механічні та електронні компоненти. Використання простих електронних модулів, таких як підсвітка, маркери або елементи доповненої індикації, дозволить підвищити точність наведення без суттєвого ускладнення конструкції.

Крім того, перспективним є поєднання прицільних систем зі стрілецькою зброєю в єдину функціональну систему. Це передбачає конструктивну інтеграцію прицілу з платформою зброї, що забезпечує стабільність, повторюваність наведення та зменшення похибок. Можливе також використання модульного підходу, що дозволяє адаптувати приціл під різні типи стрілецької зброї залежно від умов застосування.

Таким чином, стрілецька зброя розглядається як базова платформа для створення нових зенітних прицілів, адаптованих до сучасних загроз. Основними напрямами розвитку є зміна геометрії прицілу, підвищення ергономічності, інтеграція з конструкцією зброї та часткова електронізація. Реалізація цих підходів дозволить суттєво підвищити ефективність боротьби з БпЛА на тактичному рівні та забезпечити створення доступних і масових засобів ближньої протиповітряної оборони.

Товстохатько Ю.М.
Кравець О.А.
Іщук С.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Війна росії проти України засвідчила, що наземні роботизовані комплекси (далі – НРК) набувають статусу невід'ємного елемента сучасних бойових дій. Доставка боєприпасів, медикаментів і матеріально-технічних засобів на передові позиції в умовах активного вогневого контакту та насиченого середовища повітряних загроз є одним із ключових викликів для підрозділів Сухопутних військ. Залучення живої сили для таких завдань пов'язане зі значними втратами особового складу, що обумовлює актуальність досліджень у

галузі розвитку НРК. НРК логістичного призначення охоплюють широкий спектр платформ – від малогабаритних тактичних роботів-носіїв вантажу до великих автономних транспортних засобів.

В межах проведеного інформаційного моніторингу відкритих джерел, аналізу бойового застосування та результатів випробувань проаналізовано поточний стан розвитку НРК, проведено порівняльний огляд провідних вітчизняних та іноземних зразків. Важливою конкурентною перевагою вітчизняних зразків є бойовий досвід і короткий цикл зворотного зв'язку між розробником і кінцевим споживачем. Відомо, що підрозділи Збройних Сил України масово застосовують НРК (“TerMIT”, “Буревій”, “VISLUK” Україна; “The Bigdog” США, “Rokon” Канада, “THeMIS” Естонія); для вирішення логістичних завдань (зокрема підрозділи 23 омбр, 47 омбр, 93 омбр).

На основі аналізу тенденцій розвитку НРК визначено основні перспективні напрями подальшого їх вдосконалення:

- підвищення рівня автономності шляхом інтеграції алгоритмів комп'ютерного зору та штучного інтелекту, що дозволить системам самостійно обирати маршрут, уникати загроз і приймати рішення без участі оператора;

- ройова взаємодія (застосування групи координованих малих платформ замість однієї великої одиниці техніки, що забезпечує стійкість логістичного ланцюга);

- впровадження модульності та уніфікації конструкції надасть НРК можливість швидко змінювати корисне навантаження (від вантажної платформи до медичного модуля евакуації поранених або модуля розгортання засобів зв'язку);

- інтеграція НРК з БпЛА для виконання сумісних завдань, що дозволить отримувати повну картину поля бою, коригувати маршрути та ефективно виконувати завдання в умовах обмеженої видимості;

- цифрова інтеграція з єдиними системами управління полем бою (на зразок платформи “Delta” або сумісних систем НАТО).

Таким чином, НРК розвиваються у напрямку підвищення автономності, забезпечення їх стійкості до впливу засобів РЕБ, модульності конструкцій, ройової взаємодії та цифрової інтеграції із системами управління підрозділами.

Токар А.М., канд. техн. наук, ст. дослідн.
Кухарчук І.В.
Моспан А.М.
ЖВІ

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СКРИТНОСТІ

Забезпечення енергетичної скритності радіосигналів у радіолініях керування та контролю безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) є важливим науково-практичним завданням, вирішення якого спрямоване на зниження ймовірності їх виявлення засобами радіотехнічної розвідки (РТР) противника. У межах даного дослідження енергетична скритність розглядається як здатність сигналу залишатися невиявленим універсальним енергетичним детектором, який функціонує без апріорної інформації про структуру сигналу.

Однією з ключових інформативних ознак, що може бути використана для ідентифікації безпілотного літального апарата (БпЛА), є тип модуляції радіосигналу. Саме модуляція визначає спектральні, часові та енергетичні характеристики сигналу, які безпосередньо впливають на його помітність для засобів РТР. Аналіз цих характеристик дозволяє не лише оцінити ймовірність виявлення сигналу, але й встановити його належність до певного класу або типу БпЛА.

З метою дослідження впливу типу модуляції на енергетичну скритність сигналів проведено порівняльний аналіз найбільш поширених методів цифрової модуляції, що використовуються у БпЛА, зокрема: Binary Phase Shift Keying (BPSK), Frequency Shift Keying (FSK), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), Chirp Spread Spectrum (CSS). Порівняння здійснювалося за однакових вихідних умов, а саме: фіксованої енергії на біт, сталої швидкості передавання інформації, однакового часу спостереження та за умов адитивного білого гаусівського шуму. Такий підхід дозволив невраховувати вплив сторонніх факторів і зосередити увагу на впливі ефективної смуги сигналу на його енергетичну скритність.

Отримані результати свідчать про наявність чіткої залежності між ефективною смугою сигналу та його енергетичною скритністю. Зі збільшенням смуги сигналу відбувається перерозподіл його енергії в ширшому спектральному діапазоні, що призводить до зменшення спектральної щільності потужності. Водночас зростає база сигналу та кількість незалежних відліків, що накопичуються енергетичним детектором протягом заданого часу спостереження. У сукупності ці фактори ускладнюють процес виявлення сигналу, оскільки його енергетичні характеристики стають менш вираженими на фоні шуму, що знижує ефективність енергетичних методів детектування.

Порівняльний аналіз показав, що вузькосмугові сигнали, зокрема BPSK, характеризуються найвищою спектральною щільністю потужності, що робить їх найбільш помітними для засобів РТР. Сигнали FSK демонструють дещо кращі показники скритності завдяки ширшій смузі. Значно нижчу ймовірність виявлення мають широкосмугові сигнали OFDM, CSS. Найбільш ефективним з точки зору енергетичної скритності серед розглянутих сигналів є CSS-сигнал, який завдяки найбільшій ширині смуги та мінімальній спектральній щільності потужності забезпечує найменшу ймовірність виявлення енергетичними детекторами.

Таким чином, встановлено, що спектральні характеристики сигналу відіграють визначальну роль у забезпеченні його розвідзахищеності. Збільшення ефективної смуги сигналу супроводжується зменшенням спектральної щільності потужності та зростанням бази сигналу, що у сукупності призводить до зниження ймовірності його виявлення енергетичними детекторами. Це підтверджує, що саме ширина спектра є одним із ключових параметрів, який визначає рівень енергетичної скритності радіосигналу.

Перспективним напрямом подальших досліджень є аналіз структурної та інформаційної скритності зазначених методів модуляції, а також дослідження когерентних і некогерентних хаотичних систем, можливостей та шляхів їх використання в лініях керування і контролю БпАК.

Тристан А.В., д-р техн. наук, професор
ЦУВОіН
Дмітрієв О.М., д-р техн. наук, професор
Шулежко А.В.
ДНДІ ВС ОВТ
Шулежко В.В., канд. військ. наук, доцент
ХНУПС ім. І. Кожедуба

ХМАРНО-АГЕНТНА АРХІТЕКТУРА РОЮ БпЛА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР У ВИПРОБУВАННЯХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ

У випробуваннях високотехнологічного озброєння та військової техніки (ОВТ) сигнатурні дані є методичною основою об’єктивного оцінювання працездатності зразків, перевірки алгоритмів виявлення, супроводу та розпізнавання, а також зіставлення результатів серій експериментів. Сигнатуру доцільно розглядати як просторово-часовоузгоджений опис проявів об’єкта в одному або кількох фізичних каналах, придатний до відтворення, метрологічного контролю та порівняльного аналізу. Використання стаціонарних постів і обмеженої кількості мобільних засобів не забезпечує належної багаторакурсності, повторюваності та оперативності, що знижує репрезентативність сигнатурного опису.

Перспективним напрямом розв’язання зазначеної науково-прикладної проблеми є застосування рою безпілотних літальних апаратів (БпЛА) як розподіленої мультиагентної системи формування сигнатур. У такій постановці кожен апарат виступає автономним агентом із власними сенсорами, навігаційними засобами та локальними обчислювальними ресурсами, а їх координована взаємодія забезпечує кероване просторове рознесення вимірювань, підтримання заданої геометрії огляду, синхронізацію часових міток і формування багаторакурсного сигнатурного опису. Перевага ройового підходу полягає у можливості адаптивної перебудови формації відповідно до сценарію випробувань, зміни траєкторії об’єкта, фонових умов і впливу засобів радіоелектронної протидії.

Методично доцільною основою функціонування такого рою є хмарно-агентна архітектура, яка поєднує агентний, периферійний та хмарний рівні оброблення даних. На агентному рівні здійснюються первинні вимірювання, локальна фільтрація та міжагентна координація; на периферійному — синхронізація часових шкал, буферизація, кореляційне узгодження й попередня агрегація потоків; на хмарному — глобальна координація, оцінювання якості сигнатури та вибір раціональної конфігурації рою. Така організація підвищує живучість системи, зменшує залежність від стаціонарної інфраструктури й створює умови для замкненого контуру керування, у якому результати оцінювання адекватності, повноти, стабільності та інформаційної насиченості сигнатури безпосередньо впливають на перебудову формації і режими обміну даними.

Наукова значущість підходу полягає у поєднанні принципів ройового керування з багаторівневою організацією оброблення сигнатурних даних, де геометрія спостереження, режими функціонування агентів і процедури інтеграції потоків пов’язуються з якістю підсумкового випробувального результату. Практичне значення полягає у підвищенні багаторакурсності спостережень, відтворюваності сигнатур і доказовості випробувального висновку.

Хмарно-агентна архітектура рою БпЛА є науково обґрунтованою основою формування сигнатур у випробуваннях високотехнологічного ОВТ. Її застосування створює передумови для підвищення просторово-часової узгодженості даних, адаптивності системи спостереження та достовірності оцінювання характеристик зразків.

Уваров Ю.Г.
ЖВІ імені С.П. Корольова

НАПІВАКТИВНІ ТА АКТИВНІ СИСТЕМИ ПІДВІСОК ДЛЯ КОЛІСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Безпілотні наземні комплекси (далі – БпНК) у сучасній війні посідають провідне місце у веденні бойових дій і продовжують свій активний розвиток та модернізацію, підлаштовуючись під театр воєнних дій.

Як відомо, нещодавно вперше в історії війни України проти рф ворожу позицію було захоплено без участі піхоти, а тільки з використанням БпНК і дронів під вмілим керівництвом операторів. А за 3 місяці використання такого “тандему” було загалом виконано понад 22 тисячі бойових завдань. Найважливішим здобутком, окрім виконаного бойового завдання, є збереження життя наших воїнів, яких можна і, як показує досвід, потрібно замінювати технологіями під управлінням операторів.

Аналізуючи активне використання стрілецького озброєння на шасі БпНК – це кулемети різних калібрів, гранатомети та автоматичні станкові гранатомети – постає необхідність зосередити увагу на такому явищі, як “віддача”, яке під час ведення вогню дестабілізує шасі, що, своєю чергою, призводить до збиття прицілювання, зниження влучності та купчастості, необхідності у постійному коригуванні точки прицілювання та витрати на це додаткового часу.

У сучасному світі майже кожен має власний колісний автомобіль, плавність ходу якого визначається певним видом підвіски, встановленою на ньому. Проте, на відміну від пасивних підвісок, що переважають в автомобілебудуванні, зацікавленість викликають системи активних та напівактивних підвісок.

Напівактивна система підвіски дозволяє забезпечувати зміну коефіцієнтів демпфування. У систему підвіски не подається жодної енергії, а замість пасивного демпфера встановлюється керований. Для кращих результатів і автоматичного регулювання необхідного рівня підвіски працюють контролери, які визначають необхідний рівень демпфування.

Активні системи підвіски, на відміну від напівактивних, уже можуть реагувати на вертикальні зміни дорожнього покриття. Встановлений демпфер або пружна частина взаємодіє із силовим приводом. Робота силового привода полягає в додаванні або розсіюванні енергії. Зрозуміло, що привод керується контролерами.

Використання вищезгаданих систем підвісок може підвищити ефективність у порівнянні з пасивною, що, своєю чергою, покращить керованість завдяки адаптації підвіски як під час руху пересіченою місцевістю, так і при веденні вогню, де вона зможе допомагати у швидшій стабілізації встановленого озброєння.

Усатий О.А.
Горбатий І.В., д-р техн. наук, професор
НУ “Львівська політехніка”

МЕТОД АНТИСПУФІНГОВОГО ЗАХИСТУ GNSS-ПРИЙМАЧА БПЛА НА ОСНОВІ РОЗШИРЕНОЇ ВАГОВОЇ ФУНКЦІЇ З DoA-ВЕРИФІКАЦІЄЮ ТА ЕФЕМЕРИДНИМ КОНТРОЛЕМ

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) критично залежать від достовірності сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS). Спуфінг – навмисне нав'язування хибних GNSS-сигналів – є однією з найнебезпечніших загроз для автономних платформ в умовах сучасного збройного конфлікту. На відміну від глушіння (джемінгу), спуфінговий сигнал не блокує навігацію, а підмінює координати, залишаючись непоміченим для стандартних приймачів.

У попередніх роботах авторів запропоновано метод антиджемінгового захисту на основі чотирикомпонентної мультиплікативної вагової функції, що враховує пеленг на джерело завад, кут місця супутника, відношення сигнал/шум та геометричний внесок супутника у точність навігаційного рішення.

Вагова функція є добутком чотирьох компонент: штрафного коефіцієнта близькості до напрямку джерела завад, кутового фактора висоти супутника, нормованого відношення сигнал/шум та геометричного коефіцієнта внеску супутника у точність навігаційного рішення. Кожна компонента зводиться до адаптивного показника ступеня.

У цій роботі пропонується розширення зазначеного методу для виявлення та нейтралізації спуфінгових сигналів шляхом введення двох додаткових компонент вагової функції: коефіцієнта ефемеридної узгодженості та коефіцієнта часової консистентності потужності сигналу.

Коефіцієнт ефемеридної узгодженості відображає відповідність виміряного напрямку приходу сигналу теоретичному: він обчислюється як косинусна міра між виміряним DoA-вектором та напрямком на супутник, розрахованим з альманаху для поточного часу і місцеположення. Для справжнього супутника ця величина наближається до одиниці; для спуфера, що імітує сигнал з іншого напрямку, вона суттєво зменшується, знижуючи вагу відповідного псевдодалекоміра.

Коефіцієнт часової консистентності потужності сигналу базується на аналізі відношення потужності несучої до щільності шуму: спуфінговий передавач формує сигнал із підвищеним рівнем потужності, що призводить до аномальних стрибків цього відношення, не характерних для природної зміни умов приймання. Детектор обчислює його дисперсію у ковзному часовому вікні; перевищення порога зменшує значення цього коефіцієнта.

Показники ступеня двох нових компонент адаптивно налаштовуються за результатами класифікатора типу загрози. Таким чином, запропонований метод утворює замкнену систему, в якій ідентифікація типу загрози керує стратегією зважування антенної решітки.

Запропонований підхід може бути реалізований у програмно-визначеному приймачі і не потребує апаратних модифікацій антенної решітки, що робить його придатним для вже існуючих платформ БпЛА. Перевага методу – одночасний захист від джемінгу та спуфінгу єдиною архітектурою вагової функції без окремих детекторів загроз.

Таким чином, запропонована шестикомпонентна вагова функція забезпечує комплексний захист GNSS-навігації БпЛА шляхом інтеграції DoA-верифікації, ефемеридного контролю та аналізу потужності сигналу в єдину адаптивну систему.

Файфура М.В.
Задорожний В.П.
НАСВ

ПРО РОЗРОБКУ БОЙОВОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ “ХИЖАК” ЯК МИСЛИВЦЯ ЗА ДРОНАМИ

В умовах російсько-Української війни здатність збивати численні дрони противника стала актуальною необхідністю. Українська компанія UGV Robotics розробила універсальну дронобійку, яка може встановлюватися на всі платформи, від БЕКів та гелікоптерів до пікапів та НРК. Дистанційно керований бойовий модуль (ДКБМ) “Хижак” - це бойова платформа зі штучним інтелектом. Основне її завдання – уражати FPV-дрони противника на підльоті до цілі. Його озброєння включає кулемет калібру 7,62 мм, при цьому дальність стрільби - до 800 метрів. Для виявлення і супроводження цілі, а також наведення прицілу на ціль застосовується штучний інтелект. Лазерний далекомір та балістичний обчислювач “Хижака” дозволяє влучати навіть на відстані кількох сотень метрів. До боєкомплекту входить 700 набоїв, що може вистачити на знищення понад 100 перехоплених FPV-дронів. Для ведення вогню бойова платформа “Хижак” має два режими: 1-2 постріли та 3-4 постріли. Всього 1-3 короткі черги достатньо для перехоплення цілі, а це вже що говорить про його точність. Звісно, така характеристика передбачалась розробниками в ідеальних умовах, бо очевидно, що у реальних бойових розхід набоїв буде більший, а можлива кількість перехоплених цілей, відповідно, менше. Але найцікавішим є те, що цей бойовий модуль може встановлюватись на безекіпажні катери (БЕК), гелікоптери, наземні роботизовані комплекси (НРК) та пікапи. Відтак, компанії вдалось стабілізувати приціл та гармату так добре, що дозволило встановлювати її на такі нестабільні платформи, як гелікоптер та БЕКи. Декларується в рекламних проспектах можливість стрільби у русі. Так, “Хижак” встановили на гелікоптер Airbus H125 ДПСУ. Очевидно, що для перехоплення FPV-дронів гелікоптер не буде літати поблизу фронту. Відтак, “Хижак” призначений й для ураження інших типів безпілотників, зокрема “шахедів” та розвідувальних БпЛА. Зрозуміло, що для ураження таких цілей знадобиться вже значно більше набоїв, ніж 3-4 кулі, що передбачає більшу кількість боєкомплектів для перехоплених цілей. Можна говорити, таким чином, що це є універсальне рішення. Цікавим рішенням є встановлення “Хижака” на безекіпажні катери та наземні роботизовані комплекси. Зокрема, було встановлення “Хижака” на БЕК “Magura v5” та НРК “TERMIT” й “Лють”. Як відомо, ці платформи дуже вразливі до атак FPV-дронів чи баражуючих боєприпасів, оскільки вони не мають можливості їм протидіяти, крім систем радіоелектронної боротьби. Але навіть один НРК чи БЕК з таким бойовим модулем, як “Хижак”, у складі групи може протидіяти дронам на оптоволокні. До прикладу, під час виконання бойового завдання НРК чи БЕК з “Хижаком” може супроводжувати іншу таку саму платформу з іншим типом озброєння чи вантажем. Слід відмітити, що бойовий модуль обладнаний двома тепловізійними камерами, окрім

лазерного далекоміра. Перша має кут огляду 48 градусів, яка призначена для виявлення цілей. Інша - має кут огляду 15 градусів - для прицілювання. Однак, судячи з усього, камера - це єдиний засіб для виявлення цілей, оскільки 48 градусів це дуже вузький кут, то бойовий модуль має дуже велику сліпу зону (де він просто не буде бачити ціль і як наслідок не зможе її перехопити). Єдиний варіант для ефективного перехоплення цілей - поворот бойового модуля в усі сторони. Як підсумок, можна стверджувати, що “Хижак” - це справді універсальний мисливець на дрони, який здатний уражати різні типи цілей, використовувати різні кулемети й встановлюватись на абсолютно різні бази.

Філімонов С.М.
Лунькова Г.В., канд. техн. наук, доцент
Літневський Ю.С.
НАСВ

СТАТИСТИЧНІ ДАНІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПІДГОТОВЦІ ОПЕРАТОРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сучасний етап розвитку безпілотних технологій характеризується стрімким зростанням ролі штучного інтелекту (ШІ) у військовій сфері, зокрема у підготовці операторів БпЛА. В умовах високої інтенсивності бойових дій, інформаційного перевантаження та необхідності швидкого прийняття рішень традиційні підходи до навчання виявляються недостатньо ефективними.

Особливого значення набувають технології комп’ютерного зору, системи Learning Analytics, а також інтелектуальні тренажери та системи підтримки прийняття рішень.

Статистичні дані є важливим інструментом об’єктивної оцінки ефективності впровадження ШІ у підготовку операторів БпЛА. Вони дозволяють кількісно визначити вплив новітніх технологій на якість навчання, швидкість підготовки, рівень помилок та економічну доцільність використання інноваційних систем.

Використання інтелектуальних тренажерів підвищує ефективність засвоєння навичок на 25–40% у порівнянні з традиційним навчанням. Час підготовки оператора скорочується в середньому на 20–30% завдяки адаптивним алгоритмам. Кількість критичних помилок під час тренувань зменшується на 30–50%.

Використання у підготовці та розвідці алгоритмів комп’ютерного зору (Computer Vision) досягають точності розпізнавання об’єктів на рівні 85–95% (залежно від умов і типу сенсорів).

Використання ШІ зменшує час аналізу відеопотоку. Вручну: 10–15 хв / 1 хв відео, а із ШІ у режимі реального часу 1:1 або швидше. В сучасних умовах до 70% розвідувальної інформації з БпЛА обробляється із застосуванням алгоритмів автоматичного аналізу.

Системи Learning Analytics підвищують точність оцінки рівня підготовки до 80–90%.

До 60% навчальних сценаріїв у сучасних симуляторах генеруються або коригуються автоматично.

Більше 65% сучасних військових тренажерів (NATO / США / ЄС) вже містять елементи ШІ. У підготовці операторів БпЛА цей показник сягає 70–80%. До 50% навчального часу може проходити у віртуальних або змішаних середовищах (VR/AR + AI).

Системи підтримки прийняття рішень знижують когнітивне навантаження оператора на 20–35%. Швидкість прийняття рішень зростає на 15–25%. Ймовірність помилки в стресових умовах зменшується на до 40%.

Використання симуляторів із ШІ знижує витрати на підготовку на 30–60% (за рахунок меншого використання реальної техніки). Окупність впровадження таких систем — 1,5–3 роки.

Аналіз статистичних даних свідчить про високу ефективність використання штучного інтелекту у підготовці операторів БпЛА. Впровадження інтелектуальних тренажерів та адаптивних алгоритмів навчання забезпечує суттєве підвищення якості підготовки, зокрема збільшення ефективності засвоєння навичок та скорочення часу навчання.

Таким чином, статистичні показники переконливо демонструють, що штучний інтелект є ключовим фактором підвищення ефективності, адаптивності та якості підготовки операторів БпЛА, формуючи нову парадигму військової освіти.

Фтемов Ю.О., канд. техн. наук, ст. наук. співробітнпк
НАСВ

ДРОНІЗАЦІЯ ВІЙНИ: ВПЛИВ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЛОГІСТИКУ

Сучасний етап російсько-Української війни характеризується переходом до якісно нової моделі ведення бойових дій, у якій ключову роль відіграють безпілотні та роботизовані системи. Узагальнення аналітичних оцінок, а також відкритих джерел дозволяє стверджувати, що війна дедалі більше набуває ознак дистанційного, мережецентричного та алгоритмізованого протиборства. Найбільш помітною тенденцією є масове застосування безпілотних літальних апаратів, передусім FPV-дронів, які фактично стали основним засобом ураження на тактичному рівні. Середня дальність їх ефективного застосування становить 5–10 км, а за використання ретрансляторів може досягати 15–20 км. Завдяки високій точності – до 1-2 метрів – ефективність ураження особового складу оцінюється на рівні 60–80% при прямому влучанні. Для легкобронюваної техніки цей показник становить 40–70%, тоді як для танків – 20–40% залежно від умов та рівня захисту. Загалом, за різними оцінками, до 60–80% усіх уражень у сучасних бойових діях здійснюється саме із застосуванням безпілотних систем.

Важливим фактором підвищення ефективності стало поєднання безпілотників із артилерією. Якщо раніше для знищення цілі могло знадобитися 20–50 снарядів, то завдяки коригуванню з дронів ця кількість скоротилася до 3–10, що забезпечує зростання ефективності на 60–80% і зменшення часу ураження до 3–5 хвилин. У результаті формується нова модель бойових дій, у якій вирішальним є швидкий цикл “виявлення – передавання даних – ураження”.

Дальність виявлення і ураження також суттєво змінилася. Піхота виявляється на дистанціях 3–8 км, техніка – на 5–15 км, а артилерійське ураження здійснюється на 15–30 км.

Ударні безпілотники можуть діяти на відстанях 20–40 км і більше. Це призводить до формування так званого “прозорого поля бою” на глибину до 10–15 км, де будь-яке переміщення стає потенційною ціллю. Наземні роботизовані комплекси наразі мають менші радіуси застосування – зазвичай 1–5 км, що зумовлено обмеженнями зв’язку та впливом РЕБ. Водночас їх роль є надзвичайно важливою у сфері логістики та забезпечення. Використання таких систем для підвозу боєприпасів і евакуації поранених дозволяє знизити втрати особового складу на 20–30%. У бойових умовах вони здатні виконувати завдання на дистанціях до 1-2 км, однак їх основне призначення полягає у збереженні життя і підвищенні стійкості підрозділів.

Безпілотні технології радикально трансформували військову логістику. За оцінками до 60–70% втрат техніки в прифронтовій зоні пов’язано саме з ударами дронів. У зоні до 10–15 км від лінії фронту будь-яке переміщення перебуває під постійною загрозою. Це змушує переходити до розосередженої моделі постачання: невеликі партії вантажів, часта зміна маршрутів і переважно нічне пересування. У результаті швидкість логістичних операцій знижується на 30–50%, проте їх живучість підвищується.

Подальший розвиток зазначених систем визначатиме характер війни. Однією з ключових тенденцій є впровадження ШІ та автономних функцій. Очікується, що протягом 3–5 років понад половина безпілотників матиме здатність до автоматичного розпізнавання цілей і частково автономного наведення, що може підвищити ефективність ураження ще на 20–30%. Удосконалення ройових технологій дасть змогу перевантажувати системи ППО та РЕБ, а також підвищувати ймовірність ураження цілей до 80–90%. Ключовим фактором при цьому є інтеграція всіх елементів у єдині цифрові системи управління, що забезпечить скорочення циклу “виявлення – ураження” до 1-2 хвилин і перехід бойових дій у режим реального часу.

Хаустов Д.Є., канд. техн. наук, ст. дослідник
НАСВ
Хаустов Я.Є., д-р філософії
в\ч 4767
Вергун В.А.
ЛДУВС

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО КЛАСУ

Бойова живучість безпілотних систем тактичного класу (БпС) на полі бою значною мірою визначається здатністю забезпечити виконання бойового завдання під впливом протидії сил та засобів противника, з врахуванням навіть втрати керування.

Протягом останнього року так звана сіра зона на лінії зіткнення збільшилась на 10-12 км. У середньому противник використовує на добу до 10000 авіаційних та наземних БпС. Більшість із зазначених БпС управляється через оптоволоконні системи.

Для протидії ворожім БпС під впливом їх засобів радіоелектронної боротьби у підрозділах БпС Збройних Сил України поряд зі звичайними радіоканалами керування активно використовуються оптоволоконні системи керування зразками БпС.

Використання в БпС оптоволоконних систем керування надає низьку переваг. Насамперед це забезпечує стабільність зв'язку та високу стійкість до впливу засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника, оскільки передавання даних здійснюється через оптоволоконний канал, а не радіоефір. Ще однією важливою перевагою є значна дальність застосування: довжина оптоволоконного кабелю фактично визначає максимальну дистанцію роботи БпС, і на практиці вже реалізуються моделі, здатні ефективно функціонувати на відстанях на десятки кілометрів. Це суттєво розширює оперативно-тактичні можливості та дає змогу виконувати завдання на значних відстанях.

Наразі питання ефективної протидії БпС з оптоволоконними системами керування залишається одним із найскладніших викликів на полі бою. Військові фахівці наголошують, що повноцінного комплексного рішення поки не існує, оскільки традиційні засоби РЕБ практично не впливають на такі системи. Складність полягає в тому, що засоби протидії мають поєднувати одразу декілька компонентів: ефективне виявлення БпС та його безпосередньо фізичне знищення.

В той же час вітчизняними виробниками проводяться роботи зі створення БпС з комбінованими системами управління. Так, наприклад, у разі повного використання оптоволоконного кабелю керування або його пошкодження БпС автоматично скидає котушку та переходить на резервні канали керування. Після цього БпС може здійснити повернення до контрольної точки за заданими параметрами або орієнтирами азимуту чи виконати завдання, використовуючи резервний канал керування. Зазначене забезпечує безперервність виконання завдання та підвищує надійність його функціонування.

Отож, підбиваючи підсумки, варто зазначити, що впровадження комбінованих каналів управління БпС тактичного класу в умовах ведення російсько-Української війни дає можливість підвищити їх живучість та ймовірність виконання бойового завдання. Ефективність використання БпС залежить не лише від впровадження комбінованих каналів керування, а й від тактики їх застосування та організації взаємодії з іншими підрозділами частин та підрозділів Сил безпеки та оборони України.

Хахула В.В.
Казан П.І., канд. військ. наук, ст. дослід.
Корольова О.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА РАХУНОК ОСНАЩЕННЯ ЇХ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Застосування безпілотних авіаційних комплексів в російсько-Українській війні суттєво змінило баланс засобів ведення збройної боротьби. Виконання багатьох завдань за допомогою людини на полі бою стало практично неможливим або недоцільним, значно ускладнилось застосування традиційних засобів озброєння, військової та спеціальної техніки.

У таких умовах все більшої актуальності набуває застосування безпілотних наземних комплексів (далі – БпНК) різного призначення, серед яких можна виділити БпНК вогневої підтримки, ударні (камікадзе), логістичні, евакуаційні та інженерні. Застосування на полі

бою БпНК сприяє зменшенню втрат особового складу та забезпечує виконання завдань в тих умовах, де застосування інших засобів є недоцільним чи неефективним. Безпілотні наземні комплекси здебільшого використовуються для виконання логістичних та евакуаційних задач, рідше – для улаштування інженерних загороджень, вогневої підтримки, розвідки та як ударні (камікадзе). Така тенденція спостерігається уже протягом тривалого часу. Збільшення кількості бойових завдань, які виконуються БпНК або з їх участю, може бути досягнуто шляхом підвищення рівня роботизації підрозділів – оснащення їх перспективними надійними зразками БпНК.

Водночас досвід застосування БпНК у підрозділах Сухопутних військ свідчить, що їхній потенціал обмежений через недостатню технічну досконаліть, надійність і готовність окремих зразків до використання в реальних умовах. Це зумовлює потребу у визначенні перспективних напрямів підвищення ефективності підрозділів Сухопутних військ за рахунок оснащення їх БпНК.

Перспективними напрямами підвищення бойової ефективності підрозділів Сухопутних військ за рахунок оснащення їх БпНК є:

1. Заміна (доповнення) наявного озброєння, військової та спеціальної техніки на БпНК зі змінними бойовими чи спеціальними модулями.

2. Збільшення кількості бойових завдань, які будуть виконуватись із застосуванням вогневих (ударних), логістичних, інженерних та інших БпНК.

3. Проведення наукових досліджень та впровадження інноваційних рішень, у тому числі в експериментально-бойових підрозділах, щодо реалізації в БпНК технологій: штучного інтелекту, модульності конструкцій, підвищення прохідності та автономності, забезпечення стійкого багатоканального зв’язку, захисту від FPV-дронів та ін.

Інтеграція БпНК у структуру підрозділів Сухопутних військ є необхідністю, що зумовлена сучасним характером ведення бойових дій. Перехід від епізодичного використання БпНК до системної роботизації підрозділів дозволить суттєво знизити рівень втрат серед особового складу, підвищити гнучкість управління, створити технологічну перевагу над противником. Реалізація окреслених перспективних напрямів потребує тісної взаємодії між науковими установами, виробниками та безпосередньо підрозділами військових частин Сухопутних військ.

Хахула В.В.
Купріненко О.М., д-р техн. наук, професор
НАСВ

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕЛІКУ ЗАВДАНЬ, ЯКІ ПОКЛАДАЮТЬСЯ НА БЕЗПІЛОТНІ НАЗЕМНІ КОМПЛЕКСИ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ

Досвід бойового застосування безпілотних наземних комплексів (далі – БпНК) у російсько-українській війні засвідчив наявність у них технічних та функціональних обмежень. Зокрема наявні підходи до створення та впровадження БпНК вогневої підтримки переважно зосереджені на технічних рішеннях, тоді як питання їх функціонального призначення у системі дій підрозділів опрацьовані недостатньо. Внаслідок цього окремі зразки БпНК вогневої підтримки не повною мірою відповідають реальним потребам військ, а їхній потенціал у бойовій обстановці реалізується лише частково.

Обмежені масштаби бойового застосування БпНК вогневої підтримки зумовлені не лише недосконалістю окремих зразків, а й недостатнім опрацюванням питань, пов'язаних із визначенням їх місця в системі вогню підрозділів, переліку завдань, які на них необхідно покладати, а також вимог до основних характеристик. Однак, це не зменшує актуальності подальшого розвитку БпНК вогневої підтримки, а, навпаки, підтверджує потребу в науково обґрунтованому пошуку шляхів підвищення ефективності їх бойового застосування.

Першочерговим етапом досліджень щодо підвищення ефективності бойового застосування БпНК вогневої підтримки є визначення переліку завдань, які необхідно покладати на ці комплекси у сучасному загальновійськовому бою. Насамперед йдеться про завдання, виконання яких забезпечує зниження ризику для особового складу, підвищення стійкості підрозділів під вогневим впливом противника, а також забезпечення ураження цілей у складних умовах. Аналіз ведення сучасного загальновійськового бою, проведений з метою визначення місця і ролі в ньому тих вогневих засобів, які є типовими для встановлення на БпНК вогневої підтримки, показав, що сьогодні такими завданнями можуть бути:

- безпосередня вогнева підтримка підрозділів під час ведення штурмових дій;
- ведення оборонних та стримуючих дій;
- спеціальні та диверсійно-розвідувальні завдання;
- охорона об'єктів та виконання охоронних функцій в логістичних місіях.

Чітке окреслення цих завдань та їх деталізація дасть змогу встановити межі доцільності застосування БпНК вогневої підтримки та відокремити функції, які для них є непріоритетними та можуть більш ефективно виконуватися іншими засобами.

Визначення переліку завдань, які покладаються на БпНК вогневої підтримки, створює основу для подальших досліджень, метою яких є підвищення ефективності бойового застосування БпНК вогневої підтримки, за рахунок розроблення пропозицій щодо формування їх технічного вигляду. Без цього етапу подальші дослідження матимуть фрагментарний характер і в кінцевому варіанті не забезпечать належного зв'язку між потребами бойового застосування та параметрами комплексів.

Таким чином, наступні етапи дослідження мають бути спрямовані на декомпозицію завдань, які покладаються на БпНК вогневої підтримки та підготовку підґрунтя для подальшого моделювання процесу їх бойового застосування. Реалізація такого підходу створить необхідні передумови для вибору раціонального технічного вигляду БпНК вогневої підтримки та розроблення практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності їх застосування у сучасних умовах ведення бойових дій.

Цегельник В.В.
Задорожний В.П.
НАСВ

ПРО РОЗРОБКУ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БпЛА НА ПОЛІ БОЮ

Українські інженери продовжують розробляти автономні системи, які підвищують ефективність БпЛА на полі бою. І цей досвід може визначити нові стандарти військових технологій. Випереджаючи світові аналоги, вже сьогодні в Україні створюються новітні

рішення. А їхня головна сила - це практичний досвід, набутий у реальних бойових умовах. FPV-дрони - один із ключових інструментів сучасної війни, змінюючи ситуацію на полі бою, але водночас залишаються вразливими до дії засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Підвищення ефективність безпілотників в таких умовах знайшлося в рішеннях українських інженерів. В сучасній війні FPV-дрони виконують безліч завдань: від розвідки до уражень. Але через дію систем радіоелектронної боротьби противника, рельєф або відстань оператор може втратити сигнал ще до того, як безпілотник досягне цілі. Саме над цією проблемою працювали українські інженери. При однаковій кількості дронів ефективність ураження може бути кардинально різною. Вона може становити 10%, 30%, 50% і більше. Автономність - це шлях підвищення ефективності, спосіб боротьби із противником. Таким рішенням стала система автодоведення: технологія, що дозволяє дрона самостійно завершити атаку навіть після втрати зв'язку з оператором. Головна перевага полягає в тому, що оператору надається можливість вибрати ціль заздалегідь, до того, як зникне зв'язок. Відповідно, як мінімум, надається можливість на останньому кілометрі-півтора польоту все ж вразити ціль, попри зовнішні фактори впливу. Так, компанія NORDA Dynamics розробляє компоненти, які можна інтегрувати в різні платформи. Це дозволяє швидко масштабувати рішення. Тестування проводиться не лише в лабораторіях - інженери постійно перевіряють системи в бойових умовах. На сьогоднішній день дуже багато часу проводяться тестування в "полі", оскільки будь-які зміни в коді програмування, у логіці управління чи в чомусь іншому передбачають польові випробування. Для перших випробувань (допольових) використовують ще симуляцію. Одне з головних завдань - робота без GPS, адже в бойових умовах супутникова навігація часто недоступна. Це дозволяє нівелювати вплив систем радіоелектронної боротьби противника. Оператор вибирає ціль візуально. Система за допомогою камери фіксує її і далі самостійно керує дроном, щоб довести його до визначеної цілі без участі оператора БпЛА. Так, якщо у оператора зникає зв'язок під час підльоту звичайного коптера до цілі, якщо ціль захищена РЕБ або іншими системами, то на дрони зі встановленою автономною системою вже це не має впливу ніяке РЕБ, ніякі перешкоди. Попри високий рівень автоматизації розробники зазначають: ці технології поки що не можуть повністю замінити людину, оскільки остаточне рішення щодо цілі та захоплення - за пілотом; це скоріше помічник, який бере на себе частину роботи та відповідальності оператора БпЛА.

Чепкій В. В., канд. техн. наук, доцент
Скачков В. В., д-р техн. наук, професор
Єфимчиков О. М., канд. техн. наук, доцент
Набок В. К., канд. військ. наук, с.н.с.
Військова академія (м. Одеса)

РОЗВИТОК ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОКАНАЛІВ БЕЗПІЛОТНОЇ КОАЛІЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СЦЕНАРІЯХ ПРИХОВАНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Філіація типових прогнозних сценаріїв (ТПСц) прихованої невизначеності сприяє розвитку захищеності радіоканалів C_m безпілотної коаліційної системи (БпКС) в умовах організованих перешкод: $\boldsymbol{\eta}(t) \in W_\eta$, з простору W_η. Невизначеність аналізується в показниках нестабільності каналів C_m передачі інформації та нестаціонарності ітераційного процесу в

секторах наземного та повітряного ешелонів зовнішнього інформаційно-конфліктного середовища (ЗвІКС).

Методологія дослідження ґрунтується на акомодації сценарного підходу до ергатичних атрибутів БпКС, декомпозиції ЗвІКС у стратах коаліційної, індиферентної, радіоелектронної конфліктності та ідентифікації перешкодозахищеності радіоканалу C_m з протидією засобам радіотехнічної розвідки і станціям радіоперешкод системи радіоелектронного придушення (РЕП), а також позиціонуванні командної, телеметричної, цільової (корисного навантаження) реляційності розподілених радіоканалів C_m з апаратними $R_{hw} \in R_{rcc}$, інформаційними $R_{inf} \in R_{rcc}$ та програмними $R_{sw} \in R_{rcc}$ ресурсами. Захищеність канального ресурсу R_{rcc} забезпечує ефективність взаємодії цифрового контенту та функціональну безпеку ліній радіозв'язку наземного пункту управління гетерогенної БпКС з дистанційно-віддаленими гомогенними угрупованнями.

Комплекс ТПСц формується в сегментації кластерів оцінок експертних суджень, зокрема:

- сегменту S_{tfrcou} подолання невизначеності ЗвІКС в сенсі варіабельності співвідношення кількість/точність отриманої інформації. Сегментація передбачає формування ядра ТПСц у базисі лінійного простору векторів важливих, зумовлених та невизначених факторів ЗвІКС;

- сегменту S_{tfrcrf} раціонального функціонування радіоканалів C_m в середовищі активної дії перешкод $\boldsymbol{\eta}(t) \in W_\eta$. Середовище асоціюється з гіпотезою радіоелектронного конфлікту, в якому з одного боку задіяні ресурси БпКС, а з іншого – засоби системи РЕП. Цільовий результат $\mathbf{g_0}(t) \in G$ залежить від способу дій (прогнозу), який обирає кожна із протиборчих сторін;

- сегменту S_{tfrcmr} управління ризиками з імовірністю отримання несприйнятого результату. Каузальність сценарних ризиків в показниках відхилень від прогнозованого (бажаного) результату призводить до значних втрат, породжуючи «аномалію неефективності канального ресурсу R_{rcc}», а саме, відсутності синергетичного ефекту в ході виконання цільових завдань;

- сегменту $S_{tfrcpii}$ потенційної перешкодозахищеності канального ресурсу R_{rcc} в критеріях завадостійкості та прихованості. Наскрізне прогнозування завадостійкості афілійоване з надійністю передачі пакетної інформації і здатністю апаратно-програмного обладнання каналів протистояти активним впливам радіоперешкод $\boldsymbol{\eta}(t)$. Прихованість каналів C_m ототожнюється з розвідозахищеністю та її ключовим показником – інформативністю демаскуючих ознак.

Комплектність ТПСц дозволяє виявити неприваблівні стратегії $\boldsymbol{\omega}_{unw} \in \Omega$ захисту канального ресурсу БпКС, а в подальшому зорієнтуватись саме на ТПСц з коаліційними угрупованнями.

Пошук оптимальної стратегії $\boldsymbol{\omega}_{opt} \in \Omega$ захисту канального ресурсу R_{rcc} серед прогнозних сценаріїв S_{tfrc} здійснюється методом SWOT-аналізу, модифікованого до реалій оголошеної проблеми. Оптимальна стратегія $\boldsymbol{\omega}_{opt}$ зобов'язує в умовах РЕП максимально швидко уникати енергетичного протиборства з активними (навмисними) шумовими радіоперешкодам $\boldsymbol{\eta}(t) \in W_\eta$.

Черевко П.С.
НАСВ

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛІВ БПЛА

Російсько-Українська війна 2022-2026 років ознаменувала прискорення процесу переходу від керованих операторів безпілотних апаратів до автоматичних систем керування, від одиночних безпілотних літальних апаратів до роїв дронів з елементами штучного інтелекту. Штучний інтелект виходить на рівень обов'язкових елементів розвідки, розпізнавання цілей корегування артилерійського ураження, а також можливість створення роїв дронів з використанням штучного інтелекту. Ройова технологія ("swarm technology") передбачає одночасне застосування групи від кількох до кількох сотень дронів, які координують свої дії автономно за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, mesh-мереж та машинного зору.

Українські розробники активно впроваджують напівавтономні рої через платформи Brave1. Системи типу Swarmer та інтеграція Hivemind дозволяють одному оператору керувати роєм від 8 до 800 дронів. У 2025-2026 роках зафіксовано перші бойові застосування роїв з автономним розподілом цілей і координацією атаки.

В свою чергу російська федерація розвиває ройові атаки переважно на базі дронів-камікадзе типу "Shahed/Герань", з елементами mesh-мереж, проте повноцінні автономні рої поступаються українським за рівнем інтеграції ШІ. Наразі переважає напівавтономний режим ("human in the loop"), де оператор задає завдання, а ШІ керує виконанням.

Суть основних технології роїв дронів з штучним інтелектом базується на алгоритмах ройового інтелекту ("swarm intelligence"), що забезпечують самоорганізацію, уникнення зіткнень і розподіл цілей, дозволяючи здійснити "машинний збір" і автономне розпізнавання об'єктів у реальному часі. Вбудована автономна навігація (в умовах відсутності GPS (GPS-denied)) за допомогою візуально-інерційних систем дозволяє розпізнати місцевість. Не меншої популярності в безпілотних системах набувають Mesh-мережі, які дозволяють обмін даними між дронами без центрального вузла керування. Велику надію в застосуванні подають материнські дрони ("mothership"), які є носієм менших FPV-дронів з ШІ-модулями, що забезпечує ураження великої ділянки місцевості, створення так званих "kill zone". Одночасно з можливостями ураження наземних ціле впроваджується в систему ураження повітряних цілей використання роїв дронів-перехоплювачів для знищення БпЛА типу "Shahed" та ворожих FPV з мінімальним втручанням людини.

Активне використаня дронів з встроєним штучним інтелектом набуває в діях малих піхотних (штурмових) груп, основними завданнями яких є:

Інфільтрація та штурм: Дрони з ШІ ведуть розвідку маршруту, виявляють засідки, автономно завдають превентивних ударів і супроводжують групу.

Підтримка атаки: Рої FPV створюють "kill zone", самостійно розподіляють цілі та добивають після первинного удару.

Логістика та оборона: Автономні cargo-дрони та перехоплювачі зменшують навантаження на операторів і підвищують виживаність групи.

Майбутнє війни - це симбіоз людини та автономних систем, де ШІ нівелює чисельну перевагу та робить поле бою ще "прозорішим". Штучний інтелект перетворює безпілотні системи з допоміжного інструменту на головний бойовий елемент сучасної війни. Рої дронів з штучним інтелектом є наступним етапом еволюції безпілотних систем і вже суттєво впливають на характер сучасної війни.

Чередніков О.М., канд. техн. наук, доцент
ДНДІ ВС ОВТ

РОЛЬ КЛАСИФІКАЦІЙ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У АНАЛІЗІ ЇХНЬОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВ

Класифікація безпілотних систем (БпС) є одним із інструментів аналізу їхнього технологічного розвитку та оцінювання перспектив подальшої еволюції. Вона забезпечує впорядкування великої кількості різнорідних платформ (наземних, повітряних, морських і підводних) та створює основу для їх порівняння за спільними ознаками. У сучасних умовах швидкого розвитку технологій класифікаційні підходи набувають особливого значення, оскільки дозволяють систематизувати постійно зростаючу різноманітність безпілотних систем і визначати їх місце в загальній структурі галузі.

Сучасні БпС еволюціонують від простих дистанційно керованих платформ до складних інтелектуальних систем із високим рівнем автономності, здатних до взаємодії в мережах і виконання багатьох функцій одночасно. Унаслідок цього традиційні класифікаційні ознаки, такі як маса, дальність чи функційне призначення, вже не повною мірою відображають сутність БпС.

Загальною проблемою залишається невідповідність між швидкістю розвитку безпілотних технологій і темпами оновлення науково-методичних та нормативних підходів до їх класифікації. Це створює розрив між практикою та теорією, ускладнює формування єдиної термінологічної бази та знижує ефективність стратегічного планування розвитку галузі. Вирішення цієї проблеми можливе лише за умови переходу до гнучких, динамічних і багатокритеріальних класифікаційних систем.

Важливою функцією класифікації є відображення рівня технологічної зрілості та напрямів розвитку БпС. Зміни в їх архітектурі, поява елементів штучного інтелекту, підвищення автономності та інтеграція в мережеві середовища призводять до трансформації традиційних класифікаційних ознак. Якщо раніше основна увага приділялася технічним параметрам і середовищу застосування, то сьогодні дедалі більшого значення набувають функціональна роль системи, рівень автономності та здатність до взаємодії в складних інформаційних структурах.

Класифікація також виконує аналітичну функцію, оскільки дозволяє виявляти загальні тенденції розвитку галузі та прогнозувати її подальшу еволюцію. Саме на основі класифікаційних підходів можна простежити перехід від простих дистанційно керованих платформ до складних інтелектуальних систем, здатних до самостійного прийняття рішень та координації дій у групах. Це, у свою чергу, формує підґрунтя для визначення перспективних напрямів досліджень і впровадження нових технологічних рішень.

З позицій системного аналізу класифікація має бути адекватною реальній структурі об’єкта, однак у випадку БпС виникає розрив між усталеними класифікаційними моделями та фактичними характеристиками сучасних апаратів. Інтеграція штучного інтелекту, розвиток мережецентричних підходів і поява гібридних платформ змінюють саму природу БпС. зміщуючи акцент із окремого апарата на його функціональну роль у складній системі взаємодії.

Класифікація в оцінюванні сучасного стану та перспектив розвитку безпілотних систем саме як впорядкований поділ цих систем дозволяє системно аналізувати їхні можливості,

рівень розвитку та напрями подальшого вдосконалення. Передусім, класифікація БПС забезпечує структуроване розуміння галузі. Безпілотні технології охоплюють широкий спектр засобів - від повітряних дронів до наземних роботизованих платформ і морських автономних апаратів. Їх класифікують за різними ознаками.

Сучасні класифікації повинні враховувати багатовимірність безпілотних систем, їх інтеграційний характер та зростаючу роль програмно-апаратних інтерфейсів. Отже, класифікація виступає не лише засобом впорядкування інформації, але й важливим аналітичним інструментом, що забезпечує зв'язок між сучасним станом технологій та прогнозуванням їхнього подальшого розвитку.

Чимбанга Е.К.
Кривцун В.І., д-р техн. наук, ст. наук. співробітн.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДОЛОГІЯ ВІДБОРУ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ

Ускладнення задач, що покладаються на рій безпілотних літальних апаратів (БпЛА), підвищує вимоги до методів їх оцінювання. Показники з різних предметних областей – надійності, мережевої взаємодії, безпеки просторового руху та сценарного тестування – вже існують, однак єдина методологія їх відбору й узгодженого застосування під час випробувань відсутня.

У наявних дослідженнях поряд із показниками фігурують статистичні характеристики, моделі, внутрішні змінні алгоритмів і нормативні обмеження – без розмежування їхніх ролей. Така різнорідність ускладнює відбір, породжує дублювання і потребує окремої методологічної процедури з чіткими критеріями включення кожного показника до системи оцінювання.

З метою розроблення методології відбору показників для оцінювання спроможності рою БпЛА під час випробувань на єдиній концептуальній основі проведено наукове дослідження. Розмежовано три базові поняття: спроможність (здатність рою виконувати завдання в установлених умовах), результат функціонування (фактичний підсумок роботи в конкретному сценарії) та придатність (висновок про відповідність результату встановленим вимогам). На цій основі сформовано архітектуру системи показників із трьох груп: сценарне охоплення (S) – якість випробувального пакета; робота рою (R) – функціонування під час виконання завдання; часова сталість (T) – часові характеристики мережевої та координаційної взаємодії.

Відбір здійснювався за шестиетапною схемою: нормалізація опису показників, первинний відсів нерелевантних записів, змістове зведення та розмежування типів записів, формування блоків, усунення перекриття і підсумкова перевірка. Кожен показник включався лише за одночасного виконання шести критеріїв: змістова відповідність, вимірюваність, відтворюваність, відсутність дублювання, придатність для випробувань та відсутність повторного врахування. Для групи T додатково застосовувався критерій часової природи показника, для групи S – критерій рівня узагальнення.

Методологію апробовано на масивах по 93, 94 і 96 позицій для груп S, R і T відповідно. За результатами відбору сформовано 42 показники, розподілені за роллю: обов'язкові, для окремих умов випробувань і допоміжні. Розмежування показників і супровідних методичних елементів усунуло дублювання та виключило величини без самостійної ролі в оцінюванні.

Запропонована методологія забезпечує узгоджену та відтворювану систему показників через послідовне застосування чітко визначених критеріїв. Архітектура S/R/T розмежовує оцінювання випробувального пакета й самого рою, усуває неоднорідність при відборі та формує основу для нормування, зважування й інтегрального оцінювання спроможності рою БпЛА.

Чимбанга Е.К.
Шевага В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ: СКЛАД, СТРУКТУРА ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

Оцінювання спроможності рою БпЛА потребує системи показників, яка охоплює суттєві властивості рою і водночас забезпечує обґрунтованість самої процедури оцінювання. Питання про те, за якими групами показників і в якому складі проводити таке оцінювання під час випробувань, залишається відкритим. Щоб сформувати систему показників, придатну до практичного застосування, потрібно відповісти на два питання: які показники входять до системи і яку роль кожен із них відіграє в оцінюванні. У наявних дослідженнях і стандартах ці питання щодо рою БпЛА не розглядаються системно – через що відсутні і впорядкований склад показників, і розмежування між обов'язковими, умовними та допоміжними, що є передумовою побудови протоколу випробувань.

З метою визначення фінального складу показників трьох груп оцінювання спроможності рою БпЛА – сценарного охоплення (S), роботи рою (R) і часової сталості (T) їх розподіллено за роллю та обґрунтовано практичне значення системи для побудови протоколу випробувань.

Відбір здійснювався з вихідних масивів по 93, 94 і 96 позицій для груп S, R і T відповідно із застосуванням шести критеріїв. Кожен показник класифікувався за роллю: обов'язковий для базового висновку про спроможність рою, застосовний лише в певних конфігураціях або режимах, або допоміжний – для уточнення вже встановленого результату.

Основні результати. До групи S увійшло 13 показників у п'яти блоках: різноманітності, збалансованості, повноти, критичності та репрезентативності. Обов'язковими визначено 8: відстань між сценаріями, попарні метрики різноманітності, t-way факторне покриття, покриття пар “умова – перевірювана функція рою” та охоплення критичних умов і станів. До умовних віднесено відстань Жаккара, поведінкову різноманітність, показники збалансованості та репрезентативності.

Група R охоплює 15 показників у п'яти блоках: надійності та готовності, виконання завдання, безпеки просторової взаємодії, стійкості та зв'язності мережі. Обов'язковими є 8: фазова надійність виконання завдання, імовірність його завершення, частоти втрати

безпечного розділення та небезпечного зближення, інтегральний показник стійкості й середня частка часу збереження зв'язності.

Група Т включає 14 показників у шести блоках: затримки, безперервності, синхронізації, відновлення, узгодження та змін стану мережі. Сім обов'язкових задають мінімально достатній опис часової поведінки рою: затримка передавання пакета, варіація затримки, безперервність зв'язності, втрати пакетів у часі, точність синхронізації, часова реакція на порушення та часова сталість успіху зв'язку.

Система S/R/T розмежовує три об'єкти оцінювання: якість випробувального пакета, роботу рою під час виконання завдання та часові характеристики його функціонування. Розподіл за роллю унеможливлює подвійне врахування однієї властивості і забезпечує гнучкість протоколу випробувань. Практичне застосування системи потребує уточнення правил обчислення складених показників і звірки формул із першоджерелами.

Чорномаз О.О.
Костюк С.О.
ЦУІД ЗСУ

ОРГАНІЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ЗА НАПРЯМОМ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

З 24 лютого 2022 року продовжується трансформація України у передовий центр розробки, тестування та модернізації безпілотних технологій світового рівня. Українські технологічні рішення та експертиза користуються попитом за кордоном, зокрема країни Перської затоки ведуть перемовини про закупівлю БпЛА української розробки та виробництва, Сполучені Штати Америки проводять апробацію українських морських безекіпажних катерів Magura V7, світові лідери в сфері оборонних технологій нарощують виробництво власних безпілотних систем, а компанії типу “Baykar” та “Swift Beat” отримують мільйонні оборонні контракти на виробництво технологічних рішень, що пройшли “бойове тестування” в Україні.

Історично ініціатива щодо розробки та впровадження інноваційних безпілотних рішень виходила не від державних структур, а від бойових підрозділів та їх особового складу. Зокрема у 2014-2016 роках рушієм таких змін стали добровольці та волонтери, що не мали в доступі “традиційних” військових технологій та шукали альтернативних рішень для власних завдань. У 2022 роках ініціатором змін стали вчорашні цивільні з досвідом розробки безпілотних систем, програмного та апаратного забезпечення, відеозйомки з цивільних БпЛА типу “Mavic” або спортивних перегонів на БпЛА з виглядом від першої особи (“FPV”). Аналогічно протягом 2024-2025 років силами майстерень підрозділів, волонтерів та окремих виробників продовжувались розробки та апробації БпЛА-перехоплювачів мультироторного типу. При цьому успішний досвід поширювався та масштабувався органічно – між окремими військовослужбовцями, майстернями, екіпажами та цілими підрозділами. І лише згодом, на базі отриманого досвіду та запитів військових, до подальшого масштабування залучались державні ресурси – починаючи з розвідувальних мультироторних БпЛА в 2022 році (запуск проєкту “Армія Дронів”) та перших БпЛА “Deep Strike”, продовжуючи ударними БпЛА з системою FPV у 2023-2024 роках та БпНК у 2025-2026 роках.

Спільними рисами у згаданих історіях успіху з впровадження безпілотних технологій можна назвати наявність нагальної потреби в цих технологіях, доступність технологічної бази для розробки та виготовлення технологічних рішень, а також наявність фахового та ініціативного особового складу для їх реалізації. На жаль, зазначені риси не є унікальними для української сторони – противник так само має доступ до глобального ринку, не зважаючи на санкції, так само комбінує готові компоненти у нові безпілотні продукти, так само інтегрує нові підходи у їх використанні з урахуванням як нашого, так і власного досвіду.

Враховуючи зазначене, з метою збереження та посилення технологічної переваги над противником, скорочення часу від розробки до впровадження та масштабування інноваційних технологій на полі бою існує потреба в організації, координації та підтримці інноваційної діяльності у Збройних Силах України. У доповіді розглянуто існуючий порядок організації інноваційної діяльності у Збройних Силах України за напрямом безпілотних технологій, наведено досвід Центрального управління інноваційної діяльності Збройних Сил України в частині координації інноваційних проєктів, визначені подальші напрями розвитку інноваційної вертикалі для оптимального залучення ресурсів складових Сил безпеки та оборони України.

Чумакевич В.О., канд. техн. наук, доцент
Пулеко І.В., канд. техн. наук, доцент
ЖВІ ім. С.П. Корольова

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ «МЕХАНІЧНОЇ РУКИ» В НАЗЕМНИХ БАГАТОЦІЛЬОВИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМАХ

Автономні джерела живлення, такі як акумулятори, генератори та паливні елементи, забезпечують функціонування сучасних систем озброєння. Їхня радіолокаційна детектованість може використовуватися противником для ідентифікації та наведення високоточного озброєння, що підвищує ризик демаскування та знижує бойову живучість. Радіолокаційна сигнатура визначається ефективною площею розсіювання (ЕПР), кутовими та спектральними характеристиками. Основні джерела сигнатури включають металеві корпуси, відкриті кабельні траси та неекрановані електронні модулі. Велика ефективна площа розсіювання підвищують ймовірність виявлення та точність наведення озброєння.

Пропонуються наступні конструктивні та експлуатаційні підходи до зменшення цих демаскувальних ознак джерел живлення.

1. Конструктивні заходи включають застосування радіопоглинаючих композитів (карбонових, феритових, полімерних), спеціальних покриттів із високим коефіцієнтом поглинання у діапазоні 2-18 ГГц, формування обтічних корпусів та оптимальне внутрішнє компонування елементів. Для додаткового зниження ЕПР застосовується багатошарове екранування з метаматеріалів та інтеграція джерел живлення у відсіки бойових платформ.

2. Експлуатаційні та тактичні заходи передбачають оптимізацію режимів роботи (плавне нарощування потужності, режим «stand-by»), використання природних маскувальних факторів (рельєф, рослинність), динамічне переміщення джерел живлення та планування роботи з урахуванням активності супутникових і наземних систем спостереження противника.

3. Незахищені генератори та акумулятори легко виявляються радарами. Впровадження радіопоглинаючих матеріалів, екранування та оптимізація режимів роботи дозволяє зменшити ЕПР у 2-3 рази без втрати функціональності, підвищуючи бойову живучість систем в цілому.

4. Доцільно використовувати маскування місць розташування джерел живлення за допомогою рельєфу місцевості, інженерних споруд і природних укриттів.

Зниження радіолокаційної детектованості потребує комплексного підходу, що поєднує конструктивні та експлуатаційні рішення. Використання композитів та спеціальних покриттів суттєво зменшує ефективну площу розсіювання. Тактичне планування розгортання та режимів роботи підвищує живучість систем озброєння.

У подальшому планується розглянути інші методи зниження помітності роботи автономних джерел живлення в умовах сучасної війни.

Чумаченко С.М., д-р техн. наук, професор
Перескоков В.О.
Логвиненко М.М.
ДНДІА

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ НАВЕДЕННЯ КАБ В ІНФОРМАЦІЙНІЙНОМУ ПОЛІ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ЗАСОБАМИ УРАЖЕННЯ

Використання БпЛА як інтегрованої ланки в системі наведення керованих авіаційних бомб (КАБ) додає до парадигми застосування авіації та вимагає створення єдиного інформаційного простору у “мережецентричної системі керування”. В умовах щільної ППО противника використання літака-носія як єдиного джерела цілевказання є ризикованим та малоефективним. БпЛА стають “очима” системи, що дозволяють реалізувати концепцію “бачити першим - бити першим”.

В мережецентричній системі БпЛА виконує роль не просто розвідника, а “інтелектуального вузла”, який:

1. Забезпечує лазерне підсвічування цілі (для КАБ з лазерним ГСН).

2. Передає точні геокоординати в реальному часі через захищені канали зв'язку (для КАБ з GPS/INS наведенням).

3. Здійснює дорозвідку та оцінку результатів ураження (Bayer Damage Assessment).

Застосування БпЛА для наведення дозволяє вирішити декілька критичних завдань:

1) Збільшення дальності скидання. Носій може залишатися поза зоною дії ППО середньої дальності, тоді як БпЛА працює безпосередньо в зоні бойового зіткнення.

2) Підвищення точності. Скорочення відстані між сенсором (БпЛА) та ціллю мінімізує похибку визначення координат.

3) Динамічне перенацілювання. Можливість коригування польотного завдання бомби вже після відокремлення від носія через ретрансляцію сигналу БпЛА.

Для успішної реалізації схеми необхідне вирішення таких науково-технічних задач:

1. Синхронізація часових просторів, що забезпечить єдиний час для носія, БПЛА та боєприпасу.

2. Стійкість каналів зв'язку за рахунок використання широкосмугових сигналів з кодовим розділенням каналів для протидії засобам РЕБ.

3. Автоматизація розпізнавання цілей з використанням алгоритмів ШІ на борту БпЛА для автоматичної селекції об'єктів у складних метеоумовах.

Наукове обґрунтування базується на створенні “розподіленої мережі сенсорів”. Якщо один БпЛА втрачає контакт із ціллю, інший вузол мережі (інший БпЛА) миттєво перехоплює управління наведенням. Це забезпечує високу ефективність системи.

Інтеграція БпЛА в контур управління авіаційними засобами ураження дозволяє:

1. Мінімізувати ризики для пілотованої авіації.

2. Зменшити “час від виявлення до знищення” (sensor-to-shooter cycle).

3. Перетворити звичайні керовані бомби на високоточні засоби ураження.

На основі проведеного наукового аналізу, для ефективного впровадження БпЛА як засобів наведення КАБ у мережецентричних системах, пропонується:

1. Уніфікація протоколів передачі даних.

2. Підвищення автономності та інтелектуалізації БпЛА, за рахунок розгортання на борту БпЛА системи навігації за візуальними лінійними та точковими орієнтирами (Terrain Contour Matching), що дозволить продовжувати наведення КАБ в умовах активного застосування противником засобів РЕБ.

3. Створення багаторівневої мережі ретрансляції:

- концепція “хмари цілевказання” дозволить використовувати рої малих БпЛА-ретрансляторів для подолання проблеми «радіогоризонту» та забезпечення стабільного зв'язку з КАБ на низьких висотах або у складній місцевості;

- диверсифікація каналів наведення передбачає можливість комбінованого наведення (наприклад, лазерне підсвічування від БпЛА + супутникова корекція з уточненням через термінал передачі даних).

Реалізація цих пропозицій дозволить досягти ефекту **“**інформаційної переваги**”**, де швидкість прийняття рішення та точність удару стають важливішими за кількість випущених боєприпасів.

Шабатура Ю.В., д-р техн. наук, професор
Залипка В.Д., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ СУЧАСНИХ ВОЄН

В умовах активних бойових дій та глобальних геополітичних змін, що супроводжують російсько-Українську війну, безпілотні наземні комплекси (БпНК) відіграють важливу роль у сучасному військовому конфлікті, вносячи зміни до тактики, стратегії та застосування техніки. Досвід ведення бойових дій в ході російсько-Української війни вказує на те, що БпНК підвищеної мобільності є необхідним інструментом, що дозволяє забезпечити: збереження життя та здоров’я особового складу; підвищення ефективності бойових операцій; отримати стратегічну перевагу через інтеграцію в багатофункціональні системи розвідки, логістики та технічного обслуговування. Враховуючи сучасні тенденції війни, БпНК в майбутньому здатні суттєво змінити хід бойових дій, інтегруючись у складні мережеві системи та автоматизовані військові комплекси. На сьогодні очевидним є те, що технологічні впливи сучасних воєн на

сферу розвитку БпНК визначають концептуальні принципи щодо створення перспективних БпНК підвищеної мобільності: функціональна і конструкційна уніфікація; відповідність тактико-технічних характеристик зразка БпНК ширшому спектру умов бойового застосування; технологічність конструкції БпНК; застосування технологій штучного інтелекту (ШІ).

У доповіді авторами наведено отримані результати досліджень щодо комплексної оцінки перспективних БпНК з багатофункціональними маніпуляторами (БМ), які окрім функції маніпулювання здатні виконувати функції крокуючого та колісного рушіїв. А саме: обґрунтовано технічний вигляд перспективного БпНК з БМ та проведено його моделювання в програмному середовищі Solid Works; оцінено простір сенсорних властивостей як фактор адаптивності БпНК з БМ та застосування технологій ШІ на БпНК з БМ. Шляхом визначення інтегрального показника ефективності проведено багатокритеріальну оптимізацію БпНК з БМ, для якого було сформовано модель, складові якої можуть варіюватися та мати різну вагомість в залежності від призначення БпНК з БМ. Оцінено ефективність застосування БпНК з БМ щодо подолання маршруту із випадковим профілем рельєфу побудованим за рівномірним та нормальним розподілами. Критерієм ефективності обрано подолання перешкоди максимальної висоти, причому БпНК з БМ порівнювався із суто колісними БпНК (Тайра, Туран). Визначено сумарну ефективність виконання завдання щодо евакуації поранених військовослужбовців, яка характеризується: ефективністю подолання маршруту; порівняною ефективністю завантаження пораненого на платформу та коефіцієнтом оперативності виконання завдання. Проведено дослідження щодо оцінювання ефективності застосування БпНК з БМ для евакуації поранених в часовому аспекті в межах “золотої години”, де критерієм ефективності обрано мінімальний середній час здійснення евакуації. Проведено функціонально-вартісний аналіз перспективного зразка БпНК з БМ. Зокрема розроблені структурно-елементна та функціональні моделі БпНК з БМ. Використовуючи системний підхід сформульовано функції БпНК з БМ та його складових.

З отриманих результатів та з їх практичної реалізації шляхом комп’ютерного моделювання видно, що БпНК, які будуть оснащені БМ, володітимуть підвищеною мобільністю, а, відповідно, підрозділи, які будуть мати на озброєнні такі БпНК з БМ, переважатимуть противника у цьому аспекті. Отримані результати вищенаведених досліджень розробленого принципу багатофункціональності маніпуляторів можуть бути використані для створення нових або модернізації існуючих БпНК.

Шкурпіт О.М., д-р філософії
Бачинський В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Абрамов С.В., канд. техн. наук
Небесний С.О.
ВА (м. Одеса)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ’ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ “СВІЙ-ЧУЖИЙ” В РАЙОНІ ІНТЕНСИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

За підсумками 2025 року, показово, що до 80% втрат бронетехніки рф припадає на ураження FPV-дронами. Таке масштабне насичення поля бою безпілотними системами безпосередньо визначає специфіку застосування систем розпізнавання “свій – чужий” (Identification Friend or Foe – IFF) у районах їх інтенсивного застосування. Бойовий досвід

війни рф проти України дозволяє виокремити особливості, що системно призводять до відмов у роботі систем IFF.

Однотипна платформа – в умовах, коли обидві сторони використовують однакові комерційні квадрокоптери, будь-який виявлений безпілотник є апріорі підозрілим, незалежно від типу і розміру. Противник свідомо використовує цю обставину: зафіксовані випадки, коли FPV-дрони, перефарбовані або замарковані під відомі власні зразки, застосовувалися для дезорієнтації операторів протидронового захисту.

Перевантаження повітряного простору – у відносно вузькій смузі вздовж лінії зіткнення функціонують тисячі БпЛА – розвідувальних, ударних, ретрансляційних, FPV. Жодна традиційна система IFF не проєктувалася для ідентифікації таких об'єктів у такій кількості. Оператор засобу ППО або РЕБ, виявляючи на екрані десятки міток одночасно, фізично не здатен перевірити кожну з них через наявні процедури ідентифікації.

Відсутність вбудованих засобів ідентифікації у комерційних БпЛА – дрони DJI Mavic, FPV-квадрокоптери та більшість інших комерційних платформ, що становлять основу тактичних безпілотних засобів обох сторін, конструктивно не мають жодних засобів активної ідентифікації – ні транспондерів, ні шифрованих сигналів відповіді. Будь-яке рішення IFF для таких платформ є додатковим модулем і потребує окремої інтеграції.

Сіра зона є зоною максимальної невизначеності для ідентифікації. У цій зоні водночас діють дрони-розвідники, FPV-ударні дрони та піхота обох сторін – іноді одночасно з кількох напрямків. Очікувана «чужинність» будь-якого виявленого об'єкта в сірій зоні суперечить тому факту, що там можуть перебувати і власні розвідувально-штурмові групи, і автономні наземні системи. Шаблонне сприйняття сірої зони – ворог є системним джерелом помилкових ударів.

Автоматизація вибору та ураження цілей і штучний інтелект формують новий вимір проблеми IFF. З весни 2024 року на фронт надходять FPV-дрони з системами технічного зору, що дозволяють автономно наводитися на ціль навіть в умовах РЕБ-подавлення канала управління. Алгоритм технічного зору здійснює розпізнавання на основі навченої моделі. Проте коли обидві сторони використовують ідентичну техніку – квадрокоптери, бронемашини одного типу, – модель технічного зору стикається з тією самою проблемою, що і оператор: при однакових зовнішніх ознаках ворожого і власного об’єкта безпомилкова класифікація потребує додаткових ознак ідентифікації. Саме це робить вирішення задачі IFF для автономних систем ключовою науково-технічною проблемою найближчих років.

Шулежко А.В.
Матющенко В.Г.
ДНДІ ВС ОВТ
Шулежко В.В., канд. військ. наук, доцент
ХНУПС ім. І. Кожедуба

АДАПТИВНЕ РОЛЬОВЕ УПРАВЛІННЯ РОЄМ БПЛА ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИГНАТУР У ВИПРОБУВАННЯХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ

У процесі випробувань високотехнологічного озброєння та військової техніки (ОВТ) застосування рою безпілотних літальних апаратів (БпЛА) набуває методичного значення

лише за умови, що колективна діяльність агентів спрямована не на просте накопичення вимірювань, а на цілеспрямоване формування сигнатури із заданими властивостями. За такої постановки рій доцільно розглядати як розподілену вимірювально-аналітичну систему, у межах якої просторове розташування платформ, конфігурація каналів спостереження та режими інформаційної взаємодії безпосередньо визначають достовірність підсумкового сигнатурного опису.

Ключовим механізмом забезпечення цільової поведінки рою є адаптивне рольове управління, що передбачає динамічний перерозподіл функцій між БпЛА відповідно до зміни геометрії спостереження, ракурсної обстановки, стану каналів зв'язку, енергетичних обмежень і впливу зовнішніх дестабілізувальних чинників. Функціональні ролі можуть охоплювати пріоритетне спостереження у визначеному фізичному каналі, ретрансляцію інформації, локальну аналітичну обробку, підтримання необхідної геометрії огляду та резервування ресурсу. Завдяки цьому забезпечуються збереження цілісності формації, безперервність вимірювального процесу і підтримання потрібної щільності покриття у динамічних режимах випробувань.

Науково обґрунтоване прийняття рішень щодо структури рою та режимів його функціонування доцільно здійснювати на основі системи показників якості сигнатури. Адекватність характеризує відповідність сформованого сигнатурного опису еталонній або очікуваній моделі об'єкта; повнота врахування факторів відображає охоплення істотних параметрів об'єкта, середовища та режимів спостереження; стабільність визначає відтворюваність результатів у часі та їх узгодженість між окремими агентами; інформаційна насиченість характеризує наявність достатньої кількості незалежних інформативних ознак для формування обґрунтованого випробувального висновку.

Практична цінність такого підходу полягає в тому, що результати оцінювання якості сигнатури можуть використовуватися для оперативного коригування траєкторій польоту, просторової щільності формації, режимів синхронізації, інтенсивності інформаційного обміну та функціонального навантаження окремих агентів. Це забезпечує зменшення методичної невизначеності, підвищення повторюваності експериментів і стійкості рою до часткових відмов, перешкод та деградації каналів спостереження.

Адаптивне рольове управління роєм БпЛА у поєднанні із системним оцінюванням адекватності, повноти, стабільності та інформаційної насиченості сигнатур забезпечує методично обґрунтоване формування сигнатурних описів і створює передумови для підвищення достовірності та відтворюваності результатів випробувань високотехнологічного озброєння та військової техніки.

Щерба А.А., канд. техн. наук, доцент
М'ячиков В.С.
Атамась Р.О.
НАСВ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАЄКТОРІЇ ДЛЯ БпЛА З ВИКОРИСТАННЯМ TERRAIN REFERENCED NAVIGATION

Сучасна проблема розвитку роєвих систем БпЛА полягає в тому, що їх ефективність у бойових умовах суттєво обмежується залежністю від GPS та вразливістю до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що ускладнює стабільну координацію рою та узгоджене

виконання групових завдань. У складному рельєфі та в умовах активної протидії противника виникає потреба у навігаційних методах, здатних забезпечити автономність, живучість і колективну поведінку рою без використання зовнішніх навігаційних сигналів.

Метою дослідження є підвищення автономності та стійкості роєвих БпЛА шляхом інтеграції альтернативних навігаційних підходів, зокрема Terrain Referenced Navigation (TRN), з інтелектуальними алгоритмами оптимізації траєкторій та багатоагентного управління.

Основні напрями вирішення проблеми включають:

- аналіз можливостей TRN для забезпечення колективної навігації рою;

- дослідження підходів до формування оптимальних траєкторій групи БпЛА, зокрема методів пошуку безпечних маршрутів, алгоритмів руху у складному рельєфі, еволюційних методів та методів навчання з підкріпленням, що забезпечують узгоджене та ефективне планування руху;

- розроблення гібридних рішень, які поєднують TRN із методами машинного навчання для децентралізованого ухвалення рішень у рої.

Наукова значущість полягає у необхідності створення методів, здатних забезпечити групове коригування траєкторій на основі цифрових моделей рельєфу з урахуванням взаємних обмежень між БпЛА, ризиків ураження, енергетичних ресурсів та стійкості до втрати окремих апаратів. Важливим є також формування критеріїв оптимізації, що відповідають вимогам бойового застосування.

Методологічна основа дослідження передбачає використання методів глибокого навчання з підкріпленням і багатоагентного навчання, застосування класичних алгоритмів пошуку, моделювання роботи рою у середовищах MATLAB/Simulink, ROS та Gazebo, а також аналіз цифрових моделей рельєфу (SRTM, LiDAR) для формування реалістичних сценаріїв польоту.

Очікувані результати полягають у створенні підходів, здатних забезпечити узгоджений рух рою у GPS-denied середовищі, підвищити стійкість до РЕБ, мінімізувати міжапаратні конфлікти та забезпечити виконання складних групових маневрів у рельєфно ускладнених умовах.

Практична значущість полягає у можливості застосування роєвих систем для розвідки, прориву протиповітряної оборони, коригування артилерійського вогню, ударних операцій та створення розосереджених систем спостереження, здатних діяти автономно в умовах сучасного бою.

Проведений аналіз свідчить, що подальший розвиток TRN-орієнтованих та інтелектуальних підходів до оптимізації траєкторій є ключовим напрямом створення роєвих систем БпЛА, здатних ефективно діяти у GPS-denied середовищі та протидіяти засобам РЕБ.

Юркевич Р.М., канд. техн. наук
Болкот П.А., д-р філософії
НАСВ

МІЖНАРОДНА “КОАЛІЦІЯ ДРОНІВ” ЯК ЦЕНТР ОБОРОННИХ ІННОВАЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

У нинішніх реаліях російсько-Української війни питання розвитку безпілотних систем набуло актуальності, оскільки в умовах дефіциту артилерійських засобів ураження та жорсткого протистояння у радіоелектронному просторі саме дрони стали базовим інструментом забезпечення технологічної переваги. Значення міжнародної допомоги сьогодні змістилося від звичайної передачі техніки до забезпечення доступу до стратегічних технологій.

Досвід останніх років показує перехід на абсолютно новий рівень співпраці міжнародної допомоги: від передачі розвідувальних платформ на початкових етапах вторгнення до формування на початку 2024 року потужної структури – міжнародної “Коаліції дронів”. Під лідерством Латвії та Великої Британії ця ініціатива об’єднала понад 20 країн-партнерів, ознаменувавши трансформацію підтримки з формату разових пакетів допомоги у системне оборонно-промислове партнерство. Сьогодні воно включає пряме фінансування вітчизняних потужностей та спільне проєктування нових зразків озброєння та військової техніки.

Ефективність такої моделі співпраці підтверджується феноменальними показниками, де масове застосування FPV-дронів вартістю від кількох сотень доларів дозволяє знищувати стратегічні об’єкти та озброєння агресора вартістю у мільйони. Виняткова ефективність безпілотних авіаційних систем досягнута завдяки встановленню розумних програм, що керують роботою систем, які перетворили дрони на інструмент, здатний здійснювати точні удари по найважливіших шляхах постачання ворога, фактично паралізуючи його здатність продовжувати бойові дії.

Окремим напрямом підвищення ефективності стало впровадження програмних рішень для децентралізованого управління дронами, що дозволяє об’єднувати розрізнені одиниці техніки в одну електронну карту, яку бачать усі підрозділи. Це створює умови для проведення комбінованих операцій, де розвідувальні БпЛА західного виробництва виконують роль систем наведення для ударних українських систем. Міжнародна підтримка також забезпечує сталість логістики через створення центрів технічної підтримки та використання технологій для швидкого виготовлення запчастин безпосередньо у зонах, прилеглих до лінії бойового зіткнення.

Отже, діяльність “Коаліції дронів” перетворила Україну на провідний світовий центр оборонних інновацій, де міжнародна підтримка не тільки закриває поточні потреби фронту, а формує новий глобальний стандарт ведення війни майбутнього – війни інтелектуальної та роботизованої. Здатність України та її союзників миттєво проходити цикл від зворотного зв’язку з поля бою до серійної модернізації є вирішальним фактором у забезпеченні стратегічної стійкості, виснаженні ресурсів ворога та досягненні остаточної технологічної перемоги.

Яблонський І.М., д-р філософії з безпеки держ. кордону
НАДПСУ

ЩОДО ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Сучасний етап науково-технічного прогресу характеризується стрімким розвитком безпілотних систем, які дедалі активніше інтегруються в різні сфери людської діяльності. Від військових застосувань до цивільної інфраструктури, від аграрного сектора до логістики – безпілотні технології формують нову реальність, змінюючи підходи до управління, моніторингу та виконання складних завдань. Перспективи їх розвитку визначаються як технічними інноваціями, так і соціально-економічними викликами.

Передусім слід зазначити, що безпілотні системи – це комплексні рішення, які включають не лише літальні апарати, а й наземні, морські та підводні платформи. Їх ключовою особливістю є автономність або часткова автономність функціонування, що досягається завдяки застосуванню сучасних алгоритмів обробки даних, штучного інтелекту та сенсорних технологій. У перспективі саме підвищення рівня автономності стане одним із головних напрямів розвитку.

Однією з найважливіших сфер застосування безпілотних систем залишається безпека і оборона. У сучасних умовах вони забезпечують розвідку, спостереження, коригування вогню та виконання ударних місій. Проте майбутнє розвитку в цій галузі пов’язане не лише з удосконаленням технічних характеристик, але й з інтеграцією безпілотних систем у єдині мережеві структури управління. Концепція мережецентричних операцій передбачає, що безпілотники взаємодіятимуть між собою та з іншими системами в режимі реального часу, створюючи єдине інформаційне поле.

У цивільному секторі безпілотні технології відкривають значні можливості для оптимізації процесів. У сільському господарстві вони використовуються для моніторингу стану посівів, внесення добрив та засобів захисту рослин, що дозволяє підвищити врожайність і зменшити витрати ресурсів. У логістиці безпілотні апарати можуть забезпечити швидку доставку товарів у важкодоступні регіони, що особливо актуально в умовах обмеженої інфраструктури або надзвичайних ситуацій.

Окрему увагу варто приділити розвитку міської мобільності. Безпілотні транспортні засоби, включаючи автомобілі та дрони-таксі, здатні суттєво змінити структуру транспортних потоків. Вони можуть знизити кількість дорожньо-транспортних пригод за рахунок виключення людського фактора, а також оптимізувати використання дорожньої мережі. Важливим напрямом розвитку є підвищення рівня безпеки та надійності безпілотних систем. З огляду на те, що вони функціонують у складному та динамічному середовищі, критичне значення має здатність до адаптації та прийняття рішень у реальному часі.

У зв’язку з тим, що безпілотні системи значною мірою залежать від цифрових каналів зв’язку та програмного забезпечення, вони можуть бути вразливими до зовнішніх втручань, актуальним є впровадження сучасних засобів захисту інформації, шифрування даних і систем виявлення несанкціонованого доступу. Енергетичне забезпечення безпілотних систем також залишається одним із ключових факторів їх розвитку. Обмеженість ресурсів акумуляторів впливає на тривалість автономної роботи та радіус дії апаратів. Тому важливим напрямом є пошук альтернативних джерел енергії, зокрема використання водневих паливних елементів, сонячних батарей та інших інноваційних рішень.

Таким чином, безпілотні системи мають значний потенціал для подальшого розвитку та широкого впровадження.

Ярмольчик М.О., доктор філософії
Молчанов Д.Б.
ДУ “КАІ”

РОЗВИТОК МАЛОГАБАРИТНИХ БПАК У 2026 РОЦІ

Станом на 2026 рік стратегічний ландшафт повітряних операцій зазнав фундаментальної трансформації: відбувся остаточний перехід від одиничних високовартісних платформ до розподілених роїв мікроагентів. Цей зсув є критичною відповіддю на "глухий кут" засобів ППО, які вичерпали ліміт ефективності проти цілей з мізерною ЕПР (ефективною площею розсіювання). Концепція "Nano-Fliers" (вагою <50 г) дозволяє подолати цей бар'єр, експлуатуючи унікальні фізичні режими польоту.

Ключовим фактором є подолання "Physics Gap" (фізичного розриву). При зменшенні габаритів до наномасштабів аеродинаміка переходить у режим низьких чисел Рейнольдса (Re<104). У цьому середовищі в'язкість повітря домінує над інерційними силами, через що повітря для апарата стає "схожим на в'язкий сироп". Це дозволяє нанодронам використовувати ефекти нестаціонарної аеродинаміки для надзвичайної маневреності, недоступної великим платформам. Скритність таких систем є абсолютною: акустичний слід знижено з типових для БпЛА 75 дБ до 40 дБ, що робить їх нечутними на фоні природного шуму, а робота нижче порогу детекції РЛС забезпечує візуальну та радіолокаційну "невидимість". Фізичні переваги наномасштабів вимагають радикально нової обчислювальної архітектури, здатної працювати в межах екстремальних енергетичних лімітів.

Еволюція нано-БпАК жорстко детермінована рамками SWaP (Size, Weight, and Power). Фундаментальна залежність полягає в тому, що 95–96% енергетичного бюджету мікро-платформи витрачається виключно на пропульсію (підтримку польоту). Згідно з "правилом 5%", на потреби бортового інтелекту залишається бюджет у межах 100–200 мВт. Будь-яке перевищення цього ліміту призводить до деградації польотних характеристик: додавання модуля AI-deck вагою 4.4 г скорочує автономність на 22%.

У 2026 році повна бортова автономність є стратегічною необхідністю через тотальне радіоелектронне придушення. Остаточно спростовано міф про зовнішнє управління ("Off-Board Myth"): затримки зв'язку (120–320 мс) є критичними для систем із малою інерцією. Виникає "Latency Gap": дрон повинен стабілізувати себе механічно у 30–80 разів швидше, ніж він отримує одне візуальне оновлення від CNN-інференсу. Це зумовлює ієрархічну архітектуру (Host-Accelerator), де MCU STM32 відповідає за стабільність (500 Гц), а прискорювач GAP9 — за сприйняття.

Оперативна обстановка 2026 року характеризується триразовим зростанням виробництва БпАК (понад 4.5 млн одиниць за контрактами) та бюджетом у 110 млрд грн. На сьогодні у нанодронів є потенціал для переходу з розряду експериментів у статус основного засобу розвідки та точкового ураження при активних штурмових діях.

Рекомендації для українського ОПК:

- Перехід на On-Chip Learning: впровадження бібліотек типу BackpropTools для донавчання алгоритмів безпосередньо в польоті, що дозволяє дрона адаптуватися навіть до пошкоджень двигунів або зміни маси.

- Нейроморфне керування: інтеграція спайкових нейронних мереж (SNN) для заміни операцій з плаваючою комою на цілочисельне додавання, що критично для енергозбереження.
- Локалізація SiP: розробка власних рішень System-in-Package для повної інтеграції ШІ-прискорювача та радіомодуля.

Домінування автономних мікросистем у конфліктах високої інтенсивності є неминучим. Технологічна перевага у 2026 році належить тим, хто зміг перемістити інтелект із хмарних серверів безпосередньо на борт наноплатформи.

Ярощук В.В.
Галкін Ю.О.
Токар О.А.
ХНУПС

ДРОНИ УКРАЇНИ: РОЗВИТОК ТА РОЛЬ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасні бойові дії дедалі більше перетворюються на протистояння технологій. Одне з центральних місць у ньому займають безпілотні системи. Сьогодні саме БпЛА України забезпечують розвідку, коригування вогню, ураження техніки противника та виконання десятків інших бойових завдань. Історія українських БпЛА – це шлях від поодиноких волонтерських ініціатив до повноцінної індустрії. Після повномасштабного вторгнення рф в Україну ситуація змінилася радикально. За короткий час в Україні з’явилися: спеціалізовані підрозділи БпЛА, центри підготовки операторів, сотні приватних виробників, державні програми підтримки галузі, серійне виробництво ударних і розвідувальних систем. Сьогодні ринок БпЛА в Україні охоплює: приватні технологічні компанії, інженерні стартапи, оборонні підприємства, навчальні центри, волонтерські ініціативи, підрозділи експлуатації та обслуговування. Головна особливість українських дронів – вони розвиваються не в лабораторіях, а безпосередньо в умовах бойових дій. Кожне оновлення проходить перевірку реальним застосуванням, а не лише полігонними тестами. Функціонал сучасних БпЛА давно вийшов за межі простого спостереження. Сьогодні БпЛА виконують: розвідку та виявлення цілей, коригування артилерійського вогню, наведення високоточної зброї, знищення техніки противника, супровід штурмових груп, контроль логістичних маршрутів, моніторинг позицій, фіксацію результатів ударів. Завдяки БпЛА командири отримують можливість бачити обстановку в реальному часі. Це значно скорочує час між виявленням цілі та її ураженням. Фактично БпЛА перетворили війну на змагання швидкості інформації. Перевагу отримує той, хто першим виявив ціль, передав координати і завдав удару. Навіть маючи менше ресурсів, можна ефективно протидіяти більш чисельному противнику. Досвід показав: правильно організована робота БпЛА здатна зупиняти наступ, руйнувати логістику та знижувати бойові можливості ворога без масштабних наземних операцій.

Попри всі переваги БпЛА залишаються технікою з низкою вразливостей. Основні проблеми сьогодні: активна протидія РЕБ, глушіння каналів управління, втрата GPS-навігації, обмежений радіус дії, залежність від погоди, необхідність постійного оновлення програмного забезпечення, дефіцит досвідчених операторів. Найсерйознішим викликом є саме радіоелектронна боротьба. Противник постійно нарощує можливості придушення сигналів, що ускладнює роботу розвідувальних і ударних систем. У відповідь українські

підрозділи використовують комплексні рішення: купольні РЕБи, детектори дронів, спрямовані антени, мобільні станції придушення. Прикладом сучасного підходу є модульний комплекс РЕБ “Грець ХЛ” – потужний засіб протидії FPV-дронам, який завдяки модульній конструкції дозволяє швидко підбирати необхідні частотні модулі під конкретні загрози. Такий комплекс може встановлюватися на транспортні засоби, захищати колони техніки, позиції або важливі об’єкти та оперативно адаптуватися до зміни тактики противника.

Таким чином, ефективність БпЛА сьогодні залежить не лише від характеристик самого дрона, а й від усієї інфраструктури: захищених каналів зв’язку, ретрансляції, програмного забезпечення та систем протидії. Український досвід уже уважно вивчають у світі. Методи застосування БпЛА, відпрацьовані в Україні, фактично формують нові підходи до ведення сучасних війн. Подальший розвиток безпілотних систем буде одним із ключових факторів обороноздатності держави.

Korolova O., Cand. of Techn. Sc., Sen. Res.
Kazan P., Cand. of Mil. Sc., Sen. Res.
Khakhula V.
NAA

A VARIANT FOR EVALUATING THE EMPLOYMENT EFFECTIVENESS OF A TANDEM "ROBOT DOG AND NANO-UAV" SYSTEM

In Ukraine's war against the Russian invader, unmanned systems (US), specifically ground and aerial ones, have become a critical element in the conduct of combat operations. They perform a wide spectrum of missions: reconnaissance, logistical, evacuation, strike, etc. The search for new employment capabilities for US is actively ongoing, in particular, the integration of Unmanned Ground Systems (UGS) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) into a single unified complex. It is known that heterogeneous systems (the combination of different physical domains, for example, ground and aerial) allow for compensating the individual shortcomings of each platform with the capabilities of the other. However, the technical enhancement of the US themselves is not sufficient. An analysis of combat experience materials regarding US employment highlights the necessity of ensuring operator position concealment and the high dependence of US on power supply.

A specific model was adopted for the research – a ground platform that provides the transportation of a nano-UAV across rugged terrain and also serves as a communication relay, which conserves the resources of the nano-UAV for the execution of its primary mission. A robot dog (Unitree Go2 Pro type) acts as a mobile logistical base, while the nano-UAV (Black Hornet type) performs tasks in environments where the UGS cannot access. For the effective employment of the selected heterogeneous system, a comprehensive evaluation of all primary influencing factors was conducted.

An integral indicator for evaluating the employment effectiveness of the UGS and nano-UAV tandem (logistical platform + reconnaissance asset) has been determined and substantiated, which includes the following key metrics: surveillance zone expansion coefficient / energy gain coefficient / mission extension coefficient.

An evaluation methodology for the employment effectiveness of the UGS and nano-UAV tandem has been developed. It evaluates the tandem's employment across the three selected effectiveness indicators simultaneously, and also enables the isolated evaluation of each criterion, with the capability to analyze and calculate the optimal employment for each of the tandem's selected metrics. Additionally, it is proposed to incorporate the capability for dynamic evaluation of the tandem depending on the combat mission by adjusting the parameter weights.

An example of employing this methodology demonstrates that when calculated for a specific pair of a Unitree Go2 Pro (as a transport) and a Black Hornet (as a sensor), the employment of the tandem system increases the execution effectiveness of the UAV's primary mission by a factor of 6-7 compared to standalone deployment (when utilizing the charge of the applied batteries to their maximum limits). An option for evaluating a partial indicator was considered using the example of the maximum possible round-trip distance of the tandem. A practical result was obtained – the maximum one-way distance without reserve is ~3.3 km; for the guaranteed return of the robot dog to the base (with an established battery reserve limit of 20%), the maximum one-way distance is up to 2.6 km; a one-way distance of 4 km is already beyond endurance limits.

Thus, it has been demonstrated that the logistical movement and delivery of a UAV by a UGS can expand the operational coverage area and the duration of the primary mission execution, as well as conserve the energy of autonomous systems, while offering the capability to conceal the operator's position. This confirms the effectiveness of the selected employment of unmanned assets.

Nahornyi M.S.
Bilash O.V., PhD, Associate Professor
Lishchynska Kh.I., PhD, Associate Professor
NAA, LVIV, UKRAINE

THE SAATY METHOD FOR SELECTING PROMISING UAVs FOR THE ARMED FORCES OF UKRAINE BASED ON THE EXPERIENCE OF MODERN WARFARE

Modern warfare is characterized by the widespread use of unmanned aerial vehicles (UAVs), which have become a critical component of reconnaissance, fire adjustment, strike operations, and communications support. The experience of the Russian-Ukrainian war has demonstrated that the effectiveness of combat operations largely depends on the availability of various types of unmanned systems and their suitability for specific tasks. Under conditions of limited resources and rapid technological development, the well-founded selection of перспективних UAVs for the Armed Forces of Ukraine becomes particularly important. One of the effective tools for addressing this task is the Analytic Hierarchy Process, which enables multi-criteria evaluation of alternatives.

The Saaty method is based on decomposing a complex problem into a hierarchical structure consisting of the objective, evaluation criteria, and alternatives. In this study, the objective is to select the most promising types of UAVs for the needs of the Armed Forces of Ukraine. Possible alternatives include reconnaissance UAVs, strike FPV drones, loitering munitions, relay platforms, logistic UAVs, and multi-purpose unmanned systems.

At the first stage, evaluation criteria are established. The main criteria typically include operational range, production cost, resistance to electronic warfare, flight autonomy, combat effectiveness, ease of operation, maintainability, and the potential for mass production.

Subsequently, pairwise comparisons of the criteria are conducted using the nine-point Saaty scale, which allows determining their relative weights.

Under the conditions of modern warfare, priority may be given to criteria such as cost, resistance to electronic warfare, and the speed of production scaling. For example, FPV drones have advantages in terms of low cost and mass production potential; loitering munitions excel in range and strike capability; while reconnaissance UAVs provide superior observation quality and fire adjustment. After evaluating the alternatives against each criterion, local and global priorities are determined, allowing the formation of a ranked list of the most promising systems.

An important advantage of the method is the ability to verify the consistency of expert judgments through the consistency index. This increases the reliability of the results and reduces the influence of subjective factors. The obtained results can be used in the formation of the state defense order, the prioritization of funding, and the planning of the development of unmanned units.

Thus, the Analytic Hierarchy Process is an effective tool for selecting promising UAVs for the Armed Forces of Ukraine under conditions of multi-criteria complexity and uncertainty inherent in modern warfare. Its application enables a comprehensive consideration of combat, technical, and economic factors, ensuring a well-grounded and transparent selection process. Moreover, the method facilitates the systematic prioritization of development directions for unmanned systems, allowing decision-makers to balance operational effectiveness with resource constraints and technological capabilities. A promising direction for further advancement is the development and implementation of decision-support software modules based on the Saaty method for use by military command and control authorities in Ukraine. Such solutions can enhance analytical rigor, accelerate decision-making processes, and improve the overall effectiveness of planning and managing the development of unmanned capabilities.

Onyshchenko M.V.
MA (Odesa)
Onyshchenko V.A., PhD in Technical Sciences
NAA

TRANSFORMATION OF THE CHARACTER OF COMBAT OPERATIONS AND DEVELOPMENT TRENDS OF UNMANNED SYSTEMS IN THE RUSSIAN–UKRAINIAN WAR

The Russian – Ukrainian war has become a decisive factor in transforming the nature of modern combat, demonstrating the rapid rise of unmanned systems (UMS) in achieving tactical and operational objectives. Unlike previous conflicts, where UAVs were primarily auxiliary reconnaissance tools, they have now evolved into primary instruments of strike, observation, and coordination.

Classical breakthrough models based on massed armor, aviation, and deep offensive operations have lost effectiveness due to the battlefield’s saturation with reconnaissance and strike assets, especially short-range UMS. Any concentration of forces is quickly detected and destroyed, rendering the front “transparent” and diminishing the element of surprise. A new concept is emerging - the “unmanned strike fist” -which entails synchronized employment of UMS across multiple depths: FPV drones for frontline engagements, operational-tactical UAVs for strikes

against near-rear targets, and long-range systems for destroying critical infrastructure. In this domain, the Armed Forces of Ukraine have achieved notable success.

In parallel, unmanned ground complexes are being developed and gradually integrated into the overall combat system. They are employed for reconnaissance, remote mining, logistics, and infantry support. Although still experimental, their functionality and role are expanding.

The “geometry of war” itself is being reshaped: decisive impact now lies in targeting the enemy’s rear systems. With UMS capable of operating tens or hundreds of kilometers deep, systematic strikes degrade logistics and command structures, leading to frontline collapse without direct assault. Thus, breakthroughs are achieved through destruction of rear infrastructure rather than physical penetration of defensive lines.

A key limitation remains the integration and coordination of diverse platforms. Mass employment of drones of different types, frequencies, and operators creates complex synchronization challenges, especially under active electronic warfare (EW). The adversary’s suppression of control and navigation channels forces the development of autonomous control systems, alternative navigation methods, and multisensor complexes capable of operating with limited or no signal.

The focus is shifting from improving individual platforms to advancing software and command-and-control systems. Combat effectiveness now depends on integrating large numbers of unmanned platforms into unified networks, ensuring coordinated action and rapid decision-making. Significant resources, including international assistance, are directed toward digital solutions, communications, and automated control systems rather than traditional weaponry.

The war experience confirms the emergence of a new paradigm of combat: a transition from platform-centric to system-centric warfare, where integrated interaction of UMS is decisive. Core trends include mass deployment and relative affordability, increasing autonomy, cross-domain integration, resilience against EW, and emphasis on deep-rear strikes. Modern military art is thus evolving toward a model where comprehensive employment of UMS becomes the key instrument for the gradual degradation of enemy combat potential.

Onyshchenko V.A., PhD in Techn. Sci.
Pashchetnyk O.D., Ph.D. of Techn.Sci, Sr. Res.
NAA
Onyshchenko, M.V.
MA (Odesa)

METHOD FOR ENHANCING THE SURVIVABILITY OF EXTERNAL CREWS OF UNMANNED SYSTEMS (COMPLEXES)

During the employment of UAV complexes (UAVC), crews camouflage their control posts while transmission reception devices (TRD) are deployed at a distance from their actual location. In the course of UAVC operations, the adversary detects emission signatures: control signals, information signals, and GPS navigation signals.

Detecting a small target such as a UAV is difficult. A more significant target is the UAVC crew, even if well camouflaged. Therefore, the adversary monitors the activity of the external crew at the Control and Monitoring Station (CMS) and can approximately determine its area of deployment.

Once signals cease, it indicates that the external crew has completed its mission and begun dismantling equipment to withdraw from cover.

At this moment, the adversary activates aerial reconnaissance to observe the probable area where the UAVC crew operated. The external crew, having completed its mission, collapses the CMS, recovers the UAV after landing, loads equipment onto a vehicle, and begins movement. During this process, both the CMS position and the vehicle are unmasked. The adversary directs strike UAVs to engage the vehicle and crew. Concentrated in one location, the crew, command and control assets, communications equipment, transport, and UAV constitute an attractive target.

Problem: How to avoid such vulnerability? How to ensure the survivability of the UAV detachment and secure withdrawal to the initial area?

Solution: To deceive the adversary regarding crew location and mission completion, a device must be employed that continues to emit control signals from a site distant from the CMS. False radio signatures, transmitted on identical frequencies and in the same operational mode as the control console, can be generated by replaying the last recorded UAV control session.

For greater plausibility, an additional TRD may be deployed in the adversary's rear, at the point where the UAV was most distant from the CMS. False radio traffic via this TRD misleads the adversary about the UAV's operational status. Such TRD-relays can establish communication links: CMS ↔ TRD-1 ↔ TRD-2 with memory device ↔ UAV/UCAV ↔ TRD-3 with memory device. They are deployed at specific distances from the CMS, parallel to the line of contact. TRD-1, closest to the CMS, operates at lower transmitter power than TRD-2, which is emplaced farther away. TRD-2 is positioned at maximum feasible range from the CMS within radio signal limits, and near it a UAV launch site is prepared.

The UAV/UCAV penetrating the adversary's rear carries TRD-3 with a memory device as payload. Upon reaching maximum depth, the UAV operator releases TRD-3 at a location ensuring stable radio exchange with TRD-2. TRD-3 remains passive until mission completion. After the UAV returns to the CMS and ceases transmissions, false radio traffic automatically activates between TRD-2 and TRD-3. This exchange of control, information, and GPS signals continues for a time interval sufficient to allow the CMS, UAV/UCAV, and TRD-1 to be dismantled and the unit to withdraw.

It is expected that during the operation of these TRDs, the adversary's attention will be focused on the radio traffic between TRD-2 and TRD-3, which are significantly distant from the UAVC external crew. Such deception measures increase the survivability of unmanned system detachments.

Orlov V.V., Dr. Sc. (Eng.), Assoc. Prof.
Korkina N.O.
Zharikov S.I.
Military Academy (Odesa)

MULTIMODAL COMBAT IDENTIFICATION FOR UNMANNED SYSTEMS IN HIGHLY CONTESTED ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS

By May 2026, the large-scale proliferation of unmanned systems (UxS) has fundamentally transformed modern battlefield architecture. Symmetrical employment of commercial-off-the-shelf platforms by opposing forces has intensified Combat Identification (CID) challenges and significantly increased fratricide risks.

Legacy Identification Friend or Foe (IFF) systems (e.g., STANAG 4193) are poorly suited for tactical UxS due to stringent SWaP-C (Size, Weight, Power, Cost) constraints and their focus on manned aviation. In highly congested electromagnetic environments, active RF emissions substantially increase detection risks by adversary Signals Intelligence (SIGINT/ELINT). This necessitates transitioning from single-channel solutions to multimodal CID architectures integrating passive, low-observable (LPI/LPD), and adaptive mechanisms within a unified tactical situational awareness framework.

Objective – to scientifically substantiate resilient technical and algorithmic solutions for tactical-level UxS identification under intensive electronic warfare (EW) conditions.

Based on 2024–2026 combat employment analysis, a multimodal identification model combining complementary verification channels is proposed:

1. Radio-Frequency Layer (LPI/LPD & EW Deconfliction) ensures reliable IFF recognition without unacceptable electromagnetic exposure and enables EW coordination via:

cryptographic telemetry tagging at firmware and protocol levels;

adaptive whitelisting using SDR-based friendly signal recognition with selective EW deconfliction;

short-range RF verification (RFID/NFC) for ground platforms, enabling zero-emission identification at tactical ranges.

2. Optoelectronic Layer (Passive Identification) relies on sensor systems under Emission Control (EMCON) or severe EW interference, utilizing:

dynamic infrared markers generating cryptographically encoded optical sequences;

thermal signature shaping using controlled-emissivity materials to create machine-recognizable patterns.

3. Software-Algorithmic Layer (Network-Centric Integration) integrates identification features into a unified information environment through:

Kinematic identification using predefined manoeuvre patterns as recognition cues;

integration with situational awareness systems (e.g., DELTA) supporting Blue Force Tracking and trust-level attribution;

implementation of a “confirmed–hold fire / unconfirmed–verify” logic, ensuring human-in-the-loop decision-making.

4. Unmanned Ground Systems Layer (Close-Proximity Identification) proposes the following solutions for direct interaction with dismounted units: acoustic identification signals (ultrasonic or low-observable audio signatures) compatible with individual soldier systems; passive visual markers (e.g., E-Ink displays) enabling verification without electromagnetic emissions.

Therefore, effective UxS identification in contested electromagnetic environments requires abandoning single-channel approaches for a multimodal architecture. Integrating RF, optoelectronic, algorithmic, and close-proximity methods within a unified C2 framework enhances CID reliability, electromagnetic resilience, and overall combat survivability.

Yarovyi V.S., PhD
Denisova V.V.
MITIT

METROLOGICAL SUPPORT FOR ROBOTISED GROUND-BASED SYSTEMS

Today, amidst the war with the Russian Federation, Ukraine's partner countries are providing technical assistance (firepower, communications, navigation, radio-electronic equipment, surveillance and early warning systems, automotive and armoured vehicles, aviation assets, and so on), and many different enterprises and individual manufacturers have stepped up their production of various types of weapons to engage the enemy, as well as support equipment that is crucial for carrying out combat missions. The production and rapid deployment of both unmanned aerial vehicles and robotic ground systems have seen particular development.

Critically important processes in military operations, in particular reconnaissance, fire support, the delivery and evacuation of military equipment and personnel, require reliable and accurate monitoring of the movement parameters of a ground-based robotic system, precise target engagement and arrival at a specified location. In particular, the precise measurement of orientation angles, accelerations and velocity is crucial for platform stabilisation, successfully navigating through electronic warfare zones and the correct operation of autonomous return algorithms.

At the same time, the widespread deployment of ground-based robotic systems, whose navigation systems are often based on low-cost MEMS sensors (accelerometers, gyroscopes, barometers), raises a fundamental scientific and technical problem. On the one hand, we gain the opportunity for widespread use of affordable devices; on the other, the metrological reliability of their data under dynamic conditions often remains unknown. Using sensors without understanding their temperature drift characteristics, without accounting for the influence of engine vibrations, and without assessing the total measurement uncertainty devalues the collected information. In combat conditions, such uncertainty is unacceptable, as it may lead to the loss of expensive, critically needed equipment, failure to complete a combat mission, or undesirable incidents. Consequently, there is an urgent need to analyse the metrological aspects of on-board systems in ground-based robotic complexes to ensure the consistency and accuracy of measurements under critical operating conditions.

Therefore, an analysis of the current state of metrological support for ground-based robotic systems, an examination of their scope of application in critical operations, and a classification of the types of sensors used, as well as the identification and classification of the main sources of error and uncertainty in the navigation channel of ground-based robotic systems, including both the sensors' own characteristics and the influence of operating conditions, as well as determining ways to ensure measurement consistency—in particular, methods of field calibration and the application of data fusion algorithms to validate the information provided by ground-based robotic systems—are currently an extremely important component in ensuring the reliable deployment of such systems in wartime conditions. After all, the use of these systems makes it possible to protect personnel when delivering military equipment, ammunition and food supplies to combat zones under direct enemy fire, as well as to evacuate the wounded without the involvement of medical personnel.

СЕКЦІЯ 5

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Аборін В.М.
Бурашніков О.О.
Саврун Б.Є.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МІНУВАННЯ ТА РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ

Досвід російсько-Екраїнської війни засвідчив, що мінно-вибухові загородження є вагомим і дієвим чинником впливу на перебіг бойових дій тактичного і навіть оперативного рівнів. З іншого боку, це один з найбільших викликів, що впливатиме на національну безпеку України тривалий час, навіть після завершення активної фази війни. Саме тому саперний напрямок сьогодні і найближчу перспективу розвиватиметься активно. В основі військових практик в цій сфері стане на найближчу перспективу дистанційне мінування і розмінування із застосуванням БпЛА і БпНК. І сьогодні можна спрогнозувати та деталізувати ймовірні опції, відповідно яких розвиватимуться ці технології, а саме:

інтелектуальні повітряні, наземні та морські дрони-мінери – автономні безпілотні системи з функціями інтелектуального аналізу місцевості на основі штучного інтелекту, вибором ділянок місцевості для оптимального розміщення різних типів мін, зокрема самовідновлювальних, та навіть мін, що можуть самостійно змінювати своє положення на полі бою. Інтелектуальні повітряні і наземні дрони-сапери – автономні дрони з можливістю аналізу та нейтралізації мін, що використовують технології комп'ютерного зору та машинного навчання для виявлення та знешкодження мін, а також дрони, оснащені інструментами для безпечного видалення або детонації мін, включаючи лазерні системи, роботизовані маніпулятори, мікрохвильові та ультразвукові випромінювачі. «Розумні» міни та мінні поля. Окрім дронів для мінування / розмінування, завдяки технологіям штучного інтелекту самі мінно-вибухові засоби набудуть якісно нового виміру керованості і смертоносності. Звичайна міна, в яку встановлюють набір сенсорів та алгоритми дій відповідно до інформації, що надходитиме через ці сенсори, з функцією керування через wi-fi (наприклад, по мобільному додатку), або цілковитою автономністю, спроможна комбінувати функції попередження та ураження сил і засобів противника. Рої дронів для мінування / розмінування. Рої автономних дронів для швидкого розгортання або деактивації мінних полів, де кожен дрон буде оснащений однією або кількома мінами і здатний самостійно координувати свої дії з іншими дронами рою для створення оптимальних мінних полів. Алгоритми ройової поведінки при цьому будуть застосовуватися для забезпечення максимальної швидкості, ефективності та безпеки розгортання. Сенсорні мережі для виявлення мін: передбачається поява та розгортання сенсорних мереж, які складаються з великої кількості відносно дешевих і невеликих сенсорів різного типу, розміщених на місцевості та заведених в єдину систему. Ці сенсори включатимуть сейсмічні датчики,

магнітометри та інфрачервоні камери тощо. Сенсорні мережі будуть спроможні оперативно передавати дані на пункти управління або в АСУВ для аналізу та ухвалення рішень. Технології направлених об'ємних вибухів для дистанційного розмінування районів (зон). Останні дослідження науковців НТУ «КПІ ім. Сікорського» засвідчують технологічну можливість створення направлених ударних або резонансних явищ у ґрунтовому масиві, що призводять до довільної детонації мінно-вибухових засобів, в тому числі за рахунок використання рецептур вибухових речовин (ВР) та конструктивних особливостей заряду з заданими імпульсно-хвильовими характеристиками, що змінюють сейсмопровідні характеристики території. При цьому особливі властивості ВР досягаються за рахунок попередньої обробки компонентів ультразвуковим та іншими видами фізичних випромінювань. Квантові сенсори для детекції мін. Квантові сенсори забезпечуватимуть надзвичайно точне виявлення мін та інших вибухонебезпечних предметів, використовуючи квантові властивості частинок для аналізу навколишнього середовища. Інтеграція з доповненою реальністю (Augmented Reality / AR), що передбачає надання військовослужбовцям в реальному часі інформації про місцезнаходження мін, невибухових загороджень, інших об'єктів противника, та безпечні маршрути через AR-шоломи та окуляри, які забезпечують інтерактивні підказки та попередження під час руху через потенційно заміновані території. Разом з тим, цей тип технології ймовірно буде застосовуватись як допоміжний поруч з БпЛА, наземними засобами РЕР та портативними міношукачами. Для забезпечення довіри особового складу до AR-технології необхідно досягти 100% надійності та точності системи. Наприклад, якщо точність карти мінних полів буде 99%, і на очах військовослужбовця цей 1% призведе до поранення побратима – це може призвести до повної відмови від її використання.

Алеханов В.О.
Кирильчук В.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

У сучасних умовах ведення бойових дій роль інженерного озброєння суттєво зростає, оскільки саме воно забезпечує мобільність військ, їх захист та ефективне виконання бойових завдань. Зміни характеру війни, зокрема активне використання високотехнологічних засобів і безпілотних систем, вимагають переосмислення підходів до розвитку інженерного забезпечення. Тому дослідження перспектив розвитку засобів інженерного озброєння є важливим завданням сучасної військової науки.

Аналіз сучасних джерел показує, що розвиток інженерного озброєння відбувається у напрямі технологізації та автоматизації. Зокрема, спостерігається активне впровадження роботизованих систем і безпілотних платформ, які застосовуються для розвідки, розмінування та інженерного забезпечення на полі бою. Це дозволяє значно зменшити ризики для особового складу та підвищити ефективність – виконання завдань.

Важливим напрямом є також модернізація існуючих інженерних засобів. Збройні сили поступово переходять від застарілих зразків техніки до більш універсальних і мобільних

систем, що здатні діяти в умовах швидкої зміни обстановки. Особлива увага приділяється засобам подолання перешкод, інженерної розвідки та облаштування фортифікацій.

Крім того, сучасні тенденції свідчать про інтеграцію інженерного озброєння в єдині інформаційні системи управління. Використання цифрових технологій, елементів штучного інтелекту та мережевих рішень сприяє підвищенню швидкості обробки інформації та прийняття рішень у бойових умовах.

Окремим перспективним напрямом є розробка нових матеріалів і технологій, що підвищують захисні властивості інженерних споруд і техніки. Також важливу роль відіграє розвиток дистанційно керованих і автономних систем, здатних діяти в складних та небезпечних умовах.

Таким чином, сучасний етап розвитку інженерного озброєння характеризується переходом до інтелектуалізованих, мобільних і високотехнологічних систем, що відповідають вимогам сучасної війни.

Отже, перспективи розвитку засобів інженерного озброєння пов’язані з їх подальшою автоматизацією, цифровізацією та інтеграцією в єдині системи управління військами. Основними напрямами мають стати створення роботизованих комплексів, удосконалення засобів розмінування та підвищення мобільності інженерних підрозділів.

Доцільно зосередити увагу на впровадженні інноваційних технологій, розвитку безпілотних систем і підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно використовувати сучасне обладнання. Важливим є також удосконалення нормативної бази та забезпечення належного фінансування досліджень у цій сфері.

У цілому, комплексний розвиток інженерного озброєння сприятиме підвищенню ефективності дій військ та зміцненню обороноздатності держави.

Балога В.Т.
Бричинський О.В.
НАСВ

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Сучасний характер збройної боротьби визначається високою динамічністю бойових дій, широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем та інформаційних технологій. У таких умовах зростає роль інженерного забезпечення військ як одного з ключових чинників досягнення успіху. Засоби інженерного озброєння забезпечують мобільність підрозділів, обладнання місцевості, подолання загороджень, створення оборонних рубежів, а також маскування і захист, що обумовлює необхідність їх постійного розвитку. Однією з провідних тенденцій є автоматизація та роботизація інженерних процесів, що передбачає широке застосування дистанційно керованих та автономних систем для виконання небезпечних завдань, зокрема розмінування, прокладання проходів і інженерної розвідки, що дозволяє знизити ризики для особового складу та підвищити ефективність дій.

Важливим напрямом є інтеграція засобів інженерного озброєння з безпілотними літальними апаратами, які використовуються для розвідки, виявлення мінних полів, оцінки

прохідності місцевості та контролю інженерних робіт. Крім того, дрони можуть застосовуватися для доставки інженерних засобів і дистанційного підриву, що підвищує оперативність прийняття рішень. Значну роль відіграє цифровізація та впровадження штучного інтелекту, які дозволяють моделювати інженерну обстановку, прогнозувати ефективність заходів і оптимізувати використання ресурсів, забезпечуючи автоматизацію планування та підвищення якості управління в умовах мережево-центричних бойових дій.

Водночас підвищується мобільність і універсальність інженерної техніки завдяки модульному принципу побудови, що дає змогу багатофункціональним машинам виконувати широкий спектр завдань у бойових умовах. Активно розвиваються засоби маскування і захисту, зокрема мультиспектральні системи та засоби створення хибних позицій, що є важливим з огляду на широке застосування розвідувальних засобів противника. Перспективними напрямами залишаються створення інтелектуальних мінно-вибухових систем, розвиток швидкорозгортних інженерних споруд і використання новітніх матеріалів, які підвищують міцність конструкцій та зменшують час їх розгортання.

Досвід сучасних бойових дій підтверджує зростання ролі інженерних військ, зокрема ефективність мінно-вибухових загороджень, важливість швидкого розмінування та широке застосування безпілотних систем. Разом із тим існують виклики, серед яких висока вартість засобів, необхідність підготовки кваліфікованого персоналу та вразливість до засобів радіоелектронної боротьби. Отже, розвиток засобів інженерного озброєння пов’язаний із впровадженням новітніх технологій, автоматизацією та інтеграцією з безпілотними системами, а ефективність інженерного забезпечення й надалі залишатиметься одним із вирішальних факторів успіху бойових дій.

Бардин Т.П., доктор філософії
Дробенко Б.Д., доктор ф.-м. наук, с.н.с.
ІППММ ім. Я.С. Підстригача НАН України
Болкот П.А., доктор філософії
НАСВ

ОБРОБКА ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ПРОДУКУВАННЯ ВИРОБІВ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ

Значного поширення в конструюванні і дизайнерському оформленні одягу набувають багатошарові (композитні) матеріали з використанням тканих і нетканих сировинних основ, які після спеціальної технологічної обробки підлягають висушуванню (вологогідротермічна обробка). З цими матеріалами для подальшого їх використання у промисловому виробництві з метою надання їм відповідних властивостей виконують відповідні технологічні операції з використанням спеціальних полімерних апретів і клейових насичень. Нанесення апрету на тканину з одночасним її зволоженням здійснюється в плюсовочній ванні, далі тканина підлягає каландруванню для забезпечення рівномірного розподілу вологості.

Беручи до уваги той факт, що військовий форменний (польовий, спеціальний) одяг та спорядження мають ряд відмінностей та особливостей у порівнянні загального та спеціалізованого призначення, що виробляються українськими підприємствами та інших держав світу, виникає необхідність в окресленні вимог, яким має відповідати тканина для

виготовлення верху форменного та спеціального одягу військовослужбовців Збройних Сил України (ЗСУ), інших спеціалізованих військових формувань та правоохоронних органів.

Вироблені технічні умови мають поширюватись на тканинні основи бавовняного та змішаного типу і створюватись саме з метою формування чітких вимог до вказаного типу тканин.

Комплект одягу військовослужбовців повинен комбінуватись під конкретну тактичну обстановку з метою оптимізації балансу між фізіологічним навантаженням і захисними властивостями [1, 2]. Повний комплект бойового екіпірування має забезпечувати захист від впливу хімічної та біологічної зброї, а також запобігати проникненню радіоактивного пилу. Механізми захисту повинні функціонувати для всіх факторів зброї масового ураження, які діють на шкіру у вигляді рідини, пари або аерозолів. Повна система одягу повинна захищати військовослужбовця від опіків тепловою енергією.

Матеріали, що забезпечують відповідний захист, можуть бути присутні в окремих шарах одягу або дублювати основні матеріали, які захищають від інших небезпечних факторів в бою; але при цьому усі використовувані при цьому матеріали повинні розташовуватись якомога далі від тіла та не мають повністю виконувати функцію спеціального одягу для захисту від зброї масового ураження, погіршувати його захисні властивості у разі одночасного використання [3–8].

Військова форма одягу повинна мати специфічні властивості в комплексі жорстких і суперечливих вимог, пов’язаних з функціональним призначенням. Конструювання та виробництво військової форми одягу в промислових умовах на сучасному етапі, особливо в умовах активного ведення бойових дій, – це складне завдання через різноманітність умов використання військовослужбовцями у процесі професійної діяльності, а саме – кліматичні умови, значне фізичне та психологічне навантаження. Військовий одяг – це виріб, який забезпечує високу працездатність і комфортність військовослужбовця, адже від того, наскільки добре у ньому поєднуються різні елементи, як він відповідає своєму функціональному призначенню, залежить процес професійної, оперативно-службової та навчальної підготовки.

Виконання та проведення бойових дій в сучасних умовах потребує ретельної і всебічної підготовки, особливо що стосується бойового оснащення та екіпірування. Бойове екіпірування військовослужбовця залишається одним із найважливіших факторів, що впливає на успішне виконання бойових завдань. Головним призначенням комплексу бойового екіпірування є підвищення бойової ефективності як окремо взятого бійця, так і підрозділу в цілому. З цією метою технологічні процеси виробництва елементів бойового екіпірування мають базуватись на всебічному науковому підгрунті, що передбачає формування моделей і розрахункових схем отримання кількісної оцінки параметрів і показників текстильних матеріалів для продукування бойового одягу військовослужбовців, розроблення методологічного апарату виготовлення текстильних матеріалів з покращеними тактико-технічними і фізико-механічними властивостями бойового екіпірування військовослужбовців.

Березовський А.І., канд. техн. наук, доцент
“УТМ” (м. Чернігів)
Сухар В.В.
Махнюк О.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СПОРУД ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ’ЄКТІВ ВІЙСЬКОВО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Аналіз відкритих джерел інформації про наслідки нанесених вогневих уражень країною агресором російською федерацією по всій території України свідчить про те, що сучасна воєнна доктрина противника передбачає масоване застосування високоточної зброї для знищення військово-промислового потенціалу на всій глибині території України.

Традиційна побудова наземних об’єктів критичної інфраструктури військово-промислового комплексу показала свою високу уразливість і незахищеність від засобів вогневого ураження противника. Сучасні реалії з організації виробництва озброєння та військової техніки в умовах високоточного вогневого ураження, вимагають створення принципово нової моделі промислової живучості через поєднання глибокого закладання об’єктів у твердих породах природного походження із сучасними методами організації заходів з охорони та маскування для запобігання виявлення присутності виробництва таким, як тепловий спектр та шляхи логістичного забезпечення.

Проведений аналіз надає можливість розробити комплексну методику проєктування та експлуатації підземних об’єктів військово-промислового комплексу України, що забезпечують безперервність виробничого циклу в умовах застосування противником різних типів високоточної зброї.

Запропоновані наукові дослідження передбачають проведення поглибленого аналізу пробивної здатності бойових частин різних типів високоточних засобів повітряного нападу країни агресора російської федерації та досвід країн, що мають розвинену мережу підземних споруд військового призначення. За результатами роботи будуть запропоновані методики суттєвого зниження демаскувальних факторів життєдіяльності об’єктів військово-промислового комплексу та підвищення живучості зазначених об’єктів в умовах впливу високоточного озброєння противника.

Таким чином, запропоновані наукові дослідження дозволять підвищити живучість об’єктів військово-промислового комплексу України в умовах впливу високоточного озброєння противника, що своєю чергою компенсує витрати на будівництво стратегічно важливих для держави військових об’єктів. Також, результати запропонованих наукових досліджень можуть бути враховані при концептуальному підході до проєктування та будівництва об’єктів критичної інфраструктури цивільного призначення, що також підвищить стійкість зазначених об’єктів під час масованих обстрілів засобами повітряного нападу країною агресором російською федерацією території України.

Бідник І.І.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК

Воєнні конфлікти сьогодення характеризуються широким застосуванням протиборчими сторонами новітніх засобів ураження, динамічністю бойових дій, високим рівнем технологій та веденням “мінної війни”. За таких обставин інженерне озброєння та техніка відіграє вирішальну роль у забезпеченні мобільності військ, створенні перешкод для противника, зниженні рівня втрат особового складу та техніки на замінованих ділянках місцевості, підвищенні захищеності підрозділів та ефективності виконання бойових завдань підрозділами сил оборони.

Досвід російсько-Української війни показує особливу значимість та перспективність модернізації, закупівлі та розвитку новітніх зразків інженерної техніки, засобів інженерного озброєння для підвищення мобільності, живучості та вогневої потужності підрозділів. Пріоритети включають роботизацію, автоматизацію процесів розмінування, використання сучасних засобів швидкого подолання перешкод.

Важливим насущним напрямом розвитку інженерного озброєння є впровадження роботизованих систем, здатних звести до мінімуму ризик для саперів, особливо в ході виконання завдань з ліквідації вибухонебезпечних предметів, розмінування та інженерної розвідки. Використання інженерних роботів, безпілотних наземних платформ та дистанційно керованих машин розмінування дозволяє значно підвищити ефективність та якість робіт. Найближчим часом очікується інтеграція штучного інтелекту для автоматизації процесів виявлення мін та оцінки загроз їх знешкодження.

Іншим вагомим напрямом є розвиток і модернізація інженерних засобів мобільності військ. Здатність швидко переміщатися, долати природні та штучні перешкоди запорука успіху в бою. На часі є створення універсальних інженерних машин, здатних виконувати декілька функцій та оновлення парку інженерних машин шляхом заміни базових шасі на сучасні, краще захищені платформи. Вимоги щодо швидкості розгортання та стійкості до ураження призводять до модернізації мостових систем та понтонно-переправних засобів.

Неабияка зацікавленість відводиться вдосконаленню засобів для фортифікаційного обладнання місцевості. Безумовно перспективним напрямом є використання модульних конструкцій та вжиток новітніх матеріалів із підвищеною міцністю і стійкістю до вибухів, які забезпечують максимальний захист від артилерійських ударів, авіаційних засобів ураження та безпілотних систем.

Розвиток мінно-вибухових засобів і систем протимінної боротьби посідає окреме місце. Удосконалюються засоби встановлення інженерних загороджень, зокрема інтелектуальні мінні системи, здатні вибірково реагувати на цілі та розвиваються технології виявлення та знешкодження мін з використанням роботизованих платформ, георадарів та БпЛА.

Ще одним фактором розвитку інженерного озброєння є інтеграція вітчизняних розробок з іноземними зразками озброєння, що надходять від партнерів, для створення єдиної ефективної системи інженерного забезпечення.

Отже, перспективи розвитку засобів інженерного озброєння пов’язані з адаптацією до умов сучасності, впровадженням інноваційних технологій, закупівлі новітніх зразків техніки а також підвищенням рівня автоматизації та безпеки. Комплексний розвиток усіх цих напрямів дозволить забезпечити інженерним підрозділам ефективне виконання бойових завдань, підвищити загальну боєздатність та живучість військ.

Бойко О.Д.
Рощин В.О.
Аборін В.М.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ, ВИРОБНИЦТВО ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІБпНК

Війна сьогодення це – битва новітніх технологій, штучного інтелекту та сучасного озброєння, що забезпечує підвищення ефективності вогневого ураження противника і живучість наших підрозділів, розвиток технологій та їх впровадження в озброєння, значне збільшення ролі застосування безпілотних систем та спектр завдань, які на них покладаються. Набутий досвід в російсько-Українській війні підтверджує зростаючу значимість інженерної підтримки військ як одну з основних складових успішного виконання бойових завдань. Водночас, сьогодні на порядку денному гостро стоїть питання створення нових високоефективних зразків озброєння, спроможних забезпечити мобільність військ і безпеку особового складу при виконанні завдань інженерної підтримки. Це можливо досягти за рахунок високої автоматизації управління, впровадження технологій штучного інтелекту та досягнення на цій основі, принципово нових тактико-технічних характеристик засобів інженерного озброєння, які недоступні пілотованим (екіпажним) зразкам. Враховуючи значне збільшення щільності та глибини інженерних загороджень, в першу чергу мінно-вибухових загороджень, особливо перед переднім краєм оборони противника та їх вогневим прикриттям, вимагає адекватного та невідкладного реагування. Саме це лягає в основу вимог оперативно вживати заходів заміни існуючих пілотованих машин (систем, установок) розмінування та розгородження на дистанційно-керовані зразки інженерних безпілотних наземних комплексів (ІБпНК) систем та ставити перед виробниками вимоги, які повинні відповідати визначеним критеріям: ефективність застосування; простота конструкції (базового шасі, систем та механізмів), їх взаємосумісність із існуючими та перспективними зразками (елементами) озброєння та військової техніки; достатня собівартість виробництва, ремонту та обслуговування. На сьогодні перші зразки (комплекси) вже застосовуються підрозділами інженерних військ при виконанні окремого спектра завдань інженерної підтримки бойових дій, зокрема і для подолання інженерних загороджень у ході наступу, хоча конструктивно і за фунціоналом вони можуть застосовуватись для виконання, як окремих завдань, так і мати багато функціональне обладнання. Слід зауважити, що провідними виробниками БпНК вітчизняного і закордонного ринку, випробування проводяться в бойових умовах, де перевіряються заявлені характеристики, удосконалюються технічні можливості (маневрені, захисні, спеціальні та інші), уточнюються їх функціональні доцільності, виявляються конструктивні недоліки, тощо. Отримані результати випробувань експериментальних зразків лягають в основу їх прийняття на озброєння підрозділів інженерних військ ЗС України враховуючи їх перспективність, широкий спектр спроможностей у застосуванні.

Сьогодні тривають наукові та науково-дослідні роботи з визначення необхідних військово-технічних критеріїв і вимог відповідності, оскільки лінійка існуючих ІБпНК має різноманітні конструкції, способи застосування, захищеність, керованість і мають широкий спектр функціоналу, що відповідно потребує їх систематизації. Разом з тим, критичними залишаються проблеми з підготовки штатних ремонтних підрозділів обслуговування та

ремонту, забезпечення технічною документацією, запасними частинами, вузлами, агрегатами й іншими матеріально-технічними засобами для проведення якісного і своєчасного технічного обслуговування та ремонту; створення засобів пошуку мін і мінних полів (у тому числі дистанційних), діючих на нових фізичних принципах і забезпечуючи пошук мін з малою масою металу або ідентифікація вибухових речовин з високою вірогідністю їх виявлення; удосконалення існуючих і розробка нових (у тому числі дистанційно керованих) засобів тралення (знищення мін) спроможних прокладати проходи у мінних полях без зниження темпів просування військ; розробка маскувальних покриттів в напрямі створення легких та зручних в експлуатації маскувальних систем, які забезпечать ефективну протидію сучасним і перспективним засобам розвідки і системам ВТЗ, на основі високоефективних радіопоглинаючих матеріалів; розробка засобів імітації, які імітують основні фізичні поля (військової техніки і об'єктів), що дозволить швидко створити хибну обстановку. Саме такі рішення та підходи забезпечать збереження найціннішого активу війни нового покоління – військовослужбовця, передбачає протиставлення інноваційному стрибку в сфері дронів – убивць і такого ж стрибку в технологіях оборони.

Бурашніков О.О.
Саврун Б.Є.
Цупін Г.В.
НАСВ

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МАКЕТІВ ОВТ – ОСНОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДРОЗДІЛІВ У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ВІЙНІ

Впровадження у військову сферу новітніх технологій розширює можливості сучасних систем та зразків озброєння і обумовлює зміни характеру загроз, форм і способів ведення збройної боротьби. Обмеженість ресурсів нашої держави для симетричного протистояння збройній агресії російської федерації проти України, з одного боку, та реальні можливості використання новітніх технологій при формуванні асиметричного потенціалу протидії з іншого, зумовлюють нагальну необхідність розроблення сучасних зразків озброєння та військової техніки для потреб ЗС України. Аналіз досвіду набутого в ході відсічі збройної агресії та оборонного характеру ведення бойових дій Сил оборони України вказує на важливість створення ефективної системи надійного захисту особового складу, ОВТ в першу чергу від БпЛА противника. Досягнення успіху в протистоянні цим загрозам та викликам полягає в сумісних скоординованих діях підрозділів та їхньому всебічному забезпеченні, у тому числі й умілій протидії інструментальним розвідувальним засобам противника у широкому спектральному діапазоні шляхом застосування широкої лінійки макетів різного призначення. У ході затяжної війни, яка триває вже понад чотири роки, задіяні сторони безперервно вдосконалюють засоби виявлення, наведення та ураження цілей. Сучасна війна перетворилася на полігон для апробації не тільки новітніх способів, але і засобів як по застосуванню БпЛА, так в боротьбі з ними. Практично, протягом кожних кількох місяців на полі бою з’являються нові зразки різних типів БпЛА – з покращеними характеристиками (відео- камерами, покращеною автономністю, збільшеною спроможністю обходити системи РЕБ, тощо), відповідно на це зростає потреба в ефективних засобах протидії. Оскільки війна

триває, а ресурси обмежені, фіктивна техніка стає важливим інструментом у бойових діях. Однак, з розвитком дронів і технологій візуалізації макети ОВТ мають ставати все реалістичнішими, щоб випереджати противника та зберігати свою ефективність. Технологічний прогрес у цьому напрямі вже зараз формує нові вимоги до оснащення моделей макетів інфрачервоними та радіолокаційними відбивачами для імітації теплової сигнатури та ефективної поверхні розсіювання реального зразка, що імітується. Макети ОВТ мають бути переконливими та вводити в оману алгоритми виявлення засобами розвідки противника (БпЛА, супутників) тощо. Отримані результати аналізу бойових дій, з організації заходів тактичного маскування, дають підставу стверджувати, що широке та вміле застосування макетів ОВТ (у тому числі пневмомакетів пускових установок і артилерійських систем тощо) призводить до таких негативних для противника наслідків: значні витрати часу на організацію і ведення розвідки; залучення широкого спектра засобів розвідки; суттєві витрати часу на обробку даних розвідки хибних цілей, що своєю чергою відволікає від виявлення та обробки реальних об'єктів; залучення вогневих підрозділів для ураження хибних цілей. Як зазначалось в прогностичній частині, цей напрям матиме виняткову важливість в умовах високотехнологічної війни, де засоби ураження стають все більш точними і смертоносними. Він включає як налагодження виробництва систем маскування для військових об'єктів та інфраструктури (сітки, намети з поглинаючих матеріалів, генератори перешкод, системи голографічного маскування тощо), так і виробництво макетів різноманітної техніки та манекенів живої сили, щоб наповнити ними посадки, бліндажі та окопи, і саме вони приймали на себе нескінченні fpv-дрони противника, були приманкою в засідках на авіацію та в поєднанні з вправним використанням імітаторів радіоелектронної життєдіяльності підрозділів, тотально вводили противника в оману щодо власних намірів та маневрів. Асортимент макетів повинен бути максимально широким, щоб імітувати різні типи техніки та живої сили. Це можуть бути танки, БМП, артилерійські системи, а також рухливі манекени у різних позах. Вони повинні точно відтворювати зовнішній вигляд справжньої техніки та особового складу, включаючи розміри, форму, колір та оснащення. Для забезпечення мобільності та масового виробництва, конструкції мають бути легкими та швидко збиратися. Крім того, макети потрібно обладнати пристроями, що імітують теплові та радіоелектронні випромінювання, щоб максимально ускладнити їх виявлення противником.

Ванкевич П.П., д-р філософії
Дробенко Б.Д., доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.
ІППММ ім. Я.С. Підстригача НАН України
Годебський В.П.
НАСВ

ПАСИВНІ ТА АКТИВНІ СПОСОБИ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ОВТ ВІД ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА

Досвід локальних війн і збройних конфліктів підтверджує важливу роль розвідки в забезпеченні дій військ, при цьому її значення в досягненні мети бойових дій має стійку тенденцію до зростання. Це обумовлено як процесами комплексного ведення розвідки

одночасно у декількох фізичних полях, так і інтеграцією різних джерел інформації по носіях і ланках управління. Так, загальновійськові з'єднання армій провідних країн здатні одночасно вести оптичну, радіо-, радіотехнічну, радіолокаційну, теплову, радіаційну і лазерну розвідку. Крім того, завдяки високому розвитку інформаційно-розвідувальної інфраструктури джерелами розвідінформації можуть служити комплекси розвідки на безпілотних літальних апаратах, стратегічна розвідувальна авіація, космічні системи розвідки. Повністю приховати від противника дії військ, озброєння і військову техніку (ОВТ) практично не є можливим. У цих умовах значно зростає роль тактичного маскування, що є одним із видів бойового забезпечення. Підвищення живучості ОВТ в умовах загальновійськового бою досягається виділенням достатніх сил і засобів для її маскування, безперервністю, переконливістю, різноманітністю й активністю маскувальних заходів, постійним контролем за якістю їх виконання та відповідністю маскувальних заходів завданням військ і можливостям сучасних засобів розвідки противника. Відомо, що на тривалість пошуку (довиявлення) цілі розвідувальною (ударною) авіацією впливає цілий ряд факторів, а саме: наявність і характер дій засобів протиповітряної оборони в районі призначеної цілі; умови огляду місцевості з кабіни; час, який має екіпаж літака для довиявлення цілі; знання екіпажем характеру місцевості; психофізичні можливості екіпажу літака тощо. З огляду на вище перелічені фактори, саме на етапі довиявлення (дорозвідки) можна чинити додаткову ефективну протидію противнику з метою створення умов для зриву виконання бойового завдання. Це може досягатися двома способами: подавленням каналів радіозв'язку літаків противника, за якими здійснюється їх наведення на ціль або використанням засобів зниження помітності особового складу та ОВТ. При використанні другого способу основна мета полягає в тому, щоб повністю забезпечити скритність об'єкта, що захищається на етапах довиявлення та завдання удару (завдання максимум), або змусити літаки противника якомога довше перебувати в зоні ураження сил і засобів протиповітряної оборони (завдання мінімум) за рахунок виконання завдань тактичного маскування. Вдосконалення способів захисту особового складу та ОВТ від повітряної розвідки, яка ведеться з БпЛА, зважаючи на досвід локальних війн і збройних конфліктів, свідчить про відокремленість технічних і тактичних аспектів цього питання. Проблема полягає в недостатній увазі до тактичної складової, зокрема до того, що при впровадженні у війська нових зразків озброєння та військової техніки слід паралельно розробляти також способи і прийоми їх бойового застосування, обґрунтовувати методики опанування новою технікою та тренування особового складу (розрахунків, екіпажів), котрий її експлуатує та обслуговує, тощо. Подальший розвиток змісту, форм і способів захисту від повітряної розвідки об'єктивно зумовлює поглиблене вивчення й цілеспрямований синтез нового спектра дій особового складу частин і підрозділів ЗС України з упровадження тактичних, організаційних і технічних заходів із захисту військ та об'єктів від повітряної розвідки. Це спонукає розроблення й пошук нових підходів до підготовки військ для організації та проведення заходів захисту військ та об'єктів від повітряної розвідки противника в сучасних і майбутніх війнах та перегляд принципів застосування засобів маскування (імітації тощо), які перебувають на озброєнні, а також відповідного оснащення ЗС України сучасною технікою та обладнанням для захисту військ та об'єктів. Моніторинг досвіду бойових дій на сході України дає можливість оцінити результати застосування новітніх засобів повітряної розвідки збройних сил російської федерації, спрогнозувати можливі шляхи їх подальшої модернізації, а також обґрунтувати й запропонувати напрями вдосконалення майбутніх способів і тактичних прийомів боротьби з ними.

Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Білаш О.В., канд. екон. наук, доцент
НАСВ

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОНКОСТІННИХ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ СКЛАДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Багато конструкцій, поширених у сучасній техніці, зокрема і військової, являють собою системи тонкостінних елементів, які працюють сумісно. Ці системи в процесі виготовлення та експлуатації нерідко зазнають дії складного навантаження, а саме, сумісної дії як силового, так і температурного навантажень. З'єднання елементів таких систем є концентраторами напружень, геометричні параметри яких суттєво впливають як на температурні поля, так і на напружено-деформований стан і міцність елементів таких інженерних конструкцій. У даній роботі досліджується температурне поле і викликаний цим полем і зовнішнім тиском напружено-деформований стан системи, яка складається із циліндричної оболонки, пластинки-смуги і двох прямолінійних стрижнів прямокутного перерізу, якими спряжені оболонка і пластинка між собою (модель люка в інженерній конструкції чи споруді циліндричної форми, зокрема цистерні). Під час розв'язування задач теплопровідності і термопружності використовуються отримані раніше умови неідеального теплового і термомеханічного контакту спряжених оболонок і пластин, що дало можливість врахувати реальну геометрію з'єднання, зокрема, неорногональність поверхонь контакту і серединної поверхні оболонки, а також можливу несиметричність спряження. Зауважимо, що елементи системи не можуть бути з'єднані так, щоб частини бічних поверхонь стрижневого елемента прямокутного перерізу, по яких здійснюється контакт, були ортогональні до серединних поверхонь оболонкового і пластинчастого елементів, що зазвичай припускається в розрахункових схемах, поширених в літературі.

Отримані числові результати показують, що неврахування реально наявної неортогональності спряження оболонки зі стрижневими елементами може призвести до суттєвих похибок у визначенні інтегральних характеристик температурного поля (до 20% в розглянутих випадках) в приконтактних зонах. При достатньому віддаленні від приконтактної зони характер з'єднання елементів практично не впливає на їх температурне поле. Окрім того, неврахування реально наявної неортогональності спряження елементів системи може приводити до похибки до 50% при визначенні зусиль і моментів у приконтактній зоні. При віддаленні від зони контакту значення зусиль і моментів в оболонці, обчислені з врахуванням неортогональності спряження і без її врахування, прямують до одних і тих самих величини.

Встановлено, що для даної системи зовнішній тиск може знижувати абсолютні значення згинальних моментів в оболонці. Існує таке значення параметра тиску, при якому напружений стан буде близьким до безмоментного; в той час при дії тільки температурного навантаження або при дії тільки зовнішнього тиску напружений стан оболонки має (в приконтактній зоні) яскраво виражений момент ний характер. Визначено також, що для даної системи зовнішній тиск може знижувати абсолютні значення згинальних моментів в

оболонці. Існує таке значення параметра тиску, при якому напружений стан буде близьким до безмоментного; в той час при дії тільки температурного навантаження або при дії тільки зовнішнього тиску напружений стан оболонки має (в приконтактній зоні) яскраво виражений моментний характер.

Волох О.П., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
Кречко М.В.
КПНУ імені Івана Огієнка

РОЗВИТОК БОЙОВИХ ІНЖЕНЕРНИХ МАШИН ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ

Сучасні збройні конфлікти, зокрема російсько-Українська війна, характеризуються високою інтенсивністю бойових дій, широким застосуванням артилерії та БпЛА, а також значною насиченістю поля бою мінно-вибуховими загородженнями. У таких умовах суттєво зростає роль бойових інженерних машин, призначених для механізації земляних робіт, фортифікаційного обладнання позицій, інженерного забезпечення маневру військ і подолання загороджень.

Досвід бойових дій підтвердив необхідність підвищення захищеності, мобільності та універсальності інженерної техніки, а також її здатності діяти безпосередньо у бойових порядках механізованих і танкових підрозділів. У доповіді проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку таких машин з урахуванням досвіду їх застосування, а також проведено порівняння зразків країн НАТО та техніки, що перебуває на озброєнні Збройних Сил України.

Традиційно інженерні машини країн НАТО створювалися на базі шасі основних бойових танків, що забезпечувало високий рівень захисту та прохідності. Водночас сьогодні спостерігається перехід до уніфікованих платформ із модульним компонуванням та підвищеною мобільністю. Прикладом є машина WiSENT 2 на базі Leopard 2, яка може швидко переобладнуватися для різних завдань і оснащується бульдозерним, екскаваторним, крановим обладнанням, лебідкою та засобами розмінування. До сучасних тенденцій також належить використання універсальних машин середнього класу з дистанційним керуванням і можливістю транспортування повітрям.

Інженерна техніка ЗС України, яка в своїй більшості представлена модернізованими зразками радянського походження, поступається сучасним західним аналогам за рівнем захисту, автоматизації та універсальності, але зберігає переваги у простоті, надійності та ремонтопридатності. Досвід бойових дій вказує на необхідність її модернізації шляхом підвищення захищеності, впровадження дистанційного керування та розширення номенклатури змінного обладнання.

Порівняльна оцінка показує, що інженерні машини армій країн НАТО мають вищі показники ефективності завдяки модульності, автоматизації та кращому захисту, тоді як вітчизняні зразки виграють за рахунок нижчої вартості та простоти експлуатації. У результаті встановлено, що найбільш доцільною є розробка бойових інженерних машин на базі уніфікованого броньованого шасі з модульним робочим обладнанням. Основними робочими органами залишаються бульдозерний відвал і екскаваторне обладнання зі

змінними насадками. Перспективними напрямами розвитку є впровадження дистанційного керування, підвищення захисту (зокрема від БпЛА) та скорочення часу переобладнання.

Таким чином, досвід російсько-Української війни підтвердив ключову роль бойових машин для механізації земляних робіт у виконані інженерних завдань в сучасних бойових діях. Основною тенденцією є перехід до модульних, уніфікованих і мобільних платформ. Найефективнішими для земляних робіт залишаються бульдозерні та екскаваторні робочі органи, а перспективні зразки мають поєднувати високий рівень захисту, дистанційне керування та універсальність застосування.

Галкін О.Б.
Железник О.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Перспективи розвитку засобів інженерного озброєння зосереджені на автоматизацію, роботизацію, підвищення мобільності та захищеності, що зумовлено досвідом сучасних бойових дій.

Концентрація зусиль розвитку інженерного озброєння має бути зосереджена на:

створенні та впровадженні автономних, дистанційно керованих робототехнічних платформ для розмінування, а також автоматизованих систем мінування, швидке зведення фортифікаційних споруд;

розвиток та впровадження високоточних інженерних боєприпасів, модернізацію засобів маскування та створення броньованої інженерної техніки для швидкого обладнання позицій, а також використання легких композитних матеріалів для захисту.

Основні напрями розвитку засобів інженерного озброєння.

Роботизація та автономність (безпілотні роботизовані системи):

розробка дистанційно керованих та автономних роботів-саперів, інженерних машин для інженерної розвідки, встановлення мінних полів, розмінування, виконання земляних робіт.

Модернізація інженерної техніки:

створення інженерної техніки на базі колісних броньованих шасі, що дозволяє швидко перекидати сили.

Інженерні боєприпаси нового покоління:

впровадження інженерних боєприпасів із датчиками цілі, що дозволяють керувати мінними полями, змінювати їх структуру, а також дистанційно активувати або деактивувати;

створення “розумних” мін, що здатні розрізняти техніку.

Підвищення захищеності особового складу інженерних підрозділів:

підвищення рівня захисту екіпажів (бронювання), збільшення мобільності, універсалізація техніки (швидкозмінне навісне обладнання) та впровадження систем автоматизованого управління.

Швидкомонтовані фортифікаційні споруди:

розвиток мобільних, модульних конструкцій для фортифікації та обладнання позицій, обладнання переходів через перешкоди (швидкісні мости, засоби подолання мінних полів), що забезпечують захист від сучасних засобів ураження, включаючи дрони.

Засоби розмінування:

розвиток систем, що використовують лазерні та інші нелетальні технології, а також мобільних зарядів розмінування.

Засоби маскування та імітації:

розвиток мультиспектральних засобів маскування, що знижують помітність техніки та позицій в інфрачервоному, радіолокаційному та тепловізійному діапазонах.

Розвиток засобів інженерного озброєння базується на досвіді сучасних збройних конфліктів і направлений на зменшення ризиків для особового складу при виконанні інженерних завдань, захисту від безпілотних літальних апаратів та високоточної зброї, підвищуючи при цьому ефективність подолання інженерних загороджень та швидкості обладнання позицій та фортифікаційних споруд.

Глова Т.Я., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Ковальчук Р.А., канд. техн. наук, доцент
НАСВ
Глова Б.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
ЛНУВМ та БТ

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОАКСІАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

Пально-мастильні матеріали та токсичні речовини, що зберігаються на базах, арсеналах і складах, є критично важливими для забезпечення функціонування об’єктів військової інфраструктури. Надійність систем їх зберігання безпосередньо визначає рівень живучості військових об’єктів, їх стійкість до зовнішніх впливів та здатність виконувати завдання за призначенням. В умовах сучасних військових загроз питання безпечного та стійкого зберігання таких речовин набуває особливої актуальності.

Для зберігання вибухонебезпечних і токсичних речовин переважно застосовуються спеціалізовані сталеві резервуари, зокрема вертикальні конструкції різних типів. У разі аварійного пошкодження або зовнішнього бойового впливу можливий витік небезпечних речовин із подальшим утворенням парогазових хмар, що створює ризики вибухів, токсичного ураження особового складу, пошкодження військової техніки та масштабного забруднення територій. Такі інциденти можуть призводити до тривалої втрати функціональності військових об’єктів.

Особливу небезпеку становлять екстремальні теплові та ударні навантаження, характерні для бойових дій, які супроводжуються пожежами, вибухами та дією високотемпературних потоків. Висока інтенсивність теплового впливу може спричиняти значні термомеханічні напруження в конструкціях резервуарів, деградацію матеріалу та втрату їх несучої здатності. Крім того, можливий каскадний розвиток аварій із ураженням суміжних об’єктів інфраструктури. Практичний досвід техногенних і воєнних інцидентів на складах пально-мастильних матеріалів підтверджує масштабність можливих наслідків та складність їх ліквідації.

Одним із перспективних напрямів підвищення стійкості систем зберігання небезпечних речовин є використання коаксіальних резервуарів, конструкція яких передбачає наявність

додаткового захисного шару між зовнішнім середовищем та внутрішньою ємністю. Така компоновка дозволяє зменшити інтенсивність теплового впливу та потенційно підвищити загальну стійкість системи до зовнішніх факторів. Водночас особливості розподілу температурних полів і напружено-деформованого стану конструкції в умовах інтенсивного теплового або бойового впливу залишаються недостатньо дослідженими.

У зв'язку з цим актуальною науково-прикладною задачею є комплексне дослідження термомеханічної поведінки коаксіальних резервуарів для зберігання вибухонебезпечних і токсичних речовин в умовах екстремального теплового та бойового впливу, з урахуванням процесів теплопередачі, напружено-деформованого стану та можливих сценаріїв втрати міцності конструкції.

Голішевський І.Л.
Нетребко В.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

Сучасна війна характеризується високою інтенсивністю, багатодоменністю та широким застосуванням новітніх технологій, що докорінно змінює вимоги до інженерного озброєння. Його роль полягає у створенні та підтриманні умов для маневру, захисту, логістики та ефективного застосування інших видів озброєння. Досвід воєн кінця XX – початку XXI ст. (Ірак, Афганістан, Сирія, Україна) показав, що без сучасних інженерних засобів неможливо досягти стійкості та ефективності бойових дій.

Інженерне озброєння охоплює широкий спектр засобів: мінно-вибухові системи, фортифікаційні споруди, мостові та переправні комплекси, засоби розмінування, інженерні машини загального призначення. Класифікація включає як традиційні механізовані машини, так і тактичні середні мультироторні безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) і новітні наземні роботизовані комплекси (далі – НРК).

Фактори, що визначають перспективи розвитку, включають зростання ролі високоточної зброї та БпЛА, необхідність швидкого інженерного забезпечення, цифровізацію та автоматизацію процесів, перехід на гібридні та електричні силові установки, інтеграцію у багатодоменні операції. Це вимагає створення більш захищених і мобільних інженерних засобів, здатних діяти в умовах постійного вогневого впливу противника.

Сучасні тенденції розвитку у світі охоплюють роботизацію, створення швидких переправних систем, використання нових матеріалів для фортифікаційних споруд, інтеграцію у цифрові системи управління, розвиток мінної війни нового покоління із застосуванням «розумних» мін.

Для України війна проти рф показала критичну роль інженерних військ. Основні проблеми: значна частина техніки застаріла, обмежена кількість сучасних НРК, залежність від імпортних компонентів, недостатня цифровізація процесів управління. Перспективи розвитку полягають у створенні національних роботизованих систем розмінування, розвитку мостових та переправних засобів для швидкого маневру, впровадженні цифрових систем

управління інженерними роботами, розширенні виробництва мінно-вибухових засобів нового покоління, інтеграції інженерних засобів у систему багатодоменних операцій НАТО.

Пропозиції щодо розвитку включають формування уніфікованої системи інженерного озброєння, розвиток роботизованих платформ і середніх мультироторних тактичних БпЛА. А також, впровадження цифрових систем управління, перехід на сучасні конструктивні рішення, розвиток національного виробництва, підготовку кадрів. Уніфікація та стандартизація дозволять зменшити номенклатуру, спростити обслуговування та підвищити ефективність. Роботизація, сучасні комп'ютерні технології забезпечать успіх виконання небезпечних завдань без ризику для особового складу.

Висновки: сучасна війна вимагає від інженерного озброєння високої мобільності, захищеності та технологічності. Основні напрями розвитку – роботизація, цифровізація, уніфікація та інтеграція у багатодоменні операції. Для України критично важливим є комплексне оновлення інженерних засобів, розвиток національного виробництва та гармонізація зі стандартами НАТО. Це забезпечить підвищення боєздатності військ, ефективність логістики та стійкість у сучасних бойових умовах.

Головатий Р.М.
Колотело П.О.
НАСВ

ВПРОВАДЖЕННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ

Трансформація сучасного поля бою вимагає відходу від лінійних методів інженерного забезпечення. Традиційне мінування в умовах тотальної аеророзвідки та артилерійського впливу стає критично небезпечним. Ключовим вектором розвитку стає автоматизація – перехід до наземних роботизованих комплексів (НРК), що здатні виконувати завдання автономно або дистанційно. Класичні засоби мінування (ручні або причіпні) мають три критичні вразливості: висока помітність техніки, низька швидкість розгортання в «сірій зоні» та ризик втрати кваліфікованих саперів. Роботизовані платформи нівелюють ці фактори, забезпечуючи прихованість та безперервність інженерних робіт незалежно від часу доби.

Сучасні НРК для мінування розвиваються за наступними характеристиками:

- Використання електричних приводів забезпечує низький тепловий та акустичний слід, що дозволяє працювати в безпосередній близькості до ворога.
- Інтеграція систем GNSS та інерційної навігації дозволяє створювати цифрові карти мінних полів. Це гарантує безпеку власних військ та спрощує розмінування в майбутньому.
- Розробка універсальних шасі, що можуть за лічені хвилини переоснащуватися з мінних загороджувачів на логістичні або вогневі платформи.

Впровадження роботів дозволяє реалізувати концепцію «динамічного мінування»:

1. Можливість дистанційно закривати прориви в обороні під вогнем противника.
2. Роботи здатні встановлювати мінні пастки за складними траєкторіями, які важко проаналізувати за допомогою розвідувальних БпЛА.
3. Винесення пункту управління на відстань до 5 км значно знижує втрати серед особового складу інженерних підрозділів.

Основним стримуючим фактором залишається уразливість каналів зв'язку до засобів РЕБ. Відтак, пріоритетними напрямками розвитку на найближчі роки є:

- Навчання ШІ самостійно долати перешкоди та обирати оптимальні точки встановлення мін у разі втрати зв'язку.
- Розробка протоколів «рою», де група малих роботів координує зусилля для швидкого мінування великих площ.
- Посилення стійкості до засобів радіоелектронного придушення.

Перехід до масового використання НРК у мінно-вибуховій справі є неминучим. Це дозволяє трансформувати інженерне забезпечення з допоміжного елемента на активний інструмент стримування противника. Майбутнє за компактними, автономними та цифровими системами, що здатні діяти приховано, точно та ефективно в умовах найвищої інтенсивності бойових дій.

Голушко С.Л.
Андрієнко А.М., канд. тех. наук, ст. наук. дослідник
НАСВ
Кривцун В.І., докт. тех. наук, ст. наук. дослідник
ДНДІ

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНІЦІАЦІЇ ОСКОЛКОВИХ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ ДЛЯ УРАЖЕННЯ БпЛА З УРАХУВАННЯМ ТРАЄКТОРНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦІЛІ

Сучасний розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) обумовлює необхідність підвищення ефективності засобів їх ураження, зокрема осколкових вибухових пристроїв направленої дії. Однією з ключових задач при їх застосуванні є визначення необхідного моменту ініціації вибуху пристрою, що забезпечує максимальну ймовірність ураження повітряної цілі.

Аналіз існуючих підходів показує, що вони недостатньо враховують просторово-часову взаємодію траєкторії руху БпЛА із зоною ураження, що знижує ефективність застосування засобів ураження.

У роботі запропоновано математичну модель визначення моменту ініціації осколкових вибухових пристроїв направленої дії, яка базується на використанні координат цілі, розрахованих за результатами зовнішньо-траєкторних вимірювань у двох контрольних точках. Модель враховує просторове положення цілі, напрямок і швидкість її руху, а також геометричні характеристики зони ураження. Особливістю запропонованого підходу є визначення моменту часу входження БпЛА у зону ураження та узгодження його з часом досягнення осколками необхідної висоти ураження цілі. Це дозволяє забезпечити синхронізацію підриву вибухового пристрою з положенням повітряної цілі у просторі.

На відміну від відомих підходів, запропонована модель дозволяє визначати не лише координати цілі, а й конкретний момент її перебування у зоні ураження, що забезпечує підвищення точності визначення параметрів застосування осколкових вибухових пристроїв направленої дії.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання моделі при розробленні алгоритмів функціонування систем протидії БпЛА, а також при обґрунтуванні параметрів перспективних засобів ураження.

Запропонована модель дозволяє формалізувати процес вибору моменту ініціації осколкового вибухового пристрою направленої дії на основі обмеженого набору вихідних даних, що є важливим для її практичного застосування в умовах реального часу. Це особливо актуально при обмежених можливостях вимірювальних систем та необхідності швидкого прийняття рішень.

Додатковою перевагою підходу є можливість врахування розміщення декількох зон ураження, що дозволяє визначати найбільш доцільну з них для активації залежно від траєкторії руху БпЛА. Це підвищує гнучкість застосування засобів ураження в складних умовах обстановки.

Запропонована модель може бути покладена в основу створення програмно-алгоритмічного забезпечення автоматизованих систем протидії повітряним цілям, що відкриває можливості для її інтеграції у сучасні системи управління озброєнням. Таким чином, використання запропонованого підходу дозволяє підвищити ефективність ураження БпЛА за рахунок узгодження параметрів руху повітряної цілі з характеристиками зони ураження та моментом ініціації вибуху даного пристрою.

Гродзь Н.М., д-р філософії
Врублевський І.Й., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ЕВОЛЮЦІЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Сучасні військові конфлікти докорінно змінили роль інженерних військ. Сьогодні це не просто допоміжна служба, а високотехнологічний підрозділ, від якого власне й залежить мобільність війська та виживання особового складу. Розвиток інженерного озброєння змушений рухатися у бік максимальної автоматизації, дистанційного керування та мультифункціональності, оскільки всесвітній регрес спонукає до вирішення надскладних питань та зобов’язує до вдосконалення сучасної інженерії в цілому.

Найсучаснішими підвидами еволюції та розвитку інженерного озброєння є роботизація та безпілотні системи, які на сьогодні посідають одне з надважливих місць, особливо домінантних у веденні бойових дій та процесі війни. Якщо зважати на усі виклики та перспективи сьогодення, то можна стверджувати, що інженерне озброєння – головний тренд десятиліття. Наприклад, використання наземних роботизованих комплексів (НРК) дозволяє вивести людину з найбільш небезпечних зон. Наступним важливим чинником є процес успішного розмінування за допомогою використання спеціалізованих роботів-саперів, завдяки яким цей процес стає набагато легшим та маневренішим. Завдяки розмінуванню вдається успішно розпізнавати міни через використання штучного інтелекту.

Інженерна розвідка, наприклад, як частина інженерного озброєння може використовувати: дрони, оснащені мультиспектральними камерами, які здатні створювати 3D-карти місцевості, виявляти приховані укріплення та мінні поля з повітря, визначати точність знаходження цілей через відповідну систему координат.

Класичне встановлення мін вручну відходить у минуле, оскільки сучасний військовий тренд посідають системи дистанційного мінування. Сучасна війна – війна технологічного характеру, з особливостями теперішніх інновацій. Майбутнє – за системами дистанційного мінування, які дозволяють за лічені хвилини «засіяти» територію на відстані десятків кілометрів за допомогою реактивної артилерії або авіаційних скидів. Особлива увага приділяється «розумним» мінам, які можуть самоліквідуватися або деактивуватися за сигналом, що важливо для подальшого просування власних військ, або навпаки, для запобігання передбачуваному пересуванню військ ворога.

Захисні інженерні споруди також посідають важливе місце у рядах військового інженерного процесу. Їх зведення, власне, еволюціонує в бік швидкості та маскування через застосування: габіонних конструкцій з подальшим вдосконаленням швидкозбірних систем Hesco; 3D-друк, у перспективі використання мобільних 3D-принтерів для друку бетонних бункерів та вогневих точок безпосередньо на позиціях; радіопоглинаючих матеріалів, що забезпечують захист інженерної техніки та споруд від виявлення тепловізорами та радарами.

Важливим елементом є застосування інженерних блоків-платформ. Замість десятків вузькоспеціалізованих машин армії переходять на універсальні інженерні платформи, що значно спрощує логістику та ремонт у польових умовах.

Перспективи інженерного озброєння лежать у площині перетворення «важкої механіки» на «інтелектуальні системи». Головна мета – виконувати складні завдання швидше за ворога, мінімізуючи при цьому присутність людини на лінії вогню та, своєю чергою, максимізуючи інженерний спосіб озброєння та відповідної техніки.

Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ДИНАМІЧНО-АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ВІД УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Повномасштабне вторгнення на територію України наочно засвідчило безпрецедентне зростання значення повітряних загроз у сучасних збройних конфліктах. Масоване застосування крилатих і балістичних ракет, а також стрімка еволюція безпілотних літальних апаратів (БпЛА) – від ударних оперативно-тактичних комплексів до масових FPV-дронів – створили нові критичні складнощі для систем оборони держави. Ці виклики стосуються не лише активного протиповітряного захисту засобами РЕБ чи ППО, а й інженерного забезпечення об'єктів військової та цивільної інфраструктури. Традиційні підходи до інженерного захисту, що базуються на використанні жорстко закріплених сіток, у сучасних реаліях демонструють свою обмеженість. Проведений порівняльний аналіз показав, що системи із жорсткою фіксацією мають низьку адаптивність до динамічних навантажень, оскільки ударний імпульс від БпЛА передається безпосередньо на несучі елементи. Через це виникає критична концентрація напружень у точках кріплення, що стає причиною розривів полотна сітки або деформації опорних конструкцій уже після першого контакту. Окрім того, жорсткі системи є вразливими до змінних напрямків атаки та сильних поривів вітру, що суттєво обмежує їхнє ефективне застосування у складних польових умовах під час тривалих бойових дій.

У відповідь на ці недоліки пропонується інноваційний підхід, що базується на впровадженні спеціальних антидронових сіток із пружним кріпленням верхньої частини до нерухомих опор. Така конструктивна схема змінює фізику взаємодії захисної споруди з об'єктом ураження. Використання пружних елементів дозволяє системі динамічно реагувати на зіткнення, значно підвищуючи її здатність поглинати кінетичну енергію БпЛА. Завдяки заміні руйнівного жорсткого удару на плавне гальмування апарата суттєво знижуються пікові навантаження на каркас і вузли кріплення, що не лише запобігає миттєвому руйнуванню захисту, а й забезпечує здатність системи витримувати багаторазові атаки, подовжуючи термін її експлуатації без капітального ремонту. Для теоретичного обґрунтування та практичної реалізації цього підходу була розроблена комплексна математична модель. Вона відображає процес зіткнення БпЛА з горизонтально розташованою пружно закріпленою смугою, враховуючи динаміку деформації всієї системи в часі. Завдяки моделюванню встановлено математичні залежності між ключовими параметрами: коефіцієнтом нелінійності, жорсткістю пружин та максимальним прогином захисного полотна. Такий аналітичний апарат дозволяє оптимізувати конструктивні параметри системи ще на етапі проєктування, знаходячи ідеальний баланс між міцністю матеріалів та їхньою здатністю до пружної деформації залежно від маси та швидкості повітряних цілей.

Пружне кріплення дає змогу відійти від використання надважких опор на користь легших і мобільніших елементів, що є критично важливим для швидкого розгортання захисних споруд безпосередньо на лінії бойового зіткнення або поблизу об'єктів енергетики. Запропоноване рішення поєднує в собі сучасні технології прикладної механіки з реальними вимогами безпеки, створюючи перспективний інструмент для підвищення захищеності держави від сучасних і перспективних безпілотних загроз. Впровадження таких адаптивних інженерних систем є ключовим фактором для забезпечення живучості інфраструктури в умовах динамічної та високотехнологічної війни.

Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Грубель М.Г., д-р техн. наук, професор
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПОРУД ДЛЯ ПРОТИДІЇ СУЧАСНИМ ЗАСОБАМ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Досвід ведення бойових дій в Україні актуалізує проблему перегляду методологічних підходів до забезпечення живучості об'єктів військової та критичної інфраструктури. Безпрецедентна інтенсифікація застосування високоточної зброї, засобів повітряного нападу, артилерійських систем великої потужності та ударних безпілотних літальних апаратів зумовлює необхідність переходу від екстенсивних методів фортифікаційного захисту до науково обґрунтованого інтелектуального проєктування. У сучасних умовах ефективність інженерних споруд визначається не лише їхньою масивністю, а передусім здатністю адекватно реагувати на швидкоплинні динамічні впливи та адаптуватися до змін характеру загроз.

Аналіз бойового досвіду свідчить, що традиційні детерміновані методи розрахунку, орієнтовані переважно на збільшення геометричних параметрів і товщини захисних

конструкцій, не забезпечують належного рівня стійкості до сучасних засобів ураження. Високоенергетичні імпульсні навантаження, які реалізуються в надзвичайно коротких часових інтервалах, формують складні хвильові процеси в матеріалах і ґрунтових масивах. У таких умовах виникають локалізовані зони концентрації напружень, що спричиняють передчасне руйнування конструкцій задовго до досягнення меж їхньої статичної міцності. Водночас надмірна матеріаломісткість класичних інженерних рішень негативно впливає на їхню мобільність, швидкість розгортання та економічну доцільність. Умови активної вогневої протидії та обмеженість ресурсів вимагають створення конструкцій, які поєднують високий рівень захисту з відносною легкістю, технологічністю монтажу та можливістю швидкої адаптації до конкретної обстановки. Перспективним напрямом підвищення захисних властивостей споруд є розроблення математичних моделей, у межах яких елементи покриттів розглядаються як нелінійно-пружні системи. Відповідний математичний апарат ґрунтується на розв'язанні крайових задач для гіперболічних рівнянь у частинних похідних другого порядку, що дозволяє адекватно описувати поширення хвиль напружень у середовищах із різними фізико-механічними характеристиками. Такі моделі забезпечують можливість комплексного врахування параметрів вибухової хвилі, властивостей ґрунтової основи, геометрії конструкції та нелінійної поведінки матеріалів при великих деформаціях.

Одним із практичних результатів досліджень у цьому напрямі є обґрунтування доцільності зміни просторової орієнтації захисних елементів. Зокрема, нахил опорної площини покриття під певним кутом до горизонту дозволяє змінити характер взаємодії конструкції з ударною хвилею: частина енергії не передається безпосередньо вглиб споруди, а перенаправляється вздовж поверхні або розсіюється в навколишньому середовищі. Такий підхід сприяє зменшенню амплітуди коливань, зниженню пікових динамічних навантажень і, відповідно, підвищенню загальної стійкості конструкції до руйнування. Додатковий ефект досягається за рахунок використання багатошарових структур, що забезпечують поступове гасіння хвиль енергії.

Отже, перехід від концепції статичного нарощування маси до інтелектуального проєктування захисних споруд відкриває можливості для суттєвого підвищення ефективності інженерного захисту. Використання сучасних математичних моделей і оптимізаційних підходів дозволяє досягти необхідного рівня стійкості при значно менших витратах матеріальних і часових ресурсів. Запропонована методика створює науково обґрунтовану основу для вибору раціональних параметрів фортифікаційних споруд і в умовах сучасної війни безпосередньо сприяє збереженню життя особового складу та підвищенню стійкості оборонних рубежів держави.

Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Ліщинська Х.І., кандтехн. наук, доцент
Нагорний М.С.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАРАДИГМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ТА КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ФАХІВЦІВ

Сучасна динаміка бойових дій на теренах України наочно демонструє остаточну вичерпність ресурсу класичних методів інженерного обладнання позицій, які десятиліттями

вважалися непохитним стандартом. У реаліях війни високої інтенсивності, де поле бою проглядається на всю глибину за допомогою засобів аеророзвідки, традиційна фортифікація стає не захистом, а вразливою ціллю. Це вимагає радикального переходу до якісно нових засобів інженерного озброєння, які базуються на принципах мобільності, скритності та інтелектуального управління. Сьогоднішні перспективи галузі лежать у площині глибокої інтеграції роботизованих систем, використання новітніх композитних матеріалів та впровадження алгоритмів автоматизованого прийняття рішень. Пріоритетним вектором розвитку стає впровадження автономних комплексів для дистанційного розмінування та зведення фортифікаційних споруд, що дозволяє мінімізувати присутність особового складу в зонах безпосереднього вогневого впливу. Створення модульних платформ з уніфікованим функціоналом дозволяє за лічені хвилини змінювати цільове призначення техніки, адаптуючи її до конкретної тактичної ситуації – від розчищення завалів до створення протитанкових перешкод. Паралельно з цим цифровізація інженерної розвідки через використання спеціалізованих БпЛА та розгалужених сенсорних мереж дає змогу будувати надточні тривимірні моделі місцевості в режимі реального часу, що докорінно змінює логіку інженерного забезпечення та планування операцій.

Однак стрімкий технологічний прогрес неминуче породжує новий виклик: зростання складності систем вимагає від фахівця не просто високих технічних навичок, а принципово іншого рівня інтелектуальної та психологічної підготовки. У цьому контексті критичне мислення перестає бути лише теоретичною дисципліною та стає фундаментальним інструментом виживання та перемоги. В умовах тотального інформаційного перевантаження, активного застосування ворогом засобів радіоелектронної боротьби та постійних спроб маніпуляції свідомістю, курс «Основи критичного мислення» має стати невід’ємною частиною фахового вишколу офіцера-інженера. Саме здатність до глибокого дедуктивного аналізу, вміння вчасно розпізнавати когнітивні упередження та логічні пастки дозволяють сучасному командиру приймати нестандартні рішення, які виходять далеко за межі застарілих доктрин.

Розвиток когнітивних здібностей офіцера дозволяє йому відмовитися від «шаблонної фортифікації», яка легко дешифрується сучасними алгоритмами обробки зображень, на користь креативних, науково обґрунтованих методів маскування та введення противника в оману. Критичний підхід до аналізу бойового досвіду дозволяє ефективно використовувати обмежений людський та матеріальний ресурс, точно прогнозувати ймовірні вектори атак противника та адаптувати інженерні засоби до специфічних умов ландшафту чи міської забудови. Когнітивно підготовлений фахівець здатен сприймати поле бою як складну систему взаємопов'язаних факторів, де кожна зведена перешкода або замінована ділянка є елементом загального інтелектуального протистояння. Таким чином, майбутнє інженерних військ полягає не просто в закупівлі новітньої техніки, а в досягненні синергії між високотехнологічним озброєнням та інтелектуально розвиненим лідером. Тільки поєднання роботизованої потужності зі здатністю командира до миттєвої адаптації, критичного осмислення реальності та інтелектуального домінування над ворогом забезпечить стратегічну перевагу на полі бою майбутнього. Інтелектуалізація інженерної справи – це вже не вибір, а нагальна вимога часу, від реалізації якої безпосередньо залежить стійкість оборони та успіх наступальних операцій.

Давидов Д.О.
ЦДСП Збройних Сил України

МІННО-ПОШУКОВІ КІНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЯК ДОПОМІЖНИЙ ЗАСІБ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Інженерна підтримка Збройних Сил України являє собою комплекс заходів, спрямованих на створення сприятливих умов для дій своїх військ, підвищення їх живучості, а також обмеження мобільності противника.

Одним з основних напрямків реалізації функцій інженерної підтримки є пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях (МВЗ), позначення замінованих районів (ділянок) місцевості та їх розмінування, що здійснюється за допомогою спеціального інженерного озброєння. У процесі виконання даних бойових заходів в якості важливого допоміжного елемента інженерного забезпечення активну участь беруть спеціальні мінно-пошукові кінологічні розрахунки.

Мінно-пошукові кінологічні розрахунки – це спеціалізовані кінологічні пари, що складаються з військовослужбовця ЗС України та спеціально навченого службового собаки, здатного виконувати завдання щодо виявлення вибухонебезпечних предметів (вибухових речовин (ВР), пристроїв та боєприпасів).

Собака, маючи від природи надзвичайно чутливий нюх, після спеціальної підготовки здатна знаходити вибухівку навіть там, де технічні засоби дають обмежені результати. Кінологічні мінно-пошукові розрахунки доповнюють технічні засоби (міношукачі, роботи), тому що можуть працювати там, де використання техніки обмежене (густі ліси, завали), швидше перевіряють великі площі та менш вразливі до деяких типів маскування мін. Їх використання спрямоване на прискорення пошуку вибухонебезпечних предметів (ВНП) та зниження ризиків для особового складу саперів.

Кінологічні розрахунки мінно-пошукових собак включаються до складу саперного підрозділу в якості додаткових сил і засобів пошуку та виявлення вибухонебезпечних предметів. Склад групи розмінування визначається залежно від обсягу та строків проведення інженерної розвідки. Як правило, чисельність групи розмінування складає 5 осіб, до складу якої входить кінологічний розрахунок. Кінологічні розрахунки можуть використовуватись і окремо від груп розмінування, але в обов’язковому порядку в складі даної групи повинен бути сапер.

Основні напрями використання мінно-пошукових кінологічних розрахунків під час проведення інженерної розвідки включають:

виявлення мінних полів (ділянок території);

окреслення кордонів небезпечних ділянок;

створення смуг безпеки;

пошук замаскованих вибухових пристроїв;

перевірку доріг, будівель, транспорту;

розмінування територій після бойових дій;

контроль за якістю виконання завдань з розмінування, які проводилися вручну або механічними засобами (ділянка місцевості, об’єкт рахується безпечними при умові, якщо перевірку здійснено двома кінологічними розрахунками).

Переваги використання спеціальних мінно-пошукових собак в першу чергу полягають у їх мобільності, швидкості та високій точності виявлення ВНП, здатності проведення пошуку на ділянках місцевості із великим вмістом заліза.

Зазвичай застосування собак спеціального призначення має і свої певні недоліки, так під час проведення розмінування із використанням кінологічних мінно-пошукових розрахунків необхідно враховувати кліматичні умови, температурний режим, тип ландшафту та рівень забрудненості ґрунту запахом вибухових речовин.

Проте, незважаючи на певні обмеження щодо застосування мінно-пошукових собак, розвиток засобів інженерного озброєння у поєднанні з кінологічними мінно-пошуковими розрахунками передбачає інтеграцію “біологічних сенсорів” (собак) з робототехнікою, БпЛА та цифровими системами управління, що відображається у наступному:

кінологічні розрахунки діють у парі з роботизованими машинами розмінування (наприклад, DOK-ING MV-4) або БпЛА, що дозволяє собакам працювати на великих площах, а техніці — проводити фізичне знешкодження знайдених вибухонебезпечних предметів;

використання БПЛА для відеофіксації та контролю роботи собаки, що підвищує безпеку кінолога та точність фіксації місця знахідки;

впровадження GPS-трекерів та аудіосистем на шлейках собак для автоматичної фіксації GPS-координат знайденої міни, що дозволяє працювати off-leash;

використання собак для швидкої оцінки забрудненості ділянки з метою швидкого виключення безпечних зон, концентруючи технічні ресурси лише на небезпечних, що в рази пришвидшує повернення земель до використання;

внесення результатів пошуку собак у системи цифрової мапи (GIS), що дозволяє будувати 3D-моделі забруднення.

Такий підхід дозволяє поєднати високу чутливість собак до вибухових речовин з технічними можливостями інженерної техніки та у майбутньому, згідно з трендами 2026 року, очікувати перехід до автономних систем, де кінологічні розрахунки будуть частиною інтегрованої “розумної” екосистеми з AI, що забезпечить повну автоматизацію виявлення та знешкодження ВНП.

Дачковський В.О., канд. техн. наук, доцент
НУОУ

ШНЕКО-НОЖОВИЙ ТРАЛ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Досвід відбиття повномасштабної агресії російської федерації проти України показав, що перемогу у сучасній війні отримає армія, у якої більш сучасні і технологічно розвинуті засоби збройної боротьби.

Застосування російською федерацією різнотипних засобів ураження, мінування місцевості, саморобних вибухових пристроїв, морально застарілих та новітніх інженерних боєприпасів вказує на те, що в післявоєнний період Україна стикнеться з проблемою розмінування місцевості від різноманітних вибухонебезпечних предметів (ВНП). Тому вже сьогодні необхідно розробляти перспективні засоби розмінування місцевості від ВНП, які б

були максимально продуктивними, ефективними та безпечними для життя і здоров'я людини.

На даний час є велика кількість засобів та способів розмінування місцевості від ВНП. Умовно способи розмінування можна розподілити на три форми:

розмінування місцевості вручну;

розмінування місцевості за допомогою засобів дистанційного підривання;

розмінування місцевості за допомогою механізованих засобів.

Кожну із перерахованих форм розмінування місцевості від ВНП також можна розподілити на декілька складових.

Під час ручного розмінування можуть використовуватись міношукачі, щупи, тощо.

Для розмінування місцевості засобами дистанційного підривання використовуються як вітчизняні засоби так і надані в рамках міжнародної військової допомоги, принцип роботи яких заснований на підриванні заряду вибухової речовини над замінованою ділянкою місцевості. До таких засобів відносяться вітчизняні УР-77, (УР-67), ЗРП-2 (Тропа), та надані країнами партнерами в рамках міжнародної військової допомоги система пророоблення проходів в мінних полях PYTHON (Великобританія), M58 MICLIC (США), тощо.

Для розмінування місцевості засобами механізації застосовуються різнотипні каткові та ножові трали вітчизняного виробництва і надані в рамках міжнародної військової допомоги, також застосовуються різнотипні машини підтримки з бульдозерно-ножовими робочими органами MK7 MOD 2 (APOBS) (США), Pionerpanzer 3 KODIAK (Німеччина), тощо.

Крім того, в рамках міжнародної військової допомоги були надані машини розмінування, принцип роботи яких заснований на використанні роторно-бійкового робочого органу, також вітчизняний воєнно-промисловий комплекс розробляє такого типу зразки, копіюючи закордонні. У бійковому тралі використовуються різної форми бійки.

Але усі зазначені засоби мають як свої переваги, так і недоліки, основним недоліком є невеликий ресурс роботи. Тобто, катковий трал, незважаючи на його велику вартість, як правило, витримує 5-6 підривань на протитанкових засобах, після чого подальше його використання неможливе. Роторно-бійковий трал має більший ресурс роботи але через постійне підривання боєприпасів його ресурс роботи знижується.

Тому, для розмінування місцевості від ВНП пропонується виробництво розробленого модуля шнеко-ножового трала, принцип роботи якого заснований на викопуванні боєприпасів з ґрунту та переміщення в правий і лівий бік від засобу розмінування. Під час розроблення даного модуля закладено принцип уніфікації, тобто даний модуль може встановлюватись на будь-який транспортний засіб. Для роботи даного модуля базова платформа має забезпечувати потужність 300 к.с. Відповідно ширина суцільно розмінованої ділянки місцевості за один прохід буде становити 5 м. Відповідно за одну годину продуктивність роботи даного модуля дасть можливість розмінувати ділянку місцевості шириною 5 метрів та протяжністю до 1 км.

Таким чином, впровадження модуля шнеко-ножового трала дозволить підвищити живучість засобу розмінування за рахунок того, що в принципі його роботи не передбачено навмисне підривання ВНП та забезпечить можливість за одну годину суцільного очищення місцевості до 5 тис. $м^2$.

Дяков С.І., канд. пед. наук, доцент
КВП КПНУ

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИСТУ СТОЯНОК АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ НА ВІЙСЬКОВИХ АЕРОДРОМАХ ШЛЯХОМ ЗВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Аналіз сучасних засобів ураження противника показав, що найбільш масово для ударів по військових аеродромах Повітряних сил Збройних Сил України (далі – ЗСУ) він використовує ракетне озброєння (крилаті та балістичні ракети) і ударні БпЛА.

Мета дослідження полягає у визначенні заходів, спрямованих на підвищення рівня захисту стоянок авіаційної техніки на військових аеродромах, шляхом зведення інженерних споруд і конструкцій.

Для досягнення мети дослідження, заходи щодо підвищення рівня захисту стоянок авіаційної техніки на військових аеродромах розділимо на дві складові частини – антидронові та протиракетні.

Антидронові заходи на аеродромах – це спеціалізовані рішення, які дозволяють мінімізувати загрозу та захистити як обладнання, так і його інфраструктуру від ураження ударних БпЛА. Для цього на нашу думку доцільно рекомендувати три типи споруд, а саме: тимчасові захисні споруди для первинного, часткового укриття авіаційної техніки (з земляних валів, ґабіонів, біг-бегів, мішків, збірних залізобетонних елементів тощо), які повинні забезпечити захист від уламків і бічної ударної хвилі; локалізацію вибуху та мінімізацію вторинних пошкоджень сусідніх літаків; сітчасті укриття (для гелікоптерів типу Мі-8, Мі-28 та літаків типу F-16 та МіГ-29), які призначені для захисту літаків на стоянках від ураження малими ударними БпЛА типу “камікадзе”, вони також спроможні зупинити і БпЛА типу “Шахед”, мінімізуючи шкоду.

Протиракетні заходи захисту авіаційної техніки передбачають зведення укриттів із зовнішнім захисним екраном та внутрішньою захисною оболонкою, які витримують прямі влучання ударних БпЛА та забезпечують захист від ударної хвилі, уламків, бомб, ракет та авіаційних ударів: для захисту стоянок авіаційної техніки від крилатих та балістичних ракет рекомендовано зведення бетонних та залізобетонних споруд наземного або підземного типу: укриття типу “Шелтер” наземного типу, із зовнішнім захисним екраном забезпечує захист від осколків, частковий захист від авіаударів та приховування авіаційної техніки на стоянках, закриті залізобетонні споруди наземного типу, призначені для приховування та захисту стоянок авіаційної техніки від уламків, бомб і ракет та часткового захисту від авіаційних ударів; підземні споруди для захисту стоянок авіаційної техніки – це авіаційні ангари, розміщені у товщі ґрунту або всередині гірської породи, які спроможні захистити від авіаційних ударів, прямого влучання ракет і БпЛА противника.

Разом з тим, незважаючи на захисні властивості зазначених вище типів фортифікаційних споруд та інженерних конструкцій для захисту стоянок авіаційної техніки, великою загрозою залишаються російські гіперзвукові ракети типу “Кинджал”, які спроможні пробивати бетонні перекриття і є важкою ціллю для засобів протиповітряної оборони України.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямі можуть стати дослідження, спрямовані на визначення стійкості існуючих та перспективних залізобетонних укриттів у разі прямого влучання у них крилатої чи балістичної ракети з бойовою частиною 480 – 500 кг.

Ємельянов О.В, Ph.D
Погребняк Т.Д.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасний характер ведення бойових дій, зумовлений широким застосуванням високоточної зброї, безпілотних систем, роботизованих платформ та інформаційних технологій, визначає необхідність суттєвого оновлення та вдосконалення засобів інженерного озброєння. Інженерні війська залишаються одним із ключових елементів забезпечення мобільності військ. Водночас досвід війни в Україні демонструє, що традиційні підходи до інженерного забезпечення потребують адаптації до нових умов ведення війни.

Одним із головних напрямів розвитку засобів інженерного озброєння є їх автоматизація та роботизація. Використання дистанційно керованих і автономних інженерних машин дозволяє зменшити ризики для особового складу під час виконання небезпечних завдань, таких як розмінування, пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях, інженерна розвідка. Перспективними є розробки роботизованих комплексів розмінування, які поєднують у собі функції виявлення, ідентифікації та знешкодження вибухонебезпечних предметів із використанням елементів штучного інтелекту.

Другим важливим напрямом є інтеграція безпілотних літальних апаратів у систему інженерного забезпечення. БпЛА вже активно використовуються для інженерної розвідки місцевості, виявлення мінних полів, оцінки стану інженерних споруд та контролю виконання інженерних робіт. У перспективі очікується створення комплексів, які об’єднуватимуть наземні роботизовані платформи та повітряні безпілотні системи в єдину мережу з централізованим або розподіленим управлінням.

Значна увага приділяється розвитку засобів подолання інженерних загороджень. Сучасні бойові дії характеризуються широким застосуванням комбінованих мінно-вибухових загороджень, що потребує створення більш ефективних засобів їх подолання. Перспективними є установки розмінування з підвищеною дальністю та точністю, використання інженерних боєприпасів із програмованими параметрами, а також застосування електромагнітних і лазерних технологій для нейтралізації мін.

У сфері інженерного обладнання позицій актуальним є розвиток швидкорозгортаних фортифікаційних споруд із використанням сучасних матеріалів. Легкі, мобільні та модульні конструкції дозволяють оперативно створювати укриття, командні пункти та інші об’єкти інженерної інфраструктури навіть в умовах обмеженого часу та ресурсів.

Не менш важливим є вдосконалення засобів маскування та захисту. З урахуванням широкого застосування засобів розвідки противника, включаючи супутникові системи та БПЛА, виникає потреба у створенні адаптивних систем маскування, здатних змінювати свої характеристики залежно від умов середовища. Перспективними є технології активного маскування, що дозволяють знижувати помітність техніки в різних діапазонах випромінювання.

Отже, перспективи розвитку засобів інженерного озброєння пов’язані з їх інтелектуалізацією, роботизацією, підвищенням мобільності та інтеграцією в єдині інформаційні системи. Реалізація цих напрямів дозволить суттєво підвищити ефективність інженерного забезпечення військ, зменшити втрати особового складу та забезпечити перевагу над противником у сучасних умовах ведення бойових дій.

Заліско І.І., канд. техн. наук
Дрогобицький завод автомобільних кранів
Гімбер С.М., інж.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ МОБІЛЬНИХ КРАНІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ШАСІ ДЛЯ УМОВ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ: СТРУКТУРНА НАДІЙНІСТЬ, БАЛІСТИЧНИЙ ЗАХИСТ І ЖИВУЧІСТЬ

Війна рф проти України, що розпочалася у лютому 2022 року, ознаменувала принципову трансформацію характеру загроз для всіх класів військової техніки. За даними відкритих аналітичних джерел за 2024…2025 рр. у прифронтовій зоні, FPV-безпілотники (First Person View — безпілотники від першої особи) призводять до понад 65% підтверджених втрат військової техніки, значної шкоди об’єктам критичної інфраструктури. Вартість одного FPV-дрона з кумулятивним зарядом становить $300…500, тоді як вартість атакованої техніки подекуди сягає декількох мільйонів доларів – асиметрія вартостей понад 1000:1. Важливого значення при цьому набувають завдання: оперативної евакуації пошкодженої техніки; монтажу мостових прольотів; зведення фортифікаційних споруд безпосередньо поблизу лінії зіткнення. У цьому контексті особливо гострою постає проблема застосування у зоні бойової взаємодії мобільних кранів на автомобільному шасі – серій КТА (Крани Телескопічні Автомобільні). Ці машини особливо задіяні під час виконання вище перелічених функцій. Вимогою часу є системний пошук шляхів адаптації КТА до умов активних бойових дій. На жаль, попри очевидну операційну значущість цього класу техніки, системне науково-методологічне дослідження, яке описувало б мобільний кран як бойову технічну систему з кількісно визначеним профілем конкуруючих параметрів захисту, надійності і управління, у відкритій науковій літературі відсутнє. Проведений авторами аналіз за профільними дисциплінами дозволив виявити п'ять взаємопов'язаних наукових протиріч: методи МСЕ-оптимізації стрілових систем мобільних кранів верифіковані виключно для квазістатичних підйомних режимів відповідно до стандартів ISO 4301 та EN 13000; балістичне матеріалознавство розробляє легкі захисні системи рівня STANAG 4569 для бойових броньованих машин, де маса броні не конкурує з функціональністю; теорія управління кранами з придушенням коливань вантажу досягла значного прогресу для стаціонарних і суднових умов, проте не вирішує задачу GPS-незалежного позиціонування гака мобільного крана в умовах DDIL-середовища (Denied, Degraded, Intermittent, Limited), де комунікаційна затримка понад 150 мс руйнує стійкість замкнутого контуру управління; кран традиційно класифікується, як засіб тилового інженерного забезпечення з нормативними режимами роботи у захищених умовах; жодна з профільних дисциплін (механіка конструкцій, балістичне матеріалознавство, теорія управління, військова аналітика) не має методологічного апарату для одночасного розгляду всіх конкуруючих параметрів крана як єдиної бойової системи. Для вирішення наукової проблеми пропонується чотири модульна дослідницька програма, де вихідні результати кожного попереднього модуля є вхідними обмеженнями для наступного: оцінка операційної уразливості та порогових умов виживання; обґрунтування ретрофітного бронювання кабін – Парето-компроміс захист↔підйомний момент; оцінка структурної надійності стрілового комплексу під комбінованим навантаженням; розробка науково-методичного апарату GPS-незалежного дистанційного управління в умовах DDIL-середовища).

Зварич А.Я.
Баранов Ю.М., канд. техн. наук, доцент
Баранов А.М., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ СЕНСОРІВ З ВБУДОВАНОЮ САМОДІАГНОСТИКОЮ

Основним інформативним параметром у більшості п'єзоелектричних сенсорів є час прольоту акустичного сигналу. Проте, точність вимірювання значною мірою залежить від стабільності характеристик сенсорного тракту, а також від впливу зовнішніх збурень. Для підвищення надійності функціонування сенсорної системи в роботі запропоновано метод вбудованої самодіагностики, який ґрунтується на моніторингу релаксаційних процесів у приймальних трактах п'єзоелектричних перетворювачів.

У рамках дослідження реалізовано підхід, який поєднує як методологічні, так й апаратні аспекти побудови сенсорних систем з функцією самодіагностики. Основу запропонованої системи становить інтеграція двох взаємодоповнюючих підходів: по-перше, використання теоретичних положень концепції інформаційної надлишковості, яка передбачає формування множини взаємозалежних параметрів сигналу; по-друге, реалізація відповідної функціональної архітектури на базі програмованої системи на кристалі, що дає змогу об'єднати в єдиній мікросхемі аналогові й цифрові елементи обробки сигналу, генерації та керування.

Діагностична інформація про поточний стан сенсорного тракту отримується шляхом аналізу релаксаційних процесів, які виникають у п'єзоелектричному приймальному елементі внаслідок спеціально сформованих збурень. Для цього здійснюється вимірювання низки інформативних параметрів сигналу, які дають змогу кількісно охарактеризувати динаміку його зміни в часі та виявити відхилення, спричинені нестабільністю або деградацією елемента.

У межах запропонованої системи самодіагностики виділено низку ключових параметрів, що підлягають реєстрації, аналізу й подальшій математичній обробці з метою виявлення змін у динаміці релаксаційного відгуку п'єзоелектричного перетворювача. Одним із базових показників є пікове значення сигналу, яке реєструється для кожного імпульсного циклу. Для оцінювання закономірностей його зміни формується апроксимаційна функція. Аналіз цієї функції дає змогу визначити тенденції наростання або зменшення амплітуди, що безпосередньо пов'язано з функціональним станом вимірювального перетворювача й використовується для формування критеріїв його стабільності.

З метою попередньої оцінки ефективності детектування релаксаційного сигналу використання пікового детектора, який дає змогу дослідити чутливість вихідного сигналу до змін амплітуди та швидкості наростання коливань. Отримані дані слугували основою для обґрунтування вибору внутрішніх компонентів з урахуванням параметрів релаксаційного процесу. Конфігурація системи забезпечує високу точність обробки сигналів при мінімальному енергоспоживанні, а також дає змогу адаптуватися до деградації чутливого елемента або змін параметрів зовнішнього середовища без необхідності перепроєктування всієї системи. Для реалізації функції самодіагностики запропоновано підхід, який поєднує

апаратну реалізацію на основі програмованої системи на кристалі із концепцією надлишковості вимірювання й аналізу параметрів релаксаційних процесів. Запропонований підхід вирізняється тим, що дає змогу здійснювати безперервний контроль стану сенсорної системи без втручання в основний вимірювальний цикл із можливістю реконфігурації та адаптації до змін умов експлуатації.

Зиков В.Г.
Бондарчук С.В.
Черняхівський І.В.
ЖВІ

СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Сучасні умови ведення бойових дій на сході України характеризуються високою динамікою, широким застосуванням високоточної та новітньої зброї, безпілотних систем та засобів дистанційного ураження, що зумовлює підвищені вимоги до інженерного забезпечення військ. Досвід ведення бойових дій свідчить, що ефективність підрозділів значною мірою залежить від швидкості прийняття рішень, взаємодії підрозділів під час інтенсивності бою і постійної зміни обстановки та рівня розвитку і застосування засобів інженерного озброєння.

Одним з основних напрямів розвитку засобів інженерного озброєння є автоматизація, роботизація та підвищення мобільності інженерних підрозділів. Особливої актуальності набуває впровадження роботизованих комплексів для виконання небезпечних завдань, зокрема розмінування, пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях, а також виконання інженерної розвідки. Використання таких засобів дозволяє суттєво знизити втрати особового складу та підвищити темпи виконання інженерних робіт.

Важливим напрямом є удосконалення засобів розмінування, включаючи дистанційні, механізовані та вибухові способи. Перспективним вважається створення багатофункціональних інженерних машин, здатних виконувати комплекс завдань у різних умовах обстановки. Поряд із цим, розвиваються технології щодо виявлення мін і вибухонебезпечних предметів із використанням сучасних сенсорних систем, безпілотних літальних апаратів та штучного інтелекту, що вже використовуються Збройними Силами України.

Не менш важливим є розвиток засобів фортифікаційного обладнання позицій. У сучасних умовах особливу роль відіграє швидке обладнання укриттів, бліндажів і захисних споруд із застосуванням модульних конструкцій та інженерної техніки підвищеної продуктивності. Це забезпечує підвищення живучості підрозділів та зменшення втрат від вогневого ураження противника. Таким чином, розвиток фортифікаційного обладнання спрямований на забезпечення живучості підрозділів та їх бойові спроможності.

Окрему увагу приділено розвитку засобів створення та подолання інженерних загороджень. Використання дистанційних систем мінування, сучасних протитанкових і протипіхотних засобів дозволяє ефективно стримувати противника та вигравати час для організації оборони. Водночас удосконалюються засоби подолання водних перешкод, включаючи понтонно-мостові парки нового покоління та модульні універсальні переправні засоби, які можуть швидко адаптуватись до різних гідрологічних умов.

Таким чином, перспективи розвитку засобів інженерного озброєння визначаються впровадженням інноваційних технологій, підвищенням рівня автоматизації та інтеграції у загальну систему управління військами. Це сприятиме підвищенню ефективності інженерного забезпечення, збереженню життя особового складу та успішному виконанню бойових завдань підрозділами Збройними Силами України.

Іваницький Я. Л., д-р техн. наук, професор
Андрейко І. М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Оборнєв І.С.
ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України
Малюк В.М.
НАСВ

ТЕХНОЛОГІЯ КЕРОВАНОЇ ФРАГМЕНТАЦІЇ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ВНАСЛІДОК РУЙНУВАННЯ ВИБУХОМ

Технологія заданої однорідної фрагментації оболонкових конструкцій під дією динамічного навантаження базується на контрольованому попередньому пружно-пластичному деформуванні металу з подальшим насиченням його воднем.

Для цього проведено комплекс експериментальних досліджень із циліндричними зразками різного ступеня попереднього пластичного деформування розтягом чи тиском для створення комірчастої структури з подальшим наводненням за підвищених температур з метою отримання підвищеної концентрації водню у деформованому матеріалі. Для визначення ступеня деформування застосовують лазерну оптико-цифрову систему (ЛОЦС) – вимірюють локальні переміщення та розраховують оптимальні еквівалентні деформації, а також розраховують напружено-деформований стан методом скінченних елементів з урахуванням впливу водню, визначення питомої енергії руйнування та умов переходу матеріалу до крихкого стану.

Утворення внутрішніх дефектів, пропорційно еквівалентним напруженням, під час комбінації пружно-пластичного деформування з наступним насиченням металу воднем сприяє зниженню питомої енергії руйнування у 5-7 разів та формуванню рівномірної структури руйнування. Ця процедура забезпечує утворення фрагментів заданого розміру після дії динамічного навантаження – руйнування вибухом. Внутрішні дефекти значно знижують питому енергію руйнування та забезпечують однорідну фрагментацію оболонки.

Визначення оптимальних параметрів попереднього деформування, відповідної концентрації водню та застосування енергетичних критеріїв дозволить прогнозувати процес руйнування матеріалу оболонкової конструкції. На основі побудованих істинних діаграм руйнування матеріалу оболонки проведено оцінку зміни питомої енергії руйнування матеріалу від величини пружно-пластичного деформування та величини поглинутого матеріалом водню.

Запропонована технологія є перспективною для створення оболонкових конструкцій їх прогнозованим руйнуванням і може бути використана при розробленні нових типів фугасних оболонок із підвищеною ефективністю енерговіддачі.

За даним підходом для виготовлення оболонкових конструкцій значно зменшується затрати та спрощується технологія. Також забезпечується однорідність фрагментації і значно спрощується технологічний процес при виготовленні оболонкових конструкцій для оборонної промисловості. Створення в матеріалі дефектів за різного ступеня попереднього пружно-пластичного деформування забезпечує утворення дефектів матеріалу, а відтак і досягнення різної концентрації поглинутого водню. Тому процес утворення внутрішніх дефектів з наступним наводненням визначає величину питомої енергії руйнування, а відтак і на утворення фрагментів заданих розмірів. Попереднє пружно-пластичне деформування забезпечує зниження питомої енергії руйнування матеріалу. Тому енергія вибуху, яка закладена в оболонку, буде направлена на полегшення руйнування оболонки та збільшення дальності виносу фрагментів. Тобто, величина зусилля руйнування оболонки та кількість фрагментів, а також дальність їх вильоту може бути спрогнозованою в залежності від потреб.

Запропонована технологія дозволяє отримувати фрагменти заданих розмірів і форми при динамічному руйнуванні оболонкових елементів, що забезпечує більш ефективне використання енергії вибуху та підвищує уражальну здатність боєприпасів осколкової дії. Завдяки можливості прогнозованого формування фрагментів забезпечується заданий розподіл уламків за розмірами і масою, що сприяє збільшенню радіусу ураження без підвищення маси вибухової речовини. Це дозволяє оптимізувати конструкцію корпусів фугасних снарядів, мін, бойових частин ракет та інших елементів озброєння, що є надзвичайно актуальним в умовах сучасних воєнних викликів.

Крім того, розроблена технологія сприяє зниженню собівартості виробництва боєприпасів та не вимагає створення концентраторів напружень. Попереднє пружно-пластичне деформування оболонки та водневе насичення можуть бути реалізовані у виробничих умовах з використанням наявного технологічного обладнання, що робить метод економічно доцільним і придатним для масштабного впровадження на підприємствах оборонно-промислового комплексу України.

Каторгін О.М.
Лазурко О.В.
Зорькін М.Є.
Стрімовський С.В., к.т.н.
Фолунін С.О.
ДП “ХКБМ”

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО ВИГОТОВЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БРОНЬОВАНИХ РЕМОНТНО-ЕВАКУАЦІЙНИХ МАШИН ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Останньою вітчизняною розробкою броньованої ремонтно-евакуаційної машини для проведення евакуації та ремонту важкої бронетанкової техніки (БТТ) є БРЕМ «Атлет». Він був розроблений на базі шасі танка Т-80УД та прийнятий на озброєння у 2000 році. У конструкції БРЕМ «Атлет» закладено комплектуючі країн СНД як у частині шасі так і у частині спеціального обладнання, а також вітчизняні броньові сталі марок “71” і “92”, виробництво яких на цей час втрачено. Все це унеможливлює виготовлення БРЕМ «Атлет» на вітчизняних підприємствах.

Відновити виробництво машин зазначеного класу можливо лише після виконання дослідно-конструкторської роботи з розробки нової конструкції БРЕМ, у якій необхідно провести імпортозаміщення комплектуючих і матеріалів у всьому спеціальному інженерному обладнанні БРЕМ «Атлет» – бульдозерне обладнання, кранова установка, гідросистема, допоміжна силова установка, зварювальне обладнання; а також більшої половини систем, пристроїв, вузлів шасі – система захисту двигуна, протипожежне обладнання, фільтровентиляційна установка, пристрій радіохімічної розвідки тощо. Обсяг необхідних робіт для створення нової конструкції БРЕМ веде до значних витрат та тривалого часу для їх проведення.

Тому, з метою прискорення процесу створення нової конструкції вітчизняної БРЕМ, ДП «ХКБМ» в ініціативному порядку ведуться роботи у напрямі розроблення та виготовлення БРЕМ «Атлант» на базі шасі шляхопрокладача БАТ-2. Цей виріб складається з шасі, броньової кабіни, спеціального устаткування, запасного інструменту і приладдя та експлуатаційної документації. Його спеціальне обладнання (кранова установка, бульдозерне обладнання, допоміжна силова установка, зварювальне обладнання) дозволяє виконувати роботи з евакуації і буксирування несправної або пошкодженої, керованої та некерованої БТТ, витягувати застряглу техніку, проводити ремонт у польових умовах, виконувати підйомно-транспортні операції за допомогою кранової установки під час монтажу-демонтажу вузлів і агрегатів БТТ, зварювання та різку чорних металів за допомогою зварювального обладнання, а також транспортувати вантаж, запасні частини та інструмент на вантажній платформі.

Екіпаж БРЕМ «Атлант» складає три особи. Його маса у спорядженому стані не перевищує 32 т. Максимальна швидкість руху машини при транспортному положенні спеціального обладнання сягає до 65 км/г, а запас ходу до 450 км. Перелік спеціальних функціональних можливостей цієї машини задовольняє основні потреби ремонтних підрозділів.

Враховуючи гостру необхідність інженерних та ремонтних підрозділів Сил оборони України в евакуаційній та ремонтній техніці, розробка і виготовлення вітчизняної БРЕМ «Атлант» на базі шляхопрокладача БАТ-2 виправдана часовими та економічними витратами в умовах воєнного стану.

Кирильчук В.Ю.
Алеханов А.О.
НАСВ

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасних умовах ведення бойових дій інженерне забезпечення військ набуває критично важливого значення, а виконання земляних робіт стає одним із ключових елементів підвищення живучості та ефективності застосування підрозділів. Облаштування окопів, бліндажів, укриттів для особового складу та техніки, інженерних загороджень та інших фортифікаційних споруд потребує не лише значних трудових ресурсів, але й високого рівня механізації. Саме тому розвиток засобів механізації земляних робіт в умовах сучасних бойових дій є актуальним науково-практичним завданням.

Однією з основних вимог до сучасних засобів механізації є їхня висока мобільність. Умови бойових дій часто характеризуються швидкою зміною обстановки, необхідністю

оперативного переміщення підрозділів та виконання інженерних робіт у стислий термін. Це обумовлює потребу у створенні техніки, здатної швидко пересуватися різними типами місцевості, включаючи бездоріжжя, та бути готовою до негайного виконання завдань.

У цьому контексті перспективним напрямом є застосування модульного принципу побудови інженерної техніки. Модульні системи дозволяють змінювати робоче обладнання залежно від типу ґрунту, характеру завдання та умов виконання робіт. Це значно підвищує гнучкість використання техніки та зменшує потребу у великій кількості спеціалізованих машин.

Ще одним важливим напрямом розвитку є впровадження дистанційного та безпілотного керування. Сучасне поле бою характеризується високим рівнем небезпеки для особового складу, зокрема через застосування артилерії, безпілотних літальних апаратів та мінно-вибухових загороджень.

Водночас важливим аспектом залишається підвищення захищеності інженерної техніки. Навіть за умов дистанційного керування машини можуть зазнавати ураження, що призводить до втрати ресурсів і зниження ефективності підрозділів. Тому сучасні зразки техніки оснащуються броньованими кабінами, системами захисту від осколків, а також додатковими елементами, що знижують ймовірність ураження критичних вузлів.

Не менш важливим є впровадження цифрових технологій у процеси механізації земляних робіт. Системи супутникової навігації, автоматизованого управління та контролю дозволяють значно підвищити точність виконання робіт, оптимізувати маршрути переміщення техніки та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Окрему увагу слід приділити енергоефективності та автономності засобів механізації. Умови бойових дій часто обмежують доступ до паливно-енергетичних ресурсів, що робить актуальним використання економічних двигунів.

Таким чином, розвиток засобів механізації земляних робіт в умовах сучасних бойових дій здійснюється за кількома взаємопов’язаними напрямами, серед яких підвищення мобільності та універсальності техніки, впровадження дистанційного керування, посилення захищеності, інтеграція цифрових технологій, забезпечення енергоефективності та адаптація до умов радіоелектронного протиборства. Комплексна реалізація цих напрямів дозволить підвищити ефективність інженерного забезпечення військ, знизити ризики для особового складу та забезпечити успішне виконання завдань у складних умовах сучасного поля бою.

Ковальчук С.В.
Баранов А.М., канд. техн. наук, доцент
Баранов Ю.М., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

З метою визначення точного розміщення ремонтного фонду на місцевості, розвідки стану під’їзних шляхів до цих об’єктів, визначення раціональних шляхів евакуації пошкоджених зразків військової техніки (ВТ), транспортування вантажів, охорони колон евакуації, виявлення засідок пропонується до штату ремонтно-евакуаційних органів ввести

відповідні підрозділи безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та технічні засоби багатоцільових робототизованих платформ (БРП).

Для цього необхідно визначитись зі складом цих засобів, їх характеристиками та можливостями, а також штатним призначенням. Слід зазначити, що для виконання вищезазначених функцій, виходячи з існуючої класифікації БпЛА відповідають наступні: розвідувальні – призначені для добування розвідувальної інформації про противника й підготовки та ведення бойових дій (БД); логістичні – для повітряного перевезення та доставки вантажів різного призначення, евакуації поранених.

Аналогічним чином з переліку існуючих технічних засобів БРП визначаємо ті, що призначені для логістичного забезпечення підрозділів з використанням змінних спеціалізованих модулів для підвозу боєприпасів, озброєння, спорядження, ПММ. Конструктивно БРП поєднують у собі декілька функцій (комплексів забезпечення) і являють собою самохідні дистанційно керовані засоби, які можуть оснащуватися озброєнням, технічними засобами розвідки противника і місцевості, набором змінного робочого обладнання та інструменту залежно від завдання.

Слід зазначити, що ведення російсько-Української війни, а також нещодавніх бойових дії між Азербайджаном та Вірменією вирізняються використанням для розвідки, дронів-камікадзе та інших БпЛА, які мали значний вплив на перебіг конфлікту.

Тому одним із удосконалених способів визначення точного розміщення ремонтного фонду на місцевості, розвідки стану під'їзних шляхів до цих об'єктів, визначення раціональних шляхів евакуації пошкоджених зразків ВТ, транспортування вантажів, охорони колон евакуації, виявлення засідок є широке застосування БпЛА в інтересах ремонтно-евакуаційних органів підрозділів СО України.

З метою ефективного моніторингу місцевості ремонтно-евакуаційний орган доцільно оснащувати розвідувальною машиною на гусеничній або на колісній броньованій базі з розміщенням на її борту комплекту БпЛА класу "тактичні поля бою" з наступними основними характеристиками: маса – до 50 кг; висота польоту – до 3 км; дальність застосування (радіус управління) – до 40 км; тривалість перебування в повітрі – 8-10 годин; кількість одночасно пілотованих літальних апаратів 2 од.; можливість управління з землі та з борту машини; цільове навантаження – відеокамера, навігатор, розрахований на використання системи GPS.

Таким чином, впровадження рекомендацій щодо застосування роботизованих комплексів під час евакуації зразків ВТ в умовах ведення БД дозволить більш точно визначати розміщення ремонтного фонду на місцевості, удосконалити проведення розвідки щодо стану під'їзних шляхів до цих об'єктів, визначати більш раціональні шляхи евакуації пошкоджених зразків ВТ, здійснювати охорону колон евакуації та вчасно виявляти засідки.

Колос О.Л., канд. техн. наук, доцент
Баранов Ю.М., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З МАСКУВАННЯ ВІЙСЬК ТА ОБ'ЄКТІВ

Аналіз сучасної російсько-Української війни в аспекті підвищення живучості військ (сил) та об'єктів, їх безпеки застосування щодо протидії технічних засобів розвідки противника потребує вирішення комплексних завдань щодо визначення основних способів і прийомів влаштування хибних районів, позицій підрозділів, окремих об'єктів, імітації їх переміщення з використанням макетів ОВТ, виготовлених із підручних матеріалів та промислового виробництва як завчасно, так і безпосередньо під час підготовки та ведення бойових дій, з урахуванням умов обстановки.

Противник застосовує комплексно розвідувальну апаратуру, супутники, літаки, БпЛА, НРК, що дозволяє у короткі терміни, з високим ступенем ймовірності викривати наші війська та об'єкти. Завдяки використанню макетів ОВТ на полі бою противник застосовує по хибних цілях різні види зброї як стрілецьку, так і ракети, що знижує рівень втрат серед особового складу, військової техніки та майна, при цьому виявляються місця розташування вогневих засобів ураження противника та шляхи його переміщення. Як наслідок – витрачаються дороговартісні ракети, боєприпаси та ударні БпЛА противника.

Для імітації зразків ОВТ в хибних позиціях військ (сил) повинні використовуватися:

– площинні, об'ємні, динамічні макети з тепловими пастками та радіолокаційними ознаками;

– збірно-розбірні каркасні конструкції багаторазового застосування;

– неробочі (пошкоджені, списані) зразки ОВТ.

Для обладнання хибних районів, позицій та окремих об'єктів, імітації переміщення (здійснення маршу) із застосуванням макетів ОВТ залежно від характеру об'єкта можуть бути задіяні механізовані, танкові, артилерійські, інженерно-маскувальні (інженерні-позиційні) підрозділи.

Отже, для підвищення ефективності заходів маскування військ та об'єктів можна сформулювати наступні вимоги:

правдоподібність і повнота відтворення демаскуючих ознак об'єктів, що імітуються. При встановленні макетів ОВТ, необхідно встановлювати і хибні споруди, що у сукупності та з відтворенням демаскуючих ознак реальних об'єктів, за якими ці об'єкти розпізнаються у заданих (розрахункових) умовах (параметрах) ведення розвідки, повинні відтворювати певні райони, позиції військ, їх переміщення (здійснення маршу). Розташування макетів ОВТ та хибних об'єктів на місцевості повинні бути завжди правдивими у тактичному відношенні;

способи встановлення макетів ОВТ повинні забезпечувати їх стійкість до метеорологічних та інших впливів та забезпечувати збереження імітаційного ефекту на весь період експлуатації;

макети ОВТ та хибні споруди, які їх доповнюють, повинні правдоподібно відтворювати зовнішній вигляд об'єктів, що імітуються. Демаскуючі ознаки, такі як форма, основні розміри, колір макетів ОВТ та хибних споруд повинні відповідати дійсності. При цьому імітація функціонування об'єкту включає в себе не тільки встановлення макетів ОВТ, але і показ діяльності хибного об'єкту.

Як висновок слід зазначити, що комплексне вирішення завдань підвищення ефективності заходів маскування військ та об'єктів дозволить досягти раптовості дій військ, збереженню їх боєздатності та підвищенню живучості.

Колос Р.Л., канд. іст. наук, доцент
Ковальов Г.Г.
НАСВ

САМОРОБНІ РІЧКОВІ МІНИ ДЛЯ ПЕРЕШКОДЖАННЯ ВИКОРИСТАННЮ ПРОТИВНИКОМ ВОДНИХ ПЕРЕШКОД

Розвиток збройної агресії росії проти України спричинив перегляд поглядів на удосконалення засобів для влаштування загороджень на водних перешкодах проти десантних плаваючих засобів. Ініціацією таких змін стала протидія загарбникам на Херсонському напрямку по річці Дніпро під час перешкоджання висадці особового складу на правий берег.

Противник активно застосовує переобладнані рибальські човни, спеціалізовані човни для переміщення своєї живої сили малими групами по водних перешкодах, тому гостро постає проблема у першу чергу перешкоджанні їх переміщенню, а по-друге зриванні інфільтрації противника через передові позиції наших військ.

Для мінування водних перешкод традиційно використовуються інженерні міни типу сплавних та якірних. Однак великі витрати таких боєприпасів промислового виготовлення спонукали наших військових до розробки саморобних якірних та річкових мін, за допомогою яких перекривається фарватер Дніпра та його притоки, а також інші річки та канали.

Основу конструкції саморобних якірних річкових мін складає герметичний корпус, виготовлений з металу або пластику, в якому розміщено заряд вибухової речовини. Найчастіше вибухівкою є речовини на основі аміачної селітри, суміш тротилу з гексогеном та алюмінієм або пластичні вибухові речовини.

Підривники володіють простою конструкцією запринципом електричної контактної пари аналогічно до «контактних вус» FPV дронів. Датчики цілі мають характерну хрестоподібну форму або штирову форму, які при контакті з об'єктом ураження передають зусилля на контакти (кнопку), чим замикається електровибуховий ланцюг, який у свою чергу ініціює електродетонатор, від якого спрацьовує основний заряд міни.

Для встановлення міни на глибині, яка буде сприяти прихованню міни від розвідки противника, застосовують якір, який кріпиться до корпусу. Він складається з мотузки та чотирилапого гака. Потрібну довжину мотузки визначають завдяки застосуванню спеціальної лінійки, які скидають з дрона. Лінійка має конструкцію, до якої входить мотузка з закріпленими через кожен метр поплавками. До вільного кінця мотузки кріплять невеликий вантаж, який затягує у воду частину поплавків з мотузкою. По кількості поплавків з мотузкою. які не занурились у воду, визначають глибину водної перешкоди, а отже і глибину встановлення мін.

Іншим різновидом мін, які застосовуються для мінування водних перешкод є сплавні річкові міни. Вони аналогічні за конструкцією до якірних річкових мін, однак не мають якоря, що дозволяє їм вільно рухатися за течією річок та каналів. При стиканні з

перешкодою вони спрацьовують та руйнують переправи й мости на території, яка зайнята противником.

Встановлення вище перерахованих інженерних мін відбувається двома способами: шляхом скиданням з бомберів, що рухаються на висоті 10-50 м, або встановленням вручну з човнів. Міни розташовують невеликими групами з кроком мінування не менше 10-20 м.

Отже, застосування саморобних якірних річкових мін, сплавних річкових мін з метою перешкоджання використанню противником водних перешкод, порушує його логістику, сприяє посиленню оборони позицій наших підрозділів, дає можливість уникнення випадків заходу груп противника у міжпозиційний простір.

Королько С.В., канд. техн. наук, доцент
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ЗАХИСНИХ УКРІПЛЕНЬ ТИПУ ХОББІТ-ХАУС З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕМПФЕРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

В умовах сучасних бойових дій та високої інтенсивності обстрілів з боку ворога застосування захисних укріплень і споруд набуває особливої актуальності. Сучасні засоби ураження на полі бою характеризується широким використанням високоточної зброї, безпілотних систем та засобів розвідки, що потребує принципово нових підходів до організації захисту. Часто захист особового складу та техніки визначається цілісною системою багаторівневого інженерного забезпечення, де поєднуються різні типи укріплень, розміщених на різних рубежах і глибинах оборони. Проте, найбільш важливим є створення капітальних споруд, які здатні витримати значні навантаження та вплив сучасних засобів ураження. Це командні пункти, сховища та спеціалізовані захисні об’єкти, які традиційно виготовляються з армованого бетону. Поряд з тим такі конструкційні матеріали є крихкими та швидко руйнуються, особливо під час інтенсивних обстрілів. Аналіз закордонного досвіду показав, що найбільш ефективним в цьому плані є створення багатошарових модульних конструкцій, які передбачають комплексний захист.

Захисні багатошарові бетонні конструкції типу “Hobbit House” є сучасним інженерними інноваційними матеріалами, які забезпечують комплексний захист особового складу і техніки від дії куль та уламків конструкції. Їх характерною особливістю є частково заглиблене розташування самого укриття та використання багатошарових елементів, що значно зменшує вплив вибухової хвилі. Конструкція таких споруд передбачає використання кількох шарів бетону, які містять армовані металеві елементи, а також спеціально вмонтовані демпферні підкладки для погашення енергії удару. Перший шар є захисним і одночасно проникаючим елементом. Він виконує роль бар’єра, що стримує поширення уламків назовні захисної конструкції. Це дає змогу зменшити викид елементів конструкції на зовні. Другий шар матеріалу забезпечує високі показники деформації та мінімальне поширення тріщин в глибину та бічні сторони конструкції. При цьому відбувається багатократне зниження ефекту спаллінгу (поширення тріщин). Цей шар поглинає значну частину енергії удару, розсіює її та знижує ризик руйнування самої споруди. Цей шар повинен максимально володіти в’язкими та деформаційно-стійкими властивостями. Третій шар матеріалу забезпечує протиударні властивості з використанням високоміцних конструкцій, які є армовані металевими

арматурними елементами та базальтовою фіброю. Типовим представником для виготовлення таких багатошарових захисних елементів виступає українське підприємство “Хоббіт хаус”, яке виготовляє захисні конструкції та елементи укриття з різною формою та захисними властивостями. Внутрішній простір укриття часто проєктується з урахуванням ергономіки та тривалого перебування особового складу. Важливою перевагою таких укриттів є відносно швидке їх зведення монтаж та демонтаж. Застосування модульних елементів дозволяє прискорити будівництво та спростити транспортування матеріалів.

У сучасних умовах важливо забезпечити не тільки міцність конструкції, але й мобільність інженерних споруд. Крім того, такі конструкції можуть оснащуватися системами вентиляції та фільтрації повітря. Їх форма та розташування сприяють зменшенню помітності для засобів повітряної розвідки. Захисні конструкції типу “Хоббіт хаус” забезпечують надійний багаторівневий захист у складних умовах сучасного бою.

Корольов О.О.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ БпАК ТА НРК ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ НЕВИБУХОВИХ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ

Застосування безпілотних комплексів має місце і для облаштування невибухових загороджень. Висока інтенсивність застосування ворогом FPV-дронів, БпЛА зі скидами робить улаштування невибухових інженерних загороджень невиправдано небезпечним або навіть таким, що неможливо виконати через великі втрати особового складу підрозділів, що залучені до виконання такого завдання на лінії бойового зіткнення. Пошук альтернативних шляхів вирішення даної проблеми призвів до застосування в першу чергу наземних роботизованих комплексів (далі НРК) для влаштування дротяних невибухових загороджень дистанційно, що в свою чергу зменшує ризики для життя і здоров’я військовослужбовців.

Для виконання такого роду завдань використовують наземні роботизовані комплекси групи Ф (улаштування інженерних загороджень) середнього та важкого класу. Важливу роль у досягненні успіху має процес підготовки до виконання завдання, який включає в себе декілька пунктів, а саме: підбір платформи та робочого обладнання; узгодження системи передачі сигналу та робочих частот; завантаження бухт загороджень, створення системи якорів; вибір та узгодження стартової позиції НРК; узгодження супроводу НРК БпЛА тактичного рівня.

Правильний підбір платформи для виконання завдань з улаштування невибухових загороджень має прямий вплив на успіх виконання даного завдання. При виборі платформи слід враховувати наступні параметри НРК: вантажопід’ємність, прохідність, швидкість пересування, тягова сила. Найпоширенішим невибуховим дротяним загородженням, яке встановлюють за допомого НРК, є бар’єрний рубіж типу «Єгоза» і для улаштування такого типу загородження найбільш активно застосовують комплекси, що мають гусеничну базу, адже прохідність, стійкість і тягова сила такого типу бази у порівнянні з колісною базою вища, при тих самих характеристиках двигунів.

Обов’язковим обладнанням для встановлення «Єгози» є спеціальний модуль з сервоприводом, що встановлюється на платформу і слугує направляючою для поступового

розмотування дротяного загородження, без перекручувань. Такі модулі дозволяють встановлювати по декілька скріплених одна з одною бухт за один раз. Так, наприклад, НРК типу “NUMO”, з вантажністю у 300 кг здатний встановити до 8 бухт бар’єрного рубежу типу «Єгоза» діаметром 110 см, загальною протяжністю близько 50 - 170 м за один захід.

Силами оборони України неодноразово виконувалися завдання з улаштування бар’єрного рубежу типу «Єгоза» дистанційно, за допомогою БпЛА типу “Vampire”. На відміну від НРК, за допомого БпЛА не є можливим встановити велику кількість невибухових загороджень, зазвичай це відрізки «Єгози» до 3 м через доволі обмежену вантажність дрона (до 15 кг), але цей метод не потребує залучення додаткових екіпажів БпЛА та дозволяє активно працювати вночі. За допомогою БпЛА типу “Vampire” встановлюються ділянки «Єгози», які попередньо фіксуються двома направляючими (жердинами), що тримають спіральне загородження в розтягнутому стані. Для того, аби спіральне дротяне загородження було в розтягнутому стані, для улаштування за допомого НРК використовують систему зі спеціальних якорів.

Окрім встановлення «Єгози», також можливе встановлення малопомітної перешкоди за допомогою БпЛА “Vampire”. На відміну від встановлення «Єгози», такого типу дрон може встановити бухту малопомітної перешкоди за один проліт, у зв’язку з меншою вагою бухти.

Костащук М.М.
Матвєєв Л.І.
Кравченко В.Л.
Смірнов О.П.
ННВП

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОЮ ТЕХНІКОЮ

У ході триваючої російської збройної агресії особовий склад Збройних Сил України та інших складових сил безпеки і оборони часто виконує завдання інженерного забезпечення в умовах мінної небезпеки і вогневого впливу ворога (ракетні й артилерійські обстріли, бомбардування, удари безпілотних літальних апаратів тощо). Крім того, російські війська неодноразово повторно атакують, у тому числі і цивільні об’єкти, під час проведення рятувальних операцій, внаслідок чого гинуть та отримують поранення медики, пожежні, поліцейські, комунальники.

Дистанційне керування інженерною технікою сьогодні дозволяє без ризику для життя оператора виконувати в умовах бойових дій такі небезпечні роботи, як мінування та розмінування, фортифікаційне обладнання позицій і опорних пунктів військ, облаштування загороджень, будівництво в зоні обстрілів, рятувально-пошукові операції та інші. Убезпечити роботу особового складу з укриття в зоні безпосереднього або потенційного вогневого контакту має автоматизація експлуатації машин мінування (розмінування), екскаваторів, бульдозерів та інших технічних засобів, застосування наземних безекіпажних і безпілотних повітряних авіаційних комплексів. Цьому сприяють розвиток і використання інноваційних інтелектуальних систем, GPS та 3D-моделювання, камер з високою роздільною здатністю, захищених радіоканалів і ретрансляторів.

Варто виокремити значення інженерних роботизованих систем для військового і гуманітарного розмінування. Сучасні вітчизняні й іноземні машини для очищення місцевості від вибухонебезпечних предметів можуть керуватися з відстані до одного кілометра і відмінно зарекомендували себе в місіях українських інженерно-саперних підрозділів та сертифікованих операторів протимінної діяльності.

За допомогою наземних і повітряних роботизованих комплексів без присутності та з мінімізацією ризику для життя саперів встановлюються мінні загородження і пастки навіть в тилу противника.

Таким чином, техніка з дистанційним керуванням є важливим напрямом розвитку інженерного забезпечення військових та гуманітарних операцій, реальним чинником успішного виконання визначених завдань, підвищення захищеності та ефективності дій військових та рятувальників, збереження життя і здоров'я особового складу.

Купріненко О.М., д-р техн. наук, професор
Карвацький Б.О.
Яремчук А.В.
НАСВ
Кмін В.О.
Військова частина А0451

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ МІННО-ВИБУХОВИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ

Досвід російсько-української війни показує суттєві зміни у характері ведення збройної боротьби. Широке застосування ударних БПЛА (FPV), мінно-вибухових загороджень, зокрема, нестандартні способи встановлення противником інженерних мін дуже часто призводять до знищення засобів розмінування та загибелі особового складу.

Перспективним шляхом вирішення зазначеної проблеми є застосування безпілотних наземних комплексів (БпНК).

Як свідчить досвід та результати аналізу застосування БпНК для вирішення завдань розмінування місцевості, вони використовуються тільки для гуманітарного розмінування. Для бойового розмінування БпНК не застосовують через невідповідність їх технічних характеристик (непристосованість) до застосування в реальних бойових умовах.

Зазначені обставини обумовили необхідність проведення досліджень щодо обґрунтування параметрів БпНК для бойового розмінування.

Пропонується концептуальний підхід до проєктування перспективних БпНК, призначених для бойового розмінування, на основі принципу асиметричного розвитку. Його сутність полягає не в нарощуванні технічних характеристик окремих БпНК, а в створенні сукупності (системи) взаємодоповнюючих БпНК, склад якої та характеристики зразків, що до неї входять, можуть змінюватись відповідно до бойових завдань, які вирішуються.

Асиметричний принцип проєктування перспективних БпНК, призначених для бойового розмінування, полягає у створенні БпНК технологічно спрощеного виконання та комплектації.

Сутність реалізації запропонованого концептуального підходу полягає у використанні групи малогабаритних БпНК, які діють на ділянці місцевості, формуючи безпечну смугу, очищену від мін та інших вибухонебезпечних предметів.

Основними вимогами до проєктування БпНК, призначених для бойового розмінування, є: невисока вартість та масовість виробництва; скритність, яка забезпечується невеликими габаритними розмірами та безшумністю пересування; висока прохідність.

За результатами досліджень проведено аналіз факторів, які впливають на ефективність виконання завдань БпНК, призначених для бойового розмінування. Встановлено, що ці фактори визначаються технічними параметрами БпНК закладеними на етапі розроблення виробником, способами застосування бойового БпНК та умовами його застосування.

Подальші дослідження будуть спрямовані на:

визначення переліку показників, які характеризують ефективність виконання завдань БпНК;

побудову математичних моделей процесу функціонування БпНК;

оцінку ефективності виконання завдань БпНК в типових ситуаціях бойового застосування;

проведення експериментальних досліджень;

обґрунтування пропозицій щодо проєктування БпНК, призначених для бойового розмінування.

Ларіонов В.В.
НАСВ

ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ СЕНСОРИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАРІВ І ЧАСТОК ОТРУЙНИХ (ВИБУХОВИХ) РЕЧОВИН

В сучасних умовах, актуальність питання пошуку вибухонебезпечних предметів, зокрема боєприпасів або БпЛА, що не розірвались, не викликає заперечень. Досі залишається відкритим питання збору доказової бази використання противником нестійких отруйних речовин. Одним з базових способів їх виявлення є ідентифікація за наявністю хімічних компонентів та їх похідних (продуктів розкладання) у середовищі навколо. Поряд з іншими інструментами вирішення цієї проблеми є мікроелектромеханічні системи – сенсори, що виявляють як пари безпосередньо речовин, що використовувались або їх компонентів, так і мікроскопічні частинки (сліди) технологічних домішок, продуктів розкладання або інших маркерів. Пари можуть бути виявлені в результаті аналізу повітря, що знаходиться навколо місця розриву (падіння), при прокачуванні його через сенсор, а мікрочастинки – ще й на предметах відносно віддалених. Окрім того достатньо висока чутливість та вибірковість деяких сенсорів дозволяє достовірно працювати навидь за наявності супутніх сполук, що заважають.

Основними перевагами сенсорів є їх відносно низька вартість і компактність. Покладені в основу їх роботи принципи, дають можливість вибірково розпізнавати конкретні хімічні компоненти як вибухових, так і отруйних речовин. Трансформацію самого факту розпізнавання хімічної сполуки конструктивним елементом сенсору у вимірювану інформацію, тобто утворення потоку електронів, можна здійснити оптичним,

електрохімічним або іншим способом. Тенденціями розвитку в цій галузі є спроби покращити чутливість, надійність і специфічність ідентифікації отруйних (вибухових) речовин або їх компонентів при збереженні економічної доцільності виробництва та експлуатації сенсорів. Принцип роботи хімічних сенсорів полягає у забезпеченні протікання (підтриманні) селективної хімічної реакції речовини, що міститься в чутливих елементах сенсора, із парою компонентів речовин, що досліджуються. Ця хімічна реакція призводить до індикації – ефекту зміни кольору або електропровідності. У цілому, електрохімічні сенсори можна розподіляти на ті, що дозволяють вимірювати різницю потенціалів (потенціометричні), вимірювати струм (амперметричні) і ті, що фіксують зміни у електропровідності матеріалу. Використання можливості аналізу мікросхемою потоку повітря, що прокачується, на наявність груп молекул складних органічних речовин, що є у свою чергу складовими цілого ряду отруйних речовин нервово-паралітичної дії, це основа іншого методу. У цьому підході використовувався електроосмотичний потік для переміщення зразків через колектори мікросхеми та вимірювання реакції в різних хімічних композиціях. Одним з основних методів, що використовується у біологічних сенсорах, є ефективне виявляння пікринової кислоти на основі явища пригнічування певної біосистеми – білкового комплексу, у присутності речовини, що досліджується. Порушення процесу фотосинтезу і, як наслідок, зменшення фотоструму і зчитується за допомогою електрохімічного обладнання.

Таким чином, на даний момент, існує цілий ряд комерційних рішень, зокрема компактних приладів, робота яких базується на використанні згаданих вище хімічних і біологічних сенсорів і мають перспективи бути застосовані у спеціальному обладнанні техніки Сухопутних військ.

Ластавчук Р.І.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ УНІФІКОВАНИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Сучасні бойові дії характеризуються широким застосуванням високоточного озброєння, артилерійських систем калібру 120–155 мм, баражуючих боєприпасів та ударних безпілотних літальних апаратів. У цих умовах значно зростає роль інженерного озброєння, зокрема засобів фортифікаційного обладнання позицій.

Швидкоспоруджувані уніфіковані фортифікаційні споруди (ШС УФС) є одним із ключових елементів захисту особового складу, здатних забезпечити стійкість до уламкового ураження, вибухової хвилі та стрілецької зброї.

Аналіз досвіду сучасної війни засвідчує що: укриття із залізобетонних елементів суттєво знижують втрати особового складу навіть при обстрілах артилерією калібру 152 мм; заглиблення споруд та обсипка ґрунтом значно підвищують їх стійкість до ударної хвилі (до 300 кПа); використання збірних елементів (типу ЛШСС, ПШСС) дозволяє скоротити час розгортання укриттів; недостатнє маскування призводить до виявлення та ураження укриттів ударними БПЛА.

Таким чином, ефективність ШС УФС визначається не лише їх міцністю, а й комплексністю інженерного рішення.

Основними напрямами розвитку ШС УФС як засобу інженерного озброєння є: підвищення захисних характеристик; модульність і уніфікація; зменшення маси конструкцій; інтеграція засобів захисту від БПЛА; підвищення живучості конструкції.

Для розвитку ШС УФС доцільно запровадити виконання наступних заходів:

1. Розробити нові типи модульних фортифікаційних споруд.
2. Впровадити сучасні матеріали з підвищеними захисними властивостями.
3. Провести експериментальні випробування на стійкість до сучасних засобів ураження.
4. Інтегрувати засоби маскування та протидії БпЛА у конструкцію укриттів.
5. Уніфікувати елементи для спрощення логістики та монтажу.

Крім того, можна виокремити ряд практичних рекомендацій, що позитивно сприятимуть підвищенню живучості підрозділів, зокрема:

1. Оснастити підрозділи інженерних військ модернізованими комплектами ШС УФС.
2. Впровадити стандарти оцінювання рівня захисту укриттів.
3. Забезпечити навчання особового складу щодо сучасних вимог до облаштування укриттів.
4. Використовувати бойовий досвід для постійного вдосконалення конструкцій.

Отже, можна зробити висновок: ШС УФС є важливим елементом інженерного озброєння, що забезпечує захист особового складу в умовах сучасного бою. Досвід війни підтверджує необхідність їх подальшого вдосконалення з урахуванням нових загроз. Основними напрямами розвитку є підвищення захисних властивостей, модульність, зменшення маси та інтеграція засобів протидії БПЛА. Реалізація зазначених напрямів дозволить значно підвищити живучість військ і ефективність інженерного забезпечення.

Ластавчук Р.І.
НАСВ
Гуляєв А.В., канд. тех. наук, ст. наук. співроб.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛІКУ ПІДСИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Збройні Сили (далі – ЗС) України як цілісну систему, що має в собі відповідні підсистеми, слід характеризувати за кількісними та якісними показниками, які повинні давати уяву про її спроможність та достатність при виконанні покладених на неї завдань.

До однієї із основних підсистем ЗС України належить матеріально-технічне забезпечення (далі – МТЗ), призначене для забезпечення потреб ЗС України в озброєнні, військовій та спеціальній техніці (далі – ОВТ). Кількісний аспект підсистеми в частині ОВТ визначається складом цих зразків, їх відповідністю потребам. Якісний аспект підсистеми в частині ОВТ визначається вимогами до цієї підсистеми і виражається у показниках якості підсистеми та ефективності її функціонування.

Підсистема МТЗ є організаційно-технічною системою більш високого рівня – Міністерства оборони України, вона функціонує у взаємодії з іншими підсистемами даної системи і пов'язана з цією системою загальністю цілей. Своєю чергою Міністерство оборони України створено і функціонують в рамках системи ще більш високого рівня – самої держави. Стосовно підсистеми МТЗ ЗС України усі системи більш високого рівня можна розглядати в якості факторів зовнішнього середовища.

У рамках методології загальної теорії систем можливі два принципово різні підходи до обґрунтування підсистеми МТЗ ЗС України.

Перший підхід передбачає покращення існуючої підсистеми МТЗ, тобто еволюційне перетворення або ж зміну підсистеми, що наближує її до вимог стандартів і умов функціонування. Метою дослідження в даному випадку є обґрунтування напрямів покращення існуючої підсистеми. Основними позитивними рисами цього методологічного підходу є передбачуваність результату і його реалістичність, а також, як правило, збереження структури підсистеми без суттєвих змін. Разом з тим, спроби вирішити проблеми шляхом пошуку причин відхилень параметрів підсистеми від заданих вимог в межах самої підсистеми не забезпечує довгострокової відповідності підсистеми необхідним стандартам і стійкого функціонування підсистеми на рівні сучасних вимог, оскільки причини відхилень підсистеми від заданих вимог можуть бути поза підсистеми.

Другий підхід передбачає проєктування перспективної підсистеми, що включає, як і в попередньому випадку, перетворення або ж зміну підсистеми, але відмінний від аналогічних процесів покращення підсистеми метою, масштабами, методиками і результатами. Метою дослідження в даному випадку є обґрунтування обліку перспективної підсистеми матеріально-технічного забезпечення.

Якщо існуюча підсистема МТЗ за деякими кількісним показникам та якісним характеристикам не відповідає висунутим до неї вимогам, то таку ситуацію можна визначити як існуючу проблемну ситуацію підсистеми МТЗ. Для вирішення даної проблемної ситуації потребує проведення системного дослідження, включаючи опис (формалізацію), детальний аналіз існуючої і синтез перспективної підсистеми МТЗ, і особливо в частині забезпечення сучасними зразками ОВТ.

Таким чином, обґрунтовуючи структуру і склад перспективної підсистеми МТЗ ЗС України, слід виходити з двох основних чинників: рівня реального забезпечення виконання завдань, з одного боку, і економічних можливостей держави, що визначають граничні обсяги ресурсів, що виділяються на утримання і розвиток підсистеми МТЗ ЗС України, з іншого боку.

Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доцент
Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НУ "Львівська політехніка"

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЗАСОБАХ ІНЖЕНЕРНОГО РОЗГОРОДЖЕННЯ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Розвиток засобів інженерного розгородження характеризується переходом від механічних концепцій до кіберфізичних систем, здатних функціонувати в умовах високої

динаміки зміни обстановки. Тому інтеграція засобів ІТ та елементів ШІ безпосередньо в процес керування інженерною машиною є нагальною вимогою часу. Пропонується концепція побудови системи підтримки прийняття рішень на основі байєсівського аналізу, яка акумулює потенціал аналізу даних та нейронних мереж.

Дії традиційних систем розгородження часто призводить до неефективних витрат ресурсів або ризикованих маневрів. Для переходу на якісно новий рівень необхідний апарат ймовірнісного аналізу. Байєсівський підхід пропонує формальний механізм оновлення гіпотез: апостеріорна ймовірність безпечного проходу обчислюється як добуток апріорних знань (даних ґрунту, карти мінного поля) на функцію правдоподібності поточних вимірів. Це дозволяє системі «розуміти» ступінь власної невизначеності.

Інтелектуальність рішення забезпечується поєднанням двох методів. Перший – це аналіз часових рядів даних із датчиків механічних напружень та сейсмічних датчиків, що дозволяє виявити передвісники кавітації або руйнування робочого органу. Другий – це навчання глибоких нейронних мереж на байєсівських графах. На відміну від чистих нейромереж, які часто працюють як «чорний ящик», байєсівська нейронна мережа оцінює не лише прогнозовану дію, а й ступінь впевненості у цьому прогнозі, що активують процес критичного мислення оператора. Оскільки ціна помилки надзвичайно висока, система не може бути повністю автономною. Запропонована архітектура передбачає три режими: рекомендаційний (автоматичний вибір трала на основі байєсівського ранжування), напівавтономний (підтвердження людиною) та експертний. У режимі невизначеності система генерує не одне рішення, а дерево гіпотез. Оператор отримує не просто команду чи рекомендацію, а байєсівську карту ризиків. Це і є підтримка критичного мислення: людина бачить логіку машини та може прийняти остаточне рішення, усуваючи систематичні помилки прогнозу.

Реалізація системи потребує створення динамічної байєсівської мережі, де вузли – це стан ґрунту, тип перешкоди, залишок ресурсу механізму, а ребра – часові лаги. Навчання проводиться на ретроспективних часових рядах даних попередніх інженерних операцій. Головний науковий ефект полягає в тому, що запропонований гібрид «байєсівської мережі і нейромережі» вирішує проблему адекватності ймовірнісних оцінок, яка гостро стоїть у чистих моделях штучного інтелекту.

Варто відзначити, що застосування байєсівського аналізу даних у засобах інженерного розгородження дозволяє перетворити важку машину на адаптивного агента, здатного до ймовірнісного мислення. Це не заміна людини, а потужний когнітивний підсилювач, який підвищує безпеку та ефективність праці саперів. Подальший розвиток напряму вбачається у створенні байєсівських підходів для групової роботи машин розгородження в умовах радіоелектронного придушення.

Ломов А.О.
Кирильчук В.Ю.
НАСВ

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ

Досвід застосування безпілотних систем під час виконання завдань з інженерної розвідки в умовах сучасних бойових дій свідчить про їх визначальну роль у підвищенні ефективності

інженерного забезпечення військ. Інженерна розвідка традиційно належить до найбільш небезпечних видів діяльності, оскільки пов’язана з необхідністю обстеження місцевості, виявлення мінно-вибухових загороджень, оцінки прохідності маршрутів і стану інфраструктури в умовах безпосередньої загрози ураження. Впровадження безпілотних технологій суттєво змінило підходи до виконання цих завдань, дозволивши знизити ризики для особового складу та підвищити оперативність отримання розвідувальної інформації.

На сучасному етапі безпілотні системи представлені широким спектром засобів, серед яких особливе місце займають безпілотні літальні апарати та наземні роботизовані комплекси. Вони ефективно використовуються для виявлення інженерних загороджень, фортифікаційних споруд, пошкоджень дорожньої мережі, мостів та інших об’єктів інфраструктури. Наземні роботизовані комплекси, у свою чергу, застосовуються для детального обстеження ділянок, які становлять підвищену небезпеку, зокрема замінованих територій або місць можливого розташування вибухонебезпечних предметів.

Однією з ключових переваг безпілотних систем є можливість отримання інформації в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно оцінювати обстановку, виявляти зміни на місцевості та швидко реагувати на нові загрози. Використання сучасних сенсорів, включаючи оптичні камери, тепловізори, лазерні сканери та інші засоби спостереження, значно розширює можливості інженерної розвідки.

Важливим напрямом застосування безпілотних систем є дистанційне обстеження мінно-вибухових загороджень. Традиційні методи розмінування пов’язані з високим ризиком для саперів, тоді як використання роботизованих платформ дозволяє здійснювати первинну розвідку та ідентифікацію небезпечних об’єктів без безпосереднього контакту людини з ними.

Разом із тим, практичний досвід застосування безпілотних систем виявив низку проблемних аспектів. Однією з основних проблем є вразливість до засобів радіоелектронної боротьби, які можуть порушувати канали управління та передачі даних. Іншим обмеженням є відносно невеликий час автономної роботи, що потребує частого повернення апаратів для підзарядки або заміни елементів живлення.

Також важливим викликом є забезпечення надійного зв’язку та захисту інформації. Передача розвідувальних даних повинна здійснюватися з урахуванням вимог кібербезпеки, що потребує впровадження сучасних засобів шифрування та захисту каналів зв’язку. Крім того, складність технічного обслуговування безпілотних систем і потреба у висококваліфікованому персоналі також впливають на ефективність їх застосування.

Перспективи розвитку безпілотних систем у сфері інженерної розвідки пов’язані з підвищенням рівня їх автономності, впровадженням елементів штучного інтелекту та розширенням функціональних можливостей. Зокрема, перспективним є створення систем, здатних самостійно аналізувати отримані дані, розпізнавати об’єкти та формувати рекомендації для прийняття рішень. Також важливим є розвиток комплексного підходу до використання безпілотних засобів у взаємодії з іншими елементами системи управління військами.

Ломов А.О.
Ющук А.М.
НАСВ

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РОЗРОБКИ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ

Розвиток новітніх зразків інженерних боєприпасів у сучасних умовах є важливим напрямом удосконалення інженерного забезпечення, що обумовлено змінами характеру бойових дій, зростанням ролі високотехнологічних систем та необхідністю підвищення ефективності застосування інженерних засобів. Сучасне поле бою характеризується високою динамічністю, широким використанням безпілотних систем, засобів розвідки та радіоелектронної боротьби, що вимагає створення нових підходів до розробки інженерних боєприпасів. У цьому контексті особливого значення набуває комплексний підхід, який поєднує технічні інновації, підвищення функціональності та забезпечення безпеки застосування.

Одним із провідних напрямів розвитку є інтелектуалізація інженерних боєприпасів. Використання сучасних сенсорних технологій та елементів штучного інтелекту дозволяє створювати системи, здатні аналізувати навколишнє середовище, розпізнавати типи цілей та приймати рішення щодо активації. Це забезпечує підвищення селективності дії, зменшення випадкових спрацювань і, відповідно, підвищення ефективності використання.

Важливим напрямом є підвищення керованості та інтеграції інженерних боєприпасів у сучасні інформаційно-керовані системи. Новітні розробки передбачають можливість дистанційного контролю за станом боєприпасів, їх активації або деактивації залежно від зміни обстановки. Це дозволяє більш гнучко використовувати інженерні засоби, адаптуючи їх до конкретних умов виконання завдань. Крім того, інтеграція з системами розвідки та управління забезпечує своєчасне отримання інформації та підвищує координацію дій підрозділів.

Не менш важливим є напрям підвищення безпеки застосування інженерних боєприпасів. У сучасних умовах значна увага приділяється розробці механізмів самодеактивації, самознищення або обмеження часу бойового функціонування. Це дозволяє мінімізувати довгострокові ризики, пов’язані з залишенням вибухонебезпечних предметів на місцевості після завершення бойових дій. Такий підхід відповідає сучасним вимогам міжнародного гуманітарного права та сприяє підвищенню рівня безпеки у післяконфліктний період.

Ще одним перспективним напрямом є розвиток модульності та універсальності конструкцій. Це передбачає створення боєприпасів, які можуть адаптуватися до різних умов застосування шляхом зміни окремих елементів або режимів роботи. Такий підхід дозволяє зменшити номенклатуру засобів і підвищити ефективність логістичного забезпечення.

Важливу роль відіграє також удосконалення технологій виробництва, зокрема використання сучасних матеріалів і адитивних технологій. Це дозволяє створювати більш легкі, міцні та технологічно складні конструкції, що відповідають сучасним вимогам. Крім того, оптимізація виробничих процесів сприяє зниженню вартості та підвищенню доступності новітніх зразків.

Таким чином, основні напрями розвитку новітніх інженерних боєприпасів визначаються прагненням до підвищення їх інтелектуальності, керованості, безпеки та стійкості до зовнішніх впливів. Комплексне впровадження цих підходів дозволяє адаптувати інженерні засоби до сучасних умов бойових дій, підвищити ефективність їх застосування та зменшити негативні наслідки для навколишнього середовища і цивільного населення.

Лук’янець О.В., канд. екон. наук, доцент
Барченко С.В.
Озеран Г.П.
ДНДІ ВС ОВТ

АКТУАЛЬНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБШИВКИ ОДЯГУ КРУТОСТІ ТРАНШЕЙ (ХОДІВ СПОЛУЧЕННЯ) В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Інженерна підтримка дій військ (сил) є одним із найважливіших заходів для успішної підготовки та виконання поставлених бойових завдань в умовах сучасної російсько-Української війни. Досягнення мети інженерної підтримки здійснюється шляхом виконання ряду завдань, одним з яких є фортифікаційне обладнання позицій, що включає, серед іншого, фортифікаційні споруди відкритого типу – траншеї та ходи сполучення.

Траншеї (ходи сполучення) відривають землерийними машинами або вручну та укріплюють їх стіни спеціальним “одягом”, використовуючи різні матеріали: підручні (хмиз, стебла рослин), традиційні (лісоматеріали) та більш сучасні (бетон, геотекстиль, полімери). Кожен з цих матеріалів має як переваги, так і недоліки, та відносну відповідність вимогам: на стійкість до: статичного навантаження з утримання ґрунту вертикальних стінок 2 м, впливу температур (від -40 до +50 ºС) в умовах 100% вологості, впливу атмосферних опадів, механічних пошкоджень та впливу вогню; адаптивність до ламаної форми траншей; швидкість монтажу; багаторазове застосування; можливість масового виробництва; термін експлуатації – понад 5 років; можливість зберігання понад 10 років; транспортування усіма видами транспорту.

Слід зазначити, що аналіз фортифікаційного обладнання прикордонних опорних пунктів Харківської, Сумської, Чернігівської областей у 2022 р. показав, що необроблений лісоматеріал (зазвичай хвойні породи) для обшивки траншей у ґрунті швидко втрачає свої властивості, і вже через рік втрата характеристик деревини становить від 40 до 70% залежно від фізико-географічних і погодно-кліматичних умов, що значно знижує ефективність таких конструкцій.

Традиційний бетон є відносно недорогим, довговічним та вогнестійким, але має низьку ударну міцність та схильність до спаллінгу під дією вибухових навантажень. У зв’язку з цим перспективним може бути використання фібробетонів з підвищеною тріщиностійкістю, ударною міцністю та стійкістю до динамічних впливів порівняно з традиційним армованим бетоном.

Синтетичні полімери є відносно недорогими, довговічними, стійкими до впливу вологи, але під дією ультрафіолету, а також при температурних перепадах можуть втратити еластичність та міцність, що призводить до деформації конструкцій. Крім того, матеріал має низьку стійкість до сильних точкових ударів, а при горінні виділяє токсичні речовини. Однак додавання спеціальних пластифікаторів, світло- та термостабілізаторів дозволить мінімізувати недоліки.

Враховуючи вартість та обсяг матеріалів, найбільш оптимальним варіантом облаштування траншей на сьогодні є використання геотекстилю, що має високий рівень міцності та розтягнення, є стійким до вологи та агресивного середовища, має високі фільтруючі якості, забезпечуючи вільне проходження води, водночас запобігаючи розмиву та зміщенню ґрунту.

Таким чином, перехід від традиційних матеріалів обшивки одягу крутості траншей (ходів сполучення) до сучасних інженерних рішень, що поєднують високу міцність, довговічність та технологічність, є вкрай необхідним. З урахуванням реалій сучасної війни актуальним залишається подальший пошук і впровадження матеріалів та конструкцій промислового виробництва, адаптованих до вимог бойового застосування, що сприятиме підвищенню ефективності інженерної підтримки дій військ (сил).

Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
Кузнецов В.О.
Мішок А.А.
Ільчишин В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗОВАНОГО (ГУМАНІТАРНОГО) РОЗМІНУВАННЯ

З початком бойових дій на сході України постала гостра проблема забруднення території вибухонебезпечними предметами (ВНП). Враховуючи масштаби бойових дій, з кожним місяцем ситуація тільки погіршується. Тому створення та розвиток ефективної системи протимінної діяльності (ПМД) з урахуванням потреб безпечного зачищення території України від ВНП є пріоритетною задачею на національному рівні. На даний час національна спроможність до гуманітарного розмінування в Україні набула розвитку: сапери отримали значну практику та досвід; оператори гуманітарного розмінування стали більш технічно оснащеними. Зросла увага та підтримка розвитку українського потенціалу країнами-партнерами.

В рамках міжнародної допомоги Україна отримує сучасні машини розмінування; українські підприємці модернізують техніку під потреби розмінування. Для забезпечення незалежного оцінювання придатності, безпечності та ефективності машин розмінування, які застосовуються під час проведення обстеження та розмінування забрудненої території, потрібно проводити їх випробування та оцінювання відповідності. Це дасть змогу оцінити можливості і потенціал нових технологій та підтвердити продуктивність і експлуатаційні характеристики придатних до використання машин.

Гуманітарне розмінування забруднених ВНП територій потребує значних витрат ресурсів і коштів. Гостро стоїть питання пошуку ефективних методів та засобів розмінування, особливо дистанційно керованих, які повинні забезпечувати, в першу чергу, безпеку особового складу групи розмінування, по-друге – забезпечувати високу ефективність розмінування.

Аналіз фахової літератури показав, що проблемним питанням розмінування у глобальному контексті та узагальненню світового досвіду розмінування присвячено ряд досліджень. У деяких роботах розглянута оцінка рівня технологічної досконалості вітчизняних перспективних розробок засобів розмінування (для наявної та перспективної номенклатури озброєння та військової техніки (ОВТ) з метою порівняння показників їх якості та вибору оптимального варіанта зразка ОВТ. На основі даних комплексних методик

можуть бути розроблені методики порівняльної оцінки механічного обладнання й для потреб гуманітарного розмінування.

Стосовно зразків ОВТ, задіяних в подоланні мінно-вибухових загороджень та розмінуванні, ситуація із нормативним забезпеченням краща, ніж в гуманітарному розмінуванні. Вимоги до засобів подолання мінно вибухових загороджень та броньованих машин розмінування регламентуються військовим стандартом та оперативно-тактичними вимогами, а методи випробувань зразків броньованої техніки – військовим стандартом, який гармонізований з міжнародним стандартом STANAG 4569.

Отже, метою дослідження є вивчення міжнародного та регіонального досвіду гуманітарного розмінування в контексті нормативно-методичного забезпечення щодо визначення вимог до механічного обладнання та методів їх підтвердження, а також можливості їх адаптації в національну систему протимінної діяльності.

Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
Мішок А.А.
Дирман Ю.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

З початком широкомасштабної агресії рф проти України постала гостра проблема забруднення територій вибухонебезпечними предметами (ВНП).

На сьогодні стає все більш очевидним, що одиночний мобільний роботизований комплекс (МРК) здатний вирішувати досить вузький перелік завдань гуманітарного розмінування, водночас як рішення складних, комплексних завдань можливо тільки в результаті групового застосування МРК, що мають різні функціональні можливості. Дослідження в зазначених напрямах в даний час активно проводяться в багатьох провідних країнах світу.

Як приклад, у недавньому інтерв'ю виданню Defense News генерал-лейтенант Люк Петерсон, виконавчий директор програми армії США з питань бойової підтримки та підтримки бойової служби, повідомив, що у рамках спільних навчань з оцінки бойових дій досліджувались дистанційно керовані дії групи штурмових машин ABV M1 у складі підрозділу морської піхоти, що долали перешкоди на вершині пустельного плато, керування якими здійснювалося з однієї командної машини.

Перші штурмові машини використовували заряди розмінування, створюючи умови та безпечний прохід в мінно-вибухових загородженнях іншим, для забезпечення подолання протитанкових ровів бойовою технікою. Такі дії на полі бою мали за мету забезпечити шляхи для пересування десанту на місцевості зайнятій ворогом.

Переваги групового застосування МРК під час виконання завдань гуманітарного розмінування очевидні. Це і більший радіус дії, що досягається за рахунок розосередження роботів по всій робочій зоні, і розширений набір виконуваних функцій за рахунок установки на кожен робот індивідуальних виконавчих пристроїв, нарешті, більш висока ймовірність

виконання завдання та можливості перерозподілу цілей між МРК групи в разі виходу з ладу деяких з них.

Разом з тим, створення таких мобільних робототехнічних угруповань вимагає вирішення цілої низки фундаментальних проблем, пов'язаних з організацією “розподіленого інтелекту” і колективної взаємодії роботів в групі, створення засобів інформаційного обміну та формування розподілених баз даних і знань, розробки методів і алгоритмів прийняття групового рішення і адаптивного управління динамічно змінюється в умовах природного середовища і т.п.

Основні дослідження в галузі управління групами роботів, що ведуться в багатьох індустріально розвинених країнах світу, перш за все проводяться в інтересах оборони. Найбільш інтенсивний характер цих робіт з огляду на напрям військової робототехніки спостерігається в США по лінії Управління перспективних досліджень Міністерства оборони США DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Тут слід виділити програму “Розподілені робототехнічні системи”, яка фінансувалася цим агентством і виконувалася низкою провідних університетів і науково-дослідних організацій США.

Таким чином, питання застосування методу групового застосування мобільних роботизованих комплексів під час виконання завдань гуманітарного розмінування на забруднених територіях ВНП в Україні потребує фундаментального дослідження з подальшим його впровадженням в систему гуманітарного розмінування держави.

Майданюк В.А., д-р.філософії
Вознюк В.В.
Вахнін О.В.
НАСВ

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ ПІРОПАТРОНІВ

Завдяки своїм компактним розмірам, швидкому спрацьовуванню та загальній ефективності піропатрони широко використовуються у різних технічних системах. Однак на практиці їхнє застосування не завжди буває простим, особливо в умовах інтенсивної експлуатації.

Основними проблемами є нестабільне спрацьовування, деформація компонентів та значні температурні коливання при тривалій чи високочастотній роботі. В результаті це може призводити до зниження ефективності або часткових відмов окремих вузлів. Зі збільшенням навантажень ці недоліки проявляються все сильніше.

Розуміння особливостей використання піропатронів при інтенсивній експлуатації в артилерійських системах показує, що для запобігання можливим проблемам необхідно враховувати базові, але важливі фактори — зокрема контроль тертя між компонентами та забезпечення стабільності їхньої взаємодії. Це не повністю вирішує проблему, але суттєво покращує спільну роботу.

Окрему увагу слід приділяти тертю. Його часто недооцінюють, проте саме воно створює додаткове навантаження, прискорює зношування деталей і може призводити до несправностей. Тому доцільно шукати способи зниження.

Практичним рішенням є використання матеріалів, здатних витримувати високі температури та знижувати тертя. Вони сприяють більш плавній роботі системи, зменшенню зносу та підвищенню загальної надійності. Очевидно, що такі матеріали мають бути якісними та підходити для металевих поверхонь у відповідних умовах експлуатації.

Також важливо враховувати якість самих компонентів, контроль виробництва та регулярну перевірку стану системи. Спільно ці заходи дають значно кращий результат, ніж будь-яке окреме рішення.

У результаті повністю усунути усі проблеми неможливо. Однак комплексний підхід дозволяє суттєво підвищити надійність та зробити використання піропатронів більш безпечним та ефективним.

Маліновський Н.О.
Шпак С.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ СИСТЕМ МАСКУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Сучасні бойові дії характеризуються принципово новим рівнем прозорості поля бою. Масове застосування безпілотних літальних апаратів, цифрових засобів спостереження та систем автоматичного розпізнавання цілей призвело до суттєвого зниження ефективності традиційних заходів маскування. Особливу роль у сучасних операціях відіграють наземні роботизовані комплекси (НРК), які використовуються для виконання великої кількості завдань: від розвідки до логістичного забезпечення та евакуації. Однак їхня ефективність безпосередньо залежить від здатності залишатися непоміченими.

Досвід російсько-Української війни показав, що навіть малогабаритні об’єкти швидко виявляються та знищуються, що обумовлює необхідність пошуку нових технологій маскування. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває розроблення новітніх засобів маскування, серед яких перспективним напрямом є використання екранів типу ”невидимка”.

Екрани ”невидимки” є оптичними або електромагнітними структурами, які забезпечують відхилення світлових або радіохвиль навколо об’єкта, формування зображення фону замість самого об’єкта, зменшення ефективної площі розсіювання.

Принцип дії базується на трансформаційній оптиці, використанні метаматеріалів або лінзових (lenticular) структур для обмежених умов спостереження.

Використання екранів невидимості дозволяє підвищити скритність НРК, зменшити ймовірність виявлення БпЛА, підвищити живучість техніки в умовах насиченого поля розвідки.

Основні напрями реалізації можливих підходів до створення новітніх засобів маскування – оптичні екрани (лінзові матриці), метаматеріали, комбіновані системи (пасивне маскування, активне відтворення фону (display-системи), адаптивні покриття).

Розроблення та впровадження екранів ”невидимок” супроводжується низкою суттєвих проблем:

технічні: складність створення багатонаправленого ефекту, залежність від довжини хвилі, необхідність анізотропних матеріалів, обмеження кутів огляду, низька ефективність у

динаміці;

технологічні: відсутність доступних метаматеріалів для видимого діапазону, складність масштабування, висока вартість виробництва, обмежена механічна міцність;

експлуатаційні: залежність від умов освітлення, складність інтеграції з НРК, вплив на сенсори самого комплексу, потреба в енергоживленні (для активних систем);

тактичні: обмежена ефективність проти мультиспектральної розвідки, необхідність комбінування з іншими засобами маскування, ризик демаскування при зміні умов середовища.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на: створення адаптивних метаматеріалів, інтеграцію з системами штучного інтелекту, розвиток мультиспектрального маскування, здешевлення технологій виробництва, розроблення модульних рішень для НРК.

Екрани ”невидимки” є перспективним напрямом підвищення живучості НРК. Їх застосування дозволяє значно знизити ймовірність виявлення у сучасному бойовому середовищі. Разом з тим існує низка технічних, технологічних та експлуатаційних обмежень, які потребують подальших досліджень. Найбільш доцільним є створення комбінованих систем маскування з використанням різних фізичних принципів.

Мартинюк І.М., канд. біол.наук
Шматов Є.М.
НАСВ

ВІД СТАТИЧНОГО БАР’ЄРА ДО АКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТА БОЮ: ЕВОЛЮЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ

Сучасний характер збройної боротьби, зокрема досвід російсько-Української війни, переконливо засвідчує зростання ролі інженерних загороджень у системі стримування противника. Особливо це проявляється у протидії мобільним угрупованням, які активно застосовують бронетехніку та легкі маневрені засоби. У цих умовах традиційні інженерні рішення попри свою ефективність потребують технологічного переосмислення та розвитку.

Класичні протитанкові бар’єри із залізобетону (зокрема класу С30/37) ефективно зупиняють техніку завдяки масі, формі та здатності пошкоджувати ходову частину. Вони широко застосовуються в оборонних системах, зокрема на державному кордоні України (понад 1000 км з боку Білорусі та близько 2000 км з боку рф), а також на східному фланзі НАТО. Водночас їх ключовим обмеженням залишається пасивний характер.

У відповідь на ці виклики формується концепція так званих “розумних” транспортних бар’єрів, які поєднують класичну інженерну надійність із сучасними цифровими технологіями. Йдеться не просто про удосконалення конструкції, а про трансформацію бар’єра з пасивного елемента загородження в активний компонент системи оборони.

Конструктивно такі бар’єри зберігають зовнішні ознаки традиційних, що дозволяє не змінювати усталені підходи до їх розгортання. Водночас у їх внутрішньому об’ємі передбачаються спеціальні порожнини для розміщення електронних компонентів: акумуляторів, сенсорних систем, обчислювальних модулів та змінних функціональних блоків. Це забезпечує модульність і можливість адаптації до конкретних умов застосування.

Функціонально “розумний” бар’єр стає елементом системи спостереження та управління. Оснащення датчиками руху, тепловізорами, радарами, акустичними та сейсмічними сенсорами дозволяє здійснювати багаторівневий моніторинг у реальному часі. Об’єднані в мережу бар’єри формують розподілену систему передавання даних між елементами та до пунктів управління.

Ключову роль відіграє програмне забезпечення, зокрема алгоритми інтелектуальної обробки, які забезпечують фільтрацію сигналів, ідентифікацію загроз і прийняття рішень. Використання модульної архітектури дозволяє оперативно оновлювати компоненти без повної перебудови системи.

Важливою перевагою є автономність – застосування акумуляторів і альтернативних джерел живлення, зокрема сонячних панелей, забезпечує безперервну роботу навіть за відсутності інфраструктури. Не менш значущою є прихованість: зовнішньо бар’єри не відрізняються від звичайних, що ускладнює їх виявлення та нейтралізацію.

Функціонал таких систем може включати не лише спостереження, а й засоби впливу – від нелетальних (РЕБ, акустичні, світлові та димові ефекти) до інтеграції з безпілотними платформами. Це перетворює бар’єр на багатофункціональний елемент оборони.

Отже, “розумні” транспортні бар’єри є логічним етапом розвитку інженерного озброєння. Їх цінність полягає не лише у фізичному блокуванні противника, а у створенні комплексного ефекту – раннього виявлення, інформаційної переваги та виграшу часу. Серед ключових переваг слід виділити модульність, масштабованість, автономність та інтеграцію в мережеві системи управління. Водночас їх впровадження потребує подальших досліджень у сферах енергозабезпечення, стійкості до РЕБ і стандартизації.

Матвєєв Г.А.
Кліщ Б.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ

Досвід воєнних конфліктів останніх десятиліть, у тому числі Антитерористичної операції (АТО), операцій Об’єднаних сил (ООС), а сьогодні – війни росії проти України свідчить про суттєве зростання можливостей сучасних систем озброєння, а також створення новітніх зразків озброєння та військової техніки (ОВТ). Одним з таких видів ОВТ є наземні роботизовані комплекси (НРК), що використовуються для виконання завдань інженерної підтримки (ІП). Розвиток технологій НРК підсилює можливості традиційного озброєння та значно знижує ризики для особового складу в умовах інтенсивних бойових дій (БД).

Нині в умовах російсько-Української війни МВЗ противника на особливо важливих напрямках мають велику щільність та сягають глибини до 7 км. Їхнє прикриття здійснюється розвідувальними безпілотними авіаційними комплексами, які виявляють наші загони (групи) розгороджень і наводять на них засоби вогневого ураження. У разі вдалого прорублення проходів у МВЗ нашими військами противник швидко відновлює мінні поля (МП) в цих районах за допомогою таких інженерних систем дистанційного мінування, як інженерний розвідувально-вогневий комплекс «Земледелие». Водночас підрозділи Збройних Сил

України не менш ефективно застосовують МВЗ та розвідувально-вогневі комплекси для виявлення і знищення інженерних засобів розмінування противника. Це призводить до того, що наступальні дії обох сторін відбуваються із суттєвими труднощами і великими втратами особового складу, ОВТ.

НРК для ведення ІР місцевості за своїми функціональними можливостями мають бути спроможними виконувати наступні завдання:

ведення пошуку, виявлення ВНП в умовах ведення БД;

перевірки маршрутів (шляхів) руху військ (сил) від вибухонебезпечних предметів (ВНП).

Умовами застосування зразків НРК для ведення ІР місцевості є:

виконання дій в агресивному або складному середовищі, в обмеженому, важкодоступному просторі;

дії при необхідності дотримання вимог скритності або малої помітності;

підвищення ефективності застосування підрозділу без збільшення кількості особового складу;

виконання монотонних, але вкрай небезпечних дій по заданих алгоритмах без втрати якості і з пониженням ступеня небезпеки для особового складу.

Беручи до уваги досвід війни, доцільно збільшити обсяг завдань інженерної підтримки, що покладаються на наземні роботизовані комплекси. Такий підхід є ключовим для зменшення втрат серед особового складу. Сьогодні підрозділи Сил підтримки успішно застосовують зразки НРК типу Talon, PackBot, ABV M1 з плугом FWMP (США) та tEODor (Німеччина), які надійшли у якості технічної допомоги від країн-партнерів. Поряд з цим в результаті ведення бойових БД на звільненій від окупантів територіях виникла гуманітарна проблема забруднення ВНП. Станом на сьогодні в Україні гуманітарного розмінування потребує територія площею близько 174 тисяч квадратних кілометрів. Це свідчить про нагальну потребу проведення досліджень з розроблення НРК для забезпечення виконання завдань інженерної підтримки.

Мельник Р.М.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ: ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТИКОВИХ ПОНТОНІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ТАКТИЧНИХ ПЕРЕПРАВ У СУЧАСНОМУ БОЮ

Досвід бойових дій в Україні засвідчив, що форсування водних перешкод залишається одним із найбільш складних і вразливих елементів інженерного забезпечення військ. Події на річках Сіверський Донець, Інгулець, Чорний Жеребець показали, що традиційні понтонно-мостові переправи часто зазнають значних втрат через їх швидке виявлення та ураження.

Основною причиною є висока насиченість поля бою засобами розвідки та ураження – БпЛА, високоточною артилерією та баражуючими боєприпасами. Масивні переправи з великою концентрацією техніки та особового складу стають пріоритетними цілями противника, а тривалий час їх розгортання підвищує ризик ураження ще на етапі підготовки.

У цих умовах формуються нові вимоги до переправних засобів: прихованість, мобільність, швидкість розгортання, модульність та живучість. Одним із перспективних

напрямів є застосування пластикових понтонів як альтернативи традиційним понтонно-мостовим паркам.

Пластикові понтони, виготовлені з полімерних матеріалів, характеризуються малою масою, корозійною стійкістю та відносною дешевизною. Їх модульна конструкція дозволяє швидко формувати переправи різної довжини (20–150 м) залежно від умов місцевості та забезпечувати роботу при швидкості течії до 2–3 м/с.

Важливим є простота збирання конструкцій, що не потребує складного інструменту, а також використання різних типів якорних систем. Функціонально такі понтони можуть застосовуватися для переправи особового складу, вантажів, легкої техніки та організації медичної евакуації.

Додатковою перевагою є можливість зниження помітності шляхом використання маскувальних та радіопоглинаючих покриттів. Для підвищення живучості доцільно застосовувати розосередження переправ, скорочення часу їх розгортання та модульний принцип, що дозволяє швидко замінювати пошкоджені елементи.

Перспективним є також використання пластикових понтонів для створення поромних переправ, що підвищує маневреність і знижує вразливість у порівнянні зі стаціонарними мостами.

Таким чином, сучасний бойовий досвід свідчить про обмежену ефективність традиційних понтонно-мостових засобів у високотехнологічному бою. Пластикові понтони відповідають сучасним вимогам і дозволяють підвищити живучість, мобільність та гнучкість інженерного забезпечення військ. Подальший розвиток має бути спрямований на вдосконалення конструкцій, підвищення вантажопідйомності та інтеграцію засобів маскування.

Надос В.О.
В’юнов О.Є.
Стаднічук О.М., канд. хім. наук
НАСВ

СПОСОБИ І ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ)

Сучасний характер бойових дій характеризується безперервним застосуванням БпЛА розвідувального та ударного призначення, інтеграцією різнорідних засобів розвідки та високоточного вогневого ураження. Це формує умови постійного контролю простору як на передньому краї, так і в оперативній глибині. Досвід російсько-Української війни засвідчив принципово новий зміст мобільності військ, а саме забезпечення прихованості, зниження ймовірності виявлення та підвищення живучості як техніки, так і шляхів її руху.

Особливої актуальності набуває організація живучості шляхів руху військ, що передбачає їхню інженерну підготовку, маскування, розосередження потоків та створення альтернативних маршрутів. Одночасно з цим зростає значення інженерного захисту техніки від ураження БпЛА у районах очікування та під час висування, особливо у період підготовки техніки до виконання завдання, коли підрозділи зосереджені та обмежені у маневрі. Відповідно, формування багаторівневої системи захисту техніки, що включає: заглиблення техніки нижче рівня поверхні з урахуванням типу ґрунтів; влаштування каркасного або сітчастого перекриття; створення багатошарових конструкцій із повітряними проміжками;

розосередження машин; створення хибних позицій; організацію прихованих під'їзних шляхів, є доволі перспективним.

Район очікування повинен розглядатися як інженерно сформований захисний модуль, інтегрований у систему бойового порядку, з можливістю варіативного розміщення техніки та контролю демаскуючих факторів. Комплексність таких заходів дозволяє підвищити живучість техніки, знизити ефективність повітряної розвідки та ускладнити наведення ударних засобів.

Безперервне аероспостереження противника на глибину десятків кілометрів зумовлює необхідність інженерного впливу на організацію переміщення військ. Відкрите висування техніки, як правило, оперативно виявляється та стає підставою для вогневого ураження, тому розвиток мобільності повинен передбачати перехід від концепції швидкого переміщення до концепції прихованого маневру. Система прихованих маршрутів «тунельних шляхів» формується на основі використання природного рельєфу, штучного створення брустверів і валів, лісосмуг, населених пунктів, облаштування перекритих ділянок на небезпечних відрізках, а також інженерної підготовки покриття. Крім того, організація живучості шляхів руху військ повинна передбачати інженерну підготовку покриття, обладнання запасних і обхідних маршрутів, маскування вузлових ділянок, регулювання інтенсивності руху та розосередження колон, а сам шлях руху – розглядатися як інженерно обладнаний елемент бойового простору, здатний забезпечити прихований і відносно безпечний маневр підрозділів.

Водночас переміщення техніки і особового складу супроводжується виникненням комплексу демаскуючих ознак, які можуть бути виявлені різнорідними засобами розвідки противника, поєднання яких дозволяє противнику формувати інтегровану розвідувальну картину та своєчасно приймати рішення щодо ураження. Зниження рівня демаскування також потребує комплексного підходу: інженерної підготовки маршрутів, вибору раціонального часу руху, регулювання дистанцій між машинами, обмеження електромагнітної активності та використання природного прикриття. Важливу роль відіграє також організація дисципліни маскування, контроль за тепловими та візуальними проявами діяльності підрозділів, а також планування маршрутів з урахуванням рельєфу місцевості та умов спостереження з повітря.

Таким чином, розвиток способів і засобів забезпечення мобільності повинен здійснюватися комплексно, з урахуванням сучасних загроз та досвіду ведення бойових дій, і враховувати три ключові напрями розвитку: захист техніки в районах очікування бойового застосування; формування системи прихованих маршрутів висування («тунельних шляхів»); мінімізації демаскуючих ознак техніки та особового складу.

Одосій Л.І., канд. хім. наук, доцент
Мостовик О.В.
НАСВ

МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПУНКТІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ В НАПРЯМІ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА АВТОНОМНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Сучасні бойові дії характеризуються високою динамікою та потребою у безперервному функціонуванні систем управління військовими підрозділами. Пункти управління (ПУ) ракетних батарей є ключовими елементами у структурі бойового застосування ракетних комплексів, адже саме вони забезпечують координацію, прийняття рішень та оперативне

керування підрозділами. Надійне енергозабезпечення таких пунктів є критично важливим для підтримання боєздатності та ефективності військових операцій.

Існуючі системи живлення часто мають обмеження щодо мобільності, стійкості до зовнішніх впливів та енергоефективності. В умовах сучасних воєнних конфліктів, де можливі перебої у централізованому енергопостачанні, автономні джерела живлення стають необхідною складовою функціонування пунктів управління. Тому розробка автономного джерела живлення для ПУ ракетної батареї є актуальною задачею, яка має значний практичний і науковий інтерес, особливо для Збройних Сил України.

Досліджено сучасні підходи до енергозабезпечення військових об'єктів та виявлено основні проблеми, пов'язані з надійністю, мобільністю та стійкістю систем живлення. Встановлено вимоги до конструктивних і техніко-експлуатаційних характеристик джерела живлення, що забезпечує безперервну роботу систем управління в умовах бойового застосування. Досліджено можливості інтеграції відновлюваних джерел енергії – сонячних панелей та вітрогенератора – до складу гібридної системи живлення.

Запропоновано технічне рішення, що поєднує модульну структуру яка характеризується можливістю роботи від різних типів первинних джерел енергії та має підвищену стійкість до зовнішніх впливів. Розроблено електричні схеми, виконано розрахунки параметрів та моделювання режимів роботи системи. Наукова новизна полягає у використанні комбінованих джерел живлення з оптимізованим алгоритмом керування навантаженням, що дозволяє підвищити енергоефективність та зменшити ризик відмови.

Виконано аналіз конструктивних і технологічних рішень, визначено основні показники надійності, коефіцієнт корисної дії та експлуатаційні характеристики. Впроваджено результати роботи у вигляді експериментальної моделі, що підтвердила працездатність запропонованої системи. Встановлено взаємозв'язок із попередніми дослідженнями у сфері енергозабезпечення військових комплексів та доведено переваги запропонованого рішення.

Запропоновано систему з сонячними панелями сумарною потужністю 800 Вт та вітрогенератором 500 Вт, що у сприятливих умовах забезпечує до 90% добового споживання ПУ від відновлюваних джерел. Прогнозовано подальший розвиток предмета дослідження у напрямі розширення частки відновлюваних джерел, застосування інтелектуальних алгоритмів оптимізації енергопотоків та використання сучасних акумуляторних технологій для забезпечення повної автономності та зменшення логістичного навантаження по пальному.

Рекомендовано використання результатів роботи при проєктуванні та модернізації пунктів управління ракетних батарей, а також у системах енергозабезпечення мобільних військових об'єктів. Галузь застосування охоплює військову техніку, спеціалізовані об'єкти подвійного призначення та автономні системи управління. Значущість роботи полягає у підвищенні надійності та ефективності функціонування ракетних комплексів.

Олійник О.К.
Клюшніков І.М., д-р техн. наук, доцент
Фурманов К.К., канд. техн. наук, професор
НАКУ “ХАІ”

РОЗРОБКА КРИТЕРІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ШЛЯХІВ ДЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ПРОСТОРАМИ, ЗАБРУДНЕНИМИ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИМИ ПРЕДМЕТАМИ

Вибухонебезпечні предмети (ВНП) залишаються активною загрозою тривалий час після завершення бойових дій. За оцінками Державної служби України з надзвичайних ситуацій, площа забрудненої або потенційно небезпечної території становить близько 174 000 км², що робить розробку систем безпечної навігації нагальним пріоритетом.

Метою роботи є розробка критеріальної системи вибору оптимального алгоритму пошуку шляху для проходження просторами з ВНП з урахуванням пріоритетів оперативності завдання, характеристик транспортного засобу та щільності мінного забруднення.

Аналіз існуючих рішень виявив, що наявні засоби забезпечують лише ідентифікацію типу ВНП, але не надають функціоналу побудови маршрутів. Для усунення цього недоліку розроблено систему «AR Sapper Helper», що реалізує паралельне виконання п'яти алгоритмів пошуку шляху: A*, BFS, Greedy, Dijkstra та авторського алгоритму UXO*.

Авторський алгоритм UXO* є спеціалізованим розширенням пошуку на графі, розробленим з урахуванням специфіки руху у просторах з ВНП. На відміну від класичних алгоритмів UXO* обчислює вартість переходу між вузлами за динамічною функцією C(v) = f(відстань для долання, наближення до ВНП, ширина ТЗ), де наближення до ВНП – відстань від осі маршруту до ВНП, ширина ТЗ – габаритний параметр транспортного засобу. Функція вартості реалізує експоненціальне зростання штрафу в міру наближення маршруту до межі небезпечної зони, що природно відштовхує траєкторію від ВНП без жорсткого блокування вузлів. Ключовою особливістю UXO* є підтримка контрольованого входу в зону небезпеки: якщо оперативна ситуація вимагає перетину небезпечного простору, алгоритм мінімізує тривалість перебування в зоні ризику, обираючи найкоротшу траєкторію перетину з найменшим накопиченим ризиком. Це відрізняє UXO* від BFS та Dijkstra, які при жорстких налаштуваннях повністю відмовляють у побудові маршруту за наявності нездоланних зон.

Критеріальна система оцінює результати кожного з п'яти алгоритмів за сімома незалежними показниками: час виконання, коефіцієнт безпеки, надійність, оцінка довжини маршруту, плавність траєкторії та інтегральна якість. На основі Парето-оптимізації система обирає алгоритм відповідно до заданого режиму: мінімальний час (MinimalTime), максимальна безпека (MaximumSafety), оптимальна довжина (OptimalLength) або збалансована Парето-оптимізація (BalancedPareto) з ваговими коефіцієнтами: безпека – 0,25; надійність – 0,20; час, довжина та інтеграл – по 0,15; плавність – 0,10.

Система реалізує механізм порогової перевірки якості маршруту: якщо жоден алгоритм не задовольняє порогам (безпека ≥ 0,70; надійність ≥ 0,75; час ≤ 100 мс), активується режим стратегічного розмінування. У цьому режимі система ідентифікує ВНП, що найбільше впливають на якість маршруту за обраним критерієм, виключає їх з моделі місцевості та повторно виконує планування з оновленою картою.

Паралельне виконання алгоритмів забезпечує загальну затримку 76,8 мс, що є достатнім для реального часу на мобільних AR-платформах. Запропонована система перевищує однофункціональні підходи на 35–45%. Подальші дослідження спрямовано на вдосконалення функції вартості UXO* методами машинного навчання та на координацію групових операцій.

Оніщенко О.О.
ЖВІ ім. С. П. Корольова

КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАТУР АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ

Автономні джерела живлення, такі як акумулятори, генератори та паливні елементи, забезпечують функціонування сучасних систем озброєння. Їхня радіолокаційна детектованість може використовуватися противником для ідентифікації та наведення високоточного озброєння, що підвищує ризик демаскування та знижує бойову живучість. Радіолокаційна сигнатура визначається ефективною площею розсіювання (ЕПР), кутовими та спектральними характеристиками. Основні джерела сигнатури включають металеві корпуси, відкриті кабельні траси та неекрановані електронні модулі. Велика ефективна площа розсіювання підвищують ймовірність виявлення та точність наведення озброєння.

Пропонуються наступні конструктивні та експлуатаційні підходи до зменшення цих демаскувальних ознак джерел живлення.

1. Конструктивні заходи включають застосування радіопоглинаючих композитів (карбонових, феритових, полімерних), спеціальних покриттів із високим коефіцієнтом поглинання у діапазоні 2-18 ГГц, формування обтічних корпусів та оптимальне внутрішнє компонування елементів. Для додаткового зниження ЕПР застосовується багатошарове екранування з метаматеріалів та інтеграція джерел живлення у відсіки бойових платформ.

2. Експлуатаційні та тактичні заходи передбачають оптимізацію режимів роботи (плавне нарощування потужності, режим «stand-by»), використання природних маскувальних факторів (рельєф, рослинність), динамічне переміщення джерел живлення та планування роботи з урахуванням активності супутникових і наземних систем спостереження противника.

3. Незахищені генератори та акумулятори легко виявляються радарами. Впровадження радіопоглинаючих матеріалів, екранування та оптимізація режимів роботи дозволяє зменшити ЕПР у 2-3 рази без втрати функціональності, підвищуючи бойову живучість систем вцілому.

4. Доцільно використовувати маскування місць розташування джерел живлення за допомогою рельєфу місцевості, інженерних споруд і природних укриттів.

Зниження радіолокаційної детектованості потребує комплексного підходу, що поєднує конструктивні та експлуатаційні рішення. Використання композитів та спеціальних покриттів суттєво зменшує ефективну площу розсіювання. Тактичне планування розгортання та режимів роботи підвищує живучість систем озброєння.

В подальшому планується розглянути інші методи зниження помітності роботи автономних джерел живлення в умовах сучасної війни.

Орлов О. В.
Шпак В. О.
Полтавський ліцей з посиленою військово-фізичною підготовкою ім. В. Грицаєнка

МАРКУВАЛЬНИК ДЛЯ САПЕРА: КОМПАКТНИЙ МЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ШВИДКОГО МАРКУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНОК

У роботі розглянуто проблему підвищення ефективності та безпеки маркування небезпечних ділянок під час виконання саперних робіт. Запропоновано конструкцію компактного механічного пристрою – маркувальника, що забезпечує швидке встановлення маркерів без необхідності виконання додаткових маніпуляцій. Проведено аналіз існуючих рішень та визначено їх основні недоліки. Обґрунтовано переваги запропонованого пристрою, зокрема скорочення часу виконання операцій і підвищення безпеки персоналу. Подано заявку на отримання патенту.

Ключові слова: розмінування, сапер, маркування, вибухонебезпечні предмети, механічний пристрій.

Під час виконання робіт із розмінування територій одним із ключових етапів є маркування місць виявлення вибухонебезпечних предметів (ВНП). Традиційні методи маркування (прапорці, фарба, підручні засоби) передбачають ручне встановлення маркерів, що потребує додаткових маніпуляцій і збільшує час перебування оператора у небезпечній зоні, це створює додаткові ризики, особливо в умовах обмеженої видимості або щільного мінування. Однак навіть сучасні рішення не забезпечують достатнього рівня автоматизації процесу.

Серед сучасних засобів маркування можна виділити:

- ручні прапорці, які потребують безпосереднього встановлення;
- саперні набори, що включають маркери, але не мають механізмів їх швидкої установки;
- механічні маркерні пристрої (EOD Marker Tube), які мають складну конструкцію та обмежену надійність [3];
- щупи з інтегрованими маркерами, що не забезпечують точного позиціонування.

Основними недоліками існуючих рішень є:

необхідність виконання додаткових маніпуляцій;

низька швидкість маркування;

підвищене фізичне навантаження на оператора;

ризик втрати контролю над небезпечною ділянкою.

Запропонований авторами маркувальник являє собою компактний механічний пристрій, що складається з:

- телескопічної штанги (1,0–1,5 м);
- механічного захвату (лапок) для фіксації маркера;
- магазину (трубки) для зберігання маркерів (до 10 шт.);
- куркового механізму з тросовим приводом або пружинним приводом.

Принцип роботи полягає у встановленні маркера одним натисканням на курок без необхідності нахилу або зміни положення оператора. Маркер подається з магазина та фіксується у ґрунті. Конструкція не містить електронних компонентів, що забезпечує високу

надійність і працездатність у складних умовах експлуатації. Теоретично розрахований порівняльний аналіз показує, що використання пристрою дозволяє:

- скоротити час встановлення маркерів ;
- зменшити кількість рухів оператора;
- забезпечити безперервний контроль робочої зони;
- знизити фізичне навантаження.

Запропонований маркувальник є ефективним технічним рішенням для оперативного маркування небезпечних ділянок. Його використання дозволяє скоротити час виконання робіт, зменшити фізичне навантаження на оператора та забезпечити безперервний контроль зони. У порівнянні з традиційними методами час виконання операцій скорочується орієнтовно на 25–35 %.

В практичному застосуванні пристрій може бути використаний підрозділами •підрозділами ДСНС України під час розмінування територій; інженерними військами Збройних Сил України для позначення мінних полів; вибухотехнічними підрозділами спеціальних служб та поліції під час виконання вибухотехнічних робіт; у навчальних центрах – навчальному процесі для підготовки саперів. Застосування пристрою сприятиме підвищенню рівня безпеки саперів, зменшенню ймовірності помилок і небезпечних ситуацій, а також скороченню часу перебування персоналу у зоні ризику. У комплексі це сприяє зниженню загроз для життя і здоров'я людей та підвищенню ефективності робіт із розмінування.

Розроблений пристрій є новим технічним рішенням у сфері інженерного забезпечення розмінування, що не має прямих аналогів за сукупністю функціональних можливостей. За результатами проведеної роботи подано заявку на отримання патенту виробу з назвою «Маркувальник сапера МСО-1» (Sapper Marker MSO-1), що підтвердить новизну та практичну значущість запропонованого технічного рішення.

Резуненко Д.О.
Герчак Д.Б.
НАСВ

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІД ПАСИВНИХ ЗАСОБІВ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ БОЙОВИМ ПРОСТОРОМ

Сучасна війна високої інтенсивності, що розгортається на території України, демонструє якісно новий рівень взаємодії між засобами ураження, розвідки та забезпечення. У цих умовах інженерне озброєння перестає виконувати лише допоміжну роль і стає одним із ключових елементів формування бойового середовища. Інженерні війська сьогодні забезпечують не лише створення загороджень або обладнання позицій, але й безпосередньо впливають на темп операцій, маневр військ та ефективність бойового застосування підрозділів. Саме через інженерні рішення формується структура поля бою, визначаються напрямки руху противника та створюються умови для його ураження.

Одним із ключових напрямів розвитку є модернізація мінно-вибухових загороджень. Досвід бойових дій показує, що класичні мінні поля повинні трансформуватися у

багаторівневі системи, які поєднують різні типи боєприпасів, датчики, засоби дистанційного управління та інтеграцію з розвідувальними системами. Такий підхід дозволяє створювати інтелектуальні загородження, що здатні адаптуватися до змін обстановки та забезпечувати більш ефективне стримування противника. Особливу роль відіграє впровадження безпілотних та роботизованих систем. Використання безпілотних літальних апаратів для інженерної розвідки, оцінки стану загороджень та коригування їх встановлення значно підвищує точність і оперативність дій. Наземні роботизовані комплекси можуть виконувати завдання розмінування, встановлення мін та проведення інженерної розвідки без безпосередньої участі особового складу, що суттєво знижує ризики. Важливим аспектом є забезпечення мобільності інженерних підрозділів. У сучасному бою швидкість створення інженерних споруд, відновлення шляхів руху та подолання перешкод часто визначає успіх операції.

Тому перспективним напрямом є створення універсальних інженерних машин, здатних виконувати широкий спектр завдань у короткі терміни. Інтеграція інженерного озброєння в єдину інформаційну систему управління військами відкриває нові можливості для підвищення ефективності. Використання цифрових платформ дозволяє забезпечити обмін даними в реальному часі, що сприяє більш обґрунтованому прийняттю рішень та координації дій підрозділів. Не менш важливою є підготовка особового складу. Сучасний військовий інженер повинен володіти комплексом знань і навичок, що включають роботу з цифровими системами, аналіз обстановки та використання новітніх технічних засобів. Використання тренажерів, систем моделювання та інтерактивних платформ дозволяє підвищити рівень підготовки та адаптувати її до реальних умов бойових дій. Таким чином, інженерне озброєння майбутнього формується як комплексна система, що поєднує технічні, інформаційні та організаційні рішення. Подальший розвиток у цьому напрямі є критично важливим для забезпечення ефективності Сухопутних військ та досягнення переваги на полі бою.

Рощин В.О.
Мельник В.І.
Бойко О.Д.
НАСВ

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА СПЕЦІАЛЬНА ІНЖЕНЕРНА ТЕХНІКА НА ДИСТАНЦІЙНОМУ КЕРУВАННІ – ВАЖЛИВА СКЛАДОВА СУЧАСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДТРИМКИ ДІЙ ВІЙСЬК

Характер збройної боротьби зі стримання та надання відсічі збройній агресії армії рф проти нашої держави висуває нові вимоги щодо впровадження сучасних новітніх технологій у військову сферу, застосування яких значно розширить можливості сучасних засобів озброєння, зменшить характер військових загроз. Ключову роль, що впливає на результат ведення бойових дій на полі бою, стали відігравати озброєння та військова техніка на дистанційному керуванні.

Однією з таких новацій використання сучасних технологій стає застосування інженерних машин зі спеціальними робочими органами (пристроями) на дистанційному керуванні.

Спеціальна інженерна техніка (далі – СІТ), яка використовується в військовій сфері, є критично важливою складовою сучасного забезпечення підтримки дій військ, її різні типи й зразки дають можливість створювати сприятливі умови для успішного виконання бойових завдань в ході підготовки та проведення операцій військами (силами) оборони України в ході відбиття агресії рф.

Досвід виконання завдань з інженерної підтримки, що вирішуються підрозділами в ході підготовки та ведення бойових дій, технічний стан наявної СІТ, свідчить про серйозні відставання від запитів та потреб підрозділів Сил оборони України. Водночас застосування таких машин з використанням сучасних технологій керування актуально та особливо важливо для проведення робіт не тільки в районах ведення бойових дій, але і в регіонах та на територіях, які постраждали від руйнувань, – для проведення робіт з розчищення завалів, розбирання зруйнованих конструкцій, розмінування, відновлення дорожніх споруд, житлового фонду, об’єктів соціальної інфраструктури тощо.

Розробка безпілотних зразків багатофункціональної СІТ повинна стати метою подальших досліджень, адже проблема автоматизації робочого процесу таких зразків є відносно складною й такою, що важко формалізується та потребує одночасної розробки і використання законів управління виконавчими пристроями, сучасних досконалих приводів для здійснення руху ланок робочих механізмів, технічних засобів для визначення координат, стану робочого обладнання та навантажень на нього, аналізу бортової мережі машини тощо.

Дослідження послідовності, закономірності та механізмів утворення сучасних систем дистанційного керування такими зразками як складного об’єкта є важливим для розробки сучасних ефективних систем керування для багатофункціональних СІТ, адже системи дистанційного керування такими засобами – це особливий вид технічних систем, які характеризуються динамічними причинно-наслідковими зв’язками, обумовленими взаємодією технічних засобів між собою, а також взаємодією технічних засобів і людини-оператора.

Найбільш із реальних шляхів вирішення питання є застосування мехатроного підходу при створенні таких машин з комп'ютерним керуванням, що забезпечить значні переваги порівняно з традиційними засобами автоматизації: через високу якість реалізації складних і точних рухів унаслідок застосування методів інтелектуального керування; показники надійності, довговічності та перешкодозахищеності; конструктивну компактність модулів (аж до мініатюризації в невеликих пристроях); можливість комплектування функціональних модулів у складні системи і комплекси під конкретні завдання; покращені вагогабаритні й динамічні характеристики машин унаслідок спрощення або усунення кінематичних ланцюгів; допустиму сукупну вартість зразків завдяки високому ступеню інтеграції, уніфікації і стандартизації всіх елементів та інтерфейсів.

Застосування технології дистанційного керування такими машинами відкриває ряд переваг як для оператора? так і для підрозділів, що їх застосовують особливо в складних та небезпечних умовах, коли присутність людини поряд з машиною, може бути небезпечною, особливо при використанні спеціальної інженерної техніки, що застосовується Силами оборони України в умовах ведення сучасної війни.

Саврун Б.Є.
Аборін В.М.
Цупін Г.В.
НАСВ

АКТУАЛЬНІСТЬ НА ПОРЯДКУ ДЕННОМУ СЬОГОДНІ ТА ПЕРСПЕКТИВА НА МАЙБУТНЄ ВІЙСЬКОВОЇ ФОРТИФІКАЦІЇ

Основу військової фортифікації складає теорія і практика розробки та застосування військових фортифікаційних споруд (далі ВФС) і їх комплексів. Важливе значення набуває удосконалення існуючих чи створення нових типів ВФС, що забезпечують комплексний захист від будь-яких можливих засобів ураження, у тому числі від ударних безпілотних літальних апаратів (далі - БпЛА). Нові типи споруд до того ж повинні мати конструкцію, що дозволяє зводити їх у короткі терміни з мінімальними витратами сил і засобів. Актуальність цієї проблеми посилюється масовим застосуванням противником різних за призначенням безпілотних літальних апаратів, що змушує швидко шукати та винаходити нові підходи не тільки в тактиці застосування підрозділів у обороні, а також використовувати відомі та винаходити нові методи та способи протидії дронам, захисту від них особового складу, озброєння та військової техніки, що обумовлює потребу у визначенні та актуалізації таких способів. Класична позиція на відділення повинна (може) передбачати наступні елементи:

а) систему траншей (ходів сполучення) ламаного та закритого типу глибиною до 2,5 м та шириною 1,2 м загальною протяжністю до 40-50 м; б) 5-6 місць для ведення вогню (закритого типу); в) одне укриття для особового складу (типу бліндаж); г) одна перекрита щілина (із розрахунку на 4-5 чол.); д) одне відхоже місце (закритого типу). Досвід ведення бойових дій на території російської федерації показав, що позиції на відділення повинні обладнуватись двома-трьома траншеями, які знаходяться на відстані 50-70 м одна від іншої (в залежності від характеру місцевості). При наявності часу можливе обладнання ходів сполучення між ними. Конфігурація та просторові показники даної позиції не повинні допускати шаблонного підходу і залежить від місцевості, складу сил і засобів підрозділу, який буде вести оборону. Крім того, в міжтраушейному просторі і на флангах доцільно створювати завали лісосмуги у поєднанні з дротяними загородженнями із обов'язковим їх мінуванням (KILL-ZONE). Обов'язково передбачається ведення кругової оборони позиції. Ходи сполучення безпосередньо до фортифікаційних споруд (місць ведення вогню, бліндажів) обладнуються ламаної форми з ділянками протяжністю 2-2,5 м, які забезпечують захист особового складу від осколків гранат, FPV-дронів, артилерійських снарядів та інших засобів ураження противника. Технології інженерії фортифікаційного обладнання позицій бурхливо розвиваються і слід очікувати на найближчу перспективу розвиватимуться, включаючи наступні компоненти архітектурного рішення: меандрові і лабіринтні типи планування підземних споруд і комунікацій; роликові, телескопічні та інші висувні механізми для інтелектуальних вогневих точок; системи вентиляції для швидкої нейтралізації дії димових і отруйних хімічних засобів тощо; смарт-системи планування фортифікаційного обладнання позицій на основі штучного інтелекту, з можливістю вибору найбільш оптимальних смуг (районів) для побудови ліній (рубежів) оборони та автоматизованим проєктуванням планів фортифікації з урахуванням рельєфу і тактичної доцільності; сітки, пастки та перешкоди для дронів, керованих боєприпасів, скидів (активні

та пасивні протидронові загородження); технології швидкого відновлення пошкоджених елементів фортифікаційних споруд; портативні засоби самоокопування військовослужбовця при зміні позицій у маневреній обороні. Фортифікаційне обладнання позицій та районів на принципово іншому рівні складності та якості сьогодні на порядку денному. Як зазначалось у відповідних розділах прогнозу, в нових умовах фортифікаційне обладнання необхідно розглядати як один з ключових напрямів оборонних інновацій. Відтак, класичну методологію формування мережі ДОТів і ДЗОТів з урахуванням рельєфу місцевості та використання надійним бетонних конструкцій, потрібно помістити в інноваційних контур і вдосконалювати всіма можливими способами від застосування технологій штучного інтелекту для оптимізації побудови ліній оборони.

Селезенєв А. П.
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ (2022–2026 рр.)

Повномасштабна російсько-Українська війна суттєво змінила характер бойових дій і підвищила значення інженерного забезпечення як одного з ключових чинників досягнення оперативного успіху. Висока щільність мінно-вибухових загороджень, масове застосування безпілотних систем та постійний вогневий вплив противника зумовили перегляд традиційних підходів до розвитку інженерного озброєння.

У 2022–2026 роках інженерне озброєння трансформувалося у комплексну систему, що поєднує безпілотні літальні апарати, роботизовані платформи, цифрові технології та адаптовані інженерні рішення. Основними тенденціями стали дистанційність, автономність та масовість застосування.

Одним із найважливіших напрямів стало використання БпЛА для дистанційного мінування. Безпілотні системи застосовуються для оперативного встановлення мінних загороджень у важкодоступних районах і без безпосереднього залучення особового складу. Це дозволило реалізувати концепцію “динамічного мінного поля”, коли загородження створюються безпосередньо перед висуванням противника або під час його маневру.

Противник також активно використовує дистанційне мінування за допомогою ударних безпілотників і баражуючих боєприпасів, що ускладнює прогнозування мінної обстановки та підвищує вимоги до інженерної розвідки. У відповідь Сили оборони України впроваджують цифрові карти мінної обстановки, засоби радіоелектронної боротьби та роботизовані комплекси для розвідки й розмінування.

Важливу роль у розвитку інженерного озброєння відіграють польові інновації, які забезпечують швидке створення та адаптацію засобів дистанційного ураження, систем скидання та модернізованих боєприпасів. Одночасно зростає значення наземних роботизованих комплексів для логістики, евакуації, доставки боєприпасів і виконання інженерних робіт у зоні вогневого ураження.

Серед основних проблем розвитку слід відзначити дефіцит вибухових речовин, обмежені можливості серійного виробництва та нестабільну якість окремих компонентів. Незважаючи

на це, сучасне інженерне озброєння набуває ознак інтегрованої, гнучкої та технологічно насиченої системи, здатної швидко адаптуватися до змін обстановки.

У 2022–2026 роках інженерне озброєння перетворилося на один із визначальних елементів забезпечення бойових дій. Безпілотні системи, дистанційне мінування, роботизовані комплекси та цифрові технології суттєво розширили можливості інженерних військ і підвищили ефективність їх застосування.

Доцільно зосередити зусилля на стандартизації засобів дистанційного мінування, розвитку систем протидії ворожим дронам-міноносіям, нарощуванні виробництва якісних компонентів, інтеграції інженерних засобів у єдині цифрові системи управління та вдосконаленні підготовки військових фахівців з урахуванням сучасного бойового досвіду.

Стаднічук О.М., канд. хім. наук
Якубейко В.В.
НАСВ

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТРУБНИХ ПЕРЕХОДІВ

Мобільність військ (сил) суттєво залежить від комплексу факторів, серед яких технічні характеристики техніки (прохідність, швидкість, надійність та ремонтопридатність), інженерне забезпечення шляхів руху (дорожньо-мостова інфраструктура, подолання перешкод), організація управління та логістики (злагодженість управління, комунікація, маневреність), а також від дій противника (контрмобільність, вогневе ураження, наявність безпілотних комплексів). Одним з вагомих ризиків мобільності є залежність від інфраструктури та наявних природніх факторів, зокрема кліматичних та погодних умов, водних об’єктів, гірського рельєфу, лісів, боліт, степів, пустель та інших природніх утворень, що впливають на прохідність і тактичні можливості військ (сил). Очевидно, що пошук нових способів улаштування переправ та удосконалення існуючих є доволі актуальним і затребуваним.

Одним з поширених конструкційних типів мостових споруд на дорогах у місцях перетину з водними перешкодами є трубні переходи, будівництво яких активно ведеться впродовж останніх років повномасштабного вторгнення як в зоні бойових дій так і на деокупованій території. Трубні переходи мають ряд переваг над типовими мостовими спорудами, а саме:

- конструкційні особливості, що зумовлені швидкістю та простотою зведення, низькою помітністю, особливо в умовах активної дії безпілотних літальних апаратів, що збільшує живучість конструкції в умовах бойових дій;
- стійкість до вогневого ураження та їхня ремонтопридатність в умовах бойових дій;
- економічні – зменшення витрати на ресурсів та можливість використання місцевих матеріалів.

На відміну від мостів труби влаштовуються в тілі насипу і, як правило, не змінюють умов руху по дорозі, оскільки проїжджа частина влаштовується поверх насипу. Пошкодження водопропускної труби, поспішне будівництво без врахування загальної пропускної здатності води, аналізу швидкості течії, режиму наносів та гідрологічних умов часто призводять до прихованих розмивів насипу, що робить ділянку дороги непридатною.

На надійність переходу впливають гідрологічні (обсяг води, сезонні коливання), гідрогеологічні чинники (морфометричні параметри русла, тип ґрунту, його несуча здатність та рівень ґрунтових вод) і кліматичні умови (температурні коливання та інтенсивність опадів у регіоні). Правильний розрахунок цих показників дозволяє забезпечити роботу труби у безнапірному або напівнапірному режимі, що гарантує стійкість споруди при пікових навантаженнях.

Для підвищення живучості трубного переходу рекомендується застосовувати конструктивні та гідродинамічні рішення: укріплення основи, встановлення оголовків, протифільтраційних діафрагм, використання геосинтетичних матеріалів (сіток, геотекстилю, габіонів) і резервування труб. У бойових умовах додаються заходи тактичної стійкості – маскування, дублювання переходів, захист від вибухів та диверсій, а також швидке відновлення за допомогою модульних секцій, додаткових зарезервованих труб чи запасів каменю.

Окремим напрямом є створення зовнішнього каркаса (екзоскелета), що значно підвищує міцність конструкції. Це може бути залізобетонна обойма, гнучкий каркас із габіонів, сталеве решетування, зовнішні комірці або навіть дерев'яна обв'язка. Такі рішення розподіляють навантаження, запобігають розриву труби, зменшують ризик вимивання ґрунту та захищають від вибухових хвиль.

Таким чином, живучість трубних переходів забезпечується багаторівневим підходом: від точних гідрологічних розрахунків і конструктивного укріплення до зовнішніх оболонок та тактичних заходів. Це дозволяє споруді витримувати як природні, так і бойові навантаження, зберігаючи функціональність навіть у критичних умовах.

Старцев В.В.
Леках А.А., канд. техн. наук, ст. дослід.
Міхальова Л.В.
ХНУПС

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ВОДООЧИСНИХ УСТАНОВОК ТА ПРИЛАДІВ У СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Аналіз застосування Сил оборони України щодо відбиття збройної агресії з боку рф та участь військових формувань у збройних конфліктах останніх десятиліть показує що забезпечення військових частин (підрозділів) водою є одним з найважливіших напрямів діяльності логістичного забезпечення (ЛЗ) військ. У зв'язку з розвитком світової промисловості, урбанізації територій та наслідків збройних конфліктів спостерігається все більш інтенсивне забруднення поверхневих та ґрунтових вод, та в умовах існування військових дій є вірогідність спеціального зараження джерел води небезпечними хімічними речовинами та біологічними агентами.

Тому забезпечення військових формувань водою в необхідній кількості і якості шляхом застосування сучасних технологій очищення та опріснення води у польових умовах є одним із важливих завдань ЛЗ щодо підтримання військ у боєготовому стані. У зв'язку з цим виникає необхідність у модернізації системи польового водопостачання та підвищенні

ефективності роботи пунктів польового водопостачання за рахунок запровадження перспективних технологій та засобів очищення води. На підставі нових підходів щодо розроблення технічних засобів водоочищення – індивідуального та колективного очищення питної води та за їх видами та функціональним призначенням ВОУ (ВОП) можливо поділити на: рухомі (мобільні), переносні (малогабаритні) та індивідуальні. За призначенням ВОУ (ВОП) можливо поділити на: багатофункціональні (універсальні); опріснювальні установки, знезаражуючі установки тощо. ВОУ (ВОП), що використовуються в Україні для вирішення питань водопостачання як для потреб громад (мирного населення) у прифронтовій зоні, так і для військових формувань Сил оборони України, можливо поділити на установки (прилади) для потреб військових частин (підрозділів) (до 4000 осіб), для потреб малих підрозділів (до 20-30 осіб) та індивідуального використання.

В доповіді представлені тактико-технічні характеристики ВОУ (ВОП) західного та вітчизняного виробництва, які можливо застосовувати в України як для забезпечення громад, так і для окремих малочисельних підрозділів Сил оборони. Також розглянути питання удосконалення технологій розвідки джерел води, організації її добування та очищення, бутелювання та зберігання у польових умовах.

Перспективи подальших досліджень у визначеному напрямі вбачаються в модернізації наявних військових фільтрувальних станцій, впровадженні та постановці на озброєння сучасних автономних мобільних фільтрувальних установок, удосконаленні технології очищення добутої в польових умовах води шляхом використання ультрафільтрації та мембранної технології для очищення та комбінованих хімічних і фізико-хімічних способів щодо знезараження, удосконаленні методів підготовки, зберігання та доставки води для потреб військових формувань Сил оборони України.

Теницький С.О.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ ФОРТИФІКАЦІЙ ЯК СКЛАДОВОЇ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Сучасні бойові дії високої інтенсивності, що характеризуються масованим застосуванням артилерії, високоточної зброї та безпілотних систем, визначають критичну роль швидкоспоруджуваних фортифікацій як основного засобу забезпечення живучості підрозділів Сухопутних військ. Практика війни в Україні доводить, що саме швидкість створення, адаптивність та ефективність захисних споруд безпосередньо впливають на стійкість оборони, зниження втрат особового складу та збереження техніки.

Однією з ключових тенденцій є перехід від традиційних фортифікаційних споруд до модульних конструкцій, що забезпечують швидке розгортання та можливість багаторазового використання. Такі системи можуть включати збірно-розбірні укриття, габіонні конструкції, інженерні бар’єри та захисні модулі, які легко транспортуються та монтуються без залучення значних ресурсів. Важливим напрямом є також використання місцевих матеріалів у поєднанні з уніфікованими елементами, що дозволяє суттєво скоротити час обладнання позицій.

У країнах NATO застосовуються стандартизовані модульні рішення, зокрема HESCO Bastion, які забезпечують швидке розгортання та логістичну зручність. Разом із тим їх ефективність обмежується у випадках тривалого вогневого впливу та активного застосування безпілотних засобів ураження. Натомість сучасні умови бойових дій вимагають більш гнучких і адаптивних підходів до створення фортифікацій.

Суттєвий вплив на розвиток швидкоспоруджуваних фортифікацій має інтеграція сучасних технологій, зокрема автоматизованих засобів інженерного забезпечення та роботизованих комплексів. Використання інженерних машин дистанційного керування, а також наземних роботизованих платформ дозволяє здійснювати інженерні роботи в умовах вогневого впливу противника з мінімальним ризиком для особового складу. Крім того, перспективним є застосування цифрового моделювання місцевості та інженерних споруд для оптимізації їх розміщення і підвищення ефективності захисту.

В умовах активного застосування безпілотних систем особливого значення набуває маскування та зниження помітності фортифікаційних споруд. Це передбачає використання багатоспектральних засобів маскування, розосередження позицій, а також створення хибних об’єктів з метою введення противника в оману. Одночасно підвищуються вимоги до стійкості фортифікацій до ураження високоточними боєприпасами, що зумовлює необхідність удосконалення конструктивних рішень та застосування сучасних матеріалів.

Важливим напрямом є також підвищення мобільності фортифікаційних рішень, що дозволяє оперативно змінювати конфігурацію оборони залежно від обстановки. Це включає створення швидкорозгортних укриттів для особового складу, техніки та пунктів управління, які можуть бути встановлені у стислі терміни та забезпечують належний рівень захисту. Тому швидкоспоруджувані фортифікації розглядаються не як окремі споруди, а як елемент динамічної системи оборони, що постійно змінюється відповідно до обстановки.

Таким чином, перспективи розвитку швидкоспоруджуваних фортифікацій визначаються впровадженням модульних рішень, використанням роботизованих технологій, підвищенням мобільності та адаптивності, а також забезпеченням високого рівня захисту в умовах застосування сучасних засобів ураження. Реалізація цих напрямів сприятиме підвищенню живучості військ і ефективності їх дій у сучасному бою.

Фарбота А.І.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРОРИВУ ОБОРОННИХ РУБЕЖІВ ПРОТИВНИКА

M1150 (англ. M1150 Assault Breacher Vehicle) є спеціалізованою інженерною машиною для пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях на базі шасі M1 Abrams, оснащена мінним плугом та зарядом розмінування. Таке поєднання робочого обладнання на одній базі дозволяє виконувати завдання із пророоблення проходів у мінних полях однією машиною. У разі відсутності такої інженерної машини доводиться застосовувати мінімум дві машини: WISENT на базі танка Leopard 1 з мінним плугом та установку розмінування УР-77 радянського зразка. В умовах щільного вогню противника та застосування ударних БпЛА підвищуються ризики щодо ураження машин.

Машина М1150 оснащена мінним плугом та системою дистанційного розмінування MICLIC (Mine Clearing Line Charge), яка дозволяє підривом подовженого заряду розмінування очищати від мін смугу місцевості довжиною до 100 м та шириною 6 м. Це забезпечує прорив щільно замінованих ділянок під вогневим впливом противника.

Контрнаступ підрозділів Збройних Сил України у 2023 році не досяг поставлених цілей саме через високу щільність інженерних загороджень перед переднім краєм оборони противника, так звана «лінія Суровікіна», та нестачею засобів для їхнього подолання. У таких умовах М1150 відіграє ключову роль у забезпеченні наступальних дій, дозволяючи механізованим, танковим підрозділам зберігати темп наступу.

Перевагами інженерної машини розгородження М1150 є: висока захищеність екіпажу завдяки броньованій базі танка М1 Abrams; можливість роботи під вогнем противника; універсальність у використанні різних засобів розмінування.

Разом з тим застосування М1150 має певні обмеження. Машина є великогабаритною та помітною ціллю для артилерії, протитанкових засобів та дронів-камікадзе. Ефективність її застосування значною мірою залежить від прикриття засобами радіоелектронної боротьби та вогневої підтримки. Крім того, на початковому етапі, необхідно здійснювати ретельну інженерну розвідку мінних полів для визначення оптимальних напрямків прорублення проходів та забезпечення успішного наступу.

У сучасних умовах доцільним є комплексне застосування М1150 у взаємодії з підрозділами безпілотних систем розвідки, вогневої підтримки, штурмовими підрозділами. Використання БпЛА дозволяє виявляти мінно-вибухові загородження та корегувати дії екіпажу, знижуючи ризики щодо його ураження.

В перспективі Збройним Силам України необхідно створити власну вітчизняну інженерну машину на базі танка Т-64 з мінним плугом українського виробника, який вже існує як навісне обладнання та називається мінний трал суцільного проходу «Степ-1». Обладнати базову машину, танк Т-64, двома напрямками (пусковими платформами) для реактивних двигунів та місць, де будуть розміщуватись подовжені заряди розмінування з гальмівними канатами.

Спеціалізована інженерна машина М1150 Assault Breacher Vehicle на базі шасі М1 Abrams на сьогодні не має аналогів в Україні. Вона є ефективним засобом забезпечення бойових дій, що суттєво підвищує можливості інженерних підрозділів щодо подолання мінно-вибухових загороджень. Застосування такої техніки у поєднанні з іншими засобами дозволить забезпечити ефективне подолання інженерних загороджень противника.

Цибуля С.А., канд. тех. наук, ст. дослід.
НУОУ

ДУАЛІЗМ РОЗВИТКУ МАСКУВАЛЬНИХ МАЛЮНКІВ: ПОЄДНАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ТА АЛГОРИТМІЧНОЇ НЕПОМІТНОСТІ

Сучасний розвиток засобів розвідки вимагає докорінного перегляду підходів до проєктування засобів маскування та приховування, оскільки на зміну виключно людському спостереженню приходять автоматизовані системи на основі алгоритмів штучного інтелекту (ШІ). Це створює ситуацію дуалізму, за якої маскувальний малюнок має бути ефективним у

двох принципово різних просторах: біологічному просторі людського сприйняття та просторі ознак моделей машинного навчання. Основна проблема полягає в тому, що ознаки, які роблять об'єкт менш помітним для людського ока, можуть водночас виступати інформативними маркерами для алгоритмів ШІ. Це зумовлює необхідність застосування інтегрованого підходу до проєктування маскувальних малюнків.

Перший рівень цієї концепції базується на антропоцентричному підході, що спирається на закони гештальт-психології. Згідно з якими, людський мозок схильний об'єднувати розрізнені зорові стимули у знайомі цілісні форми. Тому для зниження ймовірності виявлення об'єктів використовують деформувальне забарвлення. В результаті чого контрастні елементи маскувального візерунка порушують цілісність силуєту об'єкта та ускладнюють його виділення на тлі ландшафту. Такий підхід підвищує когнітивне навантаження на спостерігача, змушуючи його витрачати більше часу на виявлення та ідентифікацію цілі.

Другий рівень орієнтований на протидію технічній розвідці, де аналіз здійснюється не на рівні цілісних образів, а через локальні градієнти, частотні характеристики текстур та інші дескриптори. Моделі комп'ютерного зору на основі нейронних мереж виділяють ознаки через ієрархію шарів, де навіть незначні аномалії текстури можуть бути використані для точної класифікації об'єкта. Для протидії таким системам доцільно застосовувати методи ухилення від класифікації, зокрема механізми, подібні до фізичних adversarial-атак. У сучасних реаліях ведення бойових дій противник зазвичай не має доступу до цифрових вхідних даних з сенсорів розвідувальних безпілотних літальних апаратів, голівок самонаведення ракет та автономних боєприпасів тощо. Також йому, як правило, не відомі моделі машинного навчання та їхня архітектура. Тому єдиним можливим способом перешкоджання роботі систем комп'ютерного зору є атаки у фізичному просторі (physical attacks), під час яких змінюються або спотворюються дані, що надходять на сенсори систем розвідки. Це може бути зміна фізичного вигляду об'єкта спостереження шляхом накладання на нього спеціального покриття чи матеріалу або нанесення специфічних маркувань або спотворень.

Синтез цих двох рівнів протидії у межах єдиної системи дозволяє створити засоби маскування нового покоління, що поєднують макроструктури для дезорієнтації людини та мікропатерни для впливу на алгоритми комп'ютерного зору. За такого підходу маскувальний малюнок перестає бути лише результатом підбору кольорів і візерунків, а стає продуктом інженерного проєктування на стику психології сприйняття, оптики та кібербезпеки.

Кінцевою метою є створення універсальних маскувальних малюнків, максимально стійких до виявлення незалежно від типу спостерігача – людини чи комп'ютерного алгоритму. Це перетворює засоби маскування з пасивного елемента забезпечення безпеки військ на активний інструмент протидії розвідці противника, що є критично важливим в умовах високої насиченості поля бою технічними засобами спостереження та цілевказання.

Чмир М.С.
НАСВ

МІКРОЕЛЕКТРОНІКА – ОСНОВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ МІН

З винайденням польового транзистора людство зробило дуже великий стрибок від громіздких великих телевізорів до малих портативних девайсів, що забезпечують функціонування держав, фінансових установ, армій за відносно малий проміжок часу.

Мікроелектронні компоненти, SMD плати проникли в усі сфери життя і поліпшують тим самим побут, але окрему увагу слід зосередити на застосуванні мікроелектронних схем у обороні України від ворога.

У 80-х роках минулого сторіччя оборонні комплекси провідних держав почали активно розробляти інженерні боєприпаси та засоби підриву, основа яких базувалась на роботі аналогових компонентів. Відносно громіздкі плати, резистори та конденсатори, що збиралися вручну за допомогою паяльника, стали проривною ідеєю в створенні «розумних» мін. Однак аналогова схемотехніка мала два суттєвих недоліки, перший з яких – це помилка оператора при збірці плати і друга – розміри. Останній фактор обмежував інженерів та виробників у створенні робочих компактних засобів, що мали б високу ефективність і безвідмовність роботи. Прикладом є совєцький пристрій НВУ-П «Охота», пристрій що важив 4,2 кг і був майже 37 см у висоту, що в свою чергу забирало багато часу на встановлення та маскування такого пристрою.

Однак ситуація змінилась у 90-х роках минулого сторіччя, коли мікроелетронні плати набули широкого застосування і доказали свою перевагу, а процес виготовлення став автоматичним. У 2000-х роках популяризація та здешевлення SMD компонентів посприяла розвитку електронікі ентузіастами та інженерами різних рівнів, а започаткування у 2005 році проєкту Arduino дала поштовх до розробки робототехніки.

У 2022-му році Сили оборони України активно застосовували «стандартне» озброєння, але брак засобів, а також переважаюча кількість ворога змусила тих самих ентузіастів розробляти. Відправною точкою для Сил оборони стала розробка у кінці 2022 році такого пристрою як 10М0 відомий саперам як «Джоні М», або «джонік». Плата, зібрана на SMD компонентах, та джерело живлення CR123A дали можливість створити компактний неконтактний датчик цілі, що пізніше почав застосовуватися в дистанційному мінуванні з дпомомогою БпЛА.

Ефективність 10М0 та ідея застосовувати його для мінування БпЛА дала поштовх до розоробки важких дронів-мінерів. Відносно дешеві пристрої, що збирають на базі SMD плат і програмуються за допомогою Betaflight або ArduPilot, докорінно змінили війну в кінці 2023 року.

Інженерами схемотехніками, ентузіастами та волонтерами на даний момент розроблена велика кількість різних ініціюючих пристрої які працюють за принципом зміни магнітного поля, принципом доплера, зміни положення в просторі тощо. Ці пристрої щодня застосовуються для дистанційного мінування і, як наслідок, стримуванню просуванню ворога. В поєднанні з розвитком БпЛА та НРК застосування «розумних» мін створює неабиякі складнощі у просуванні ворога.

Сьогодні застосування мікроелектроніки в галузі створення інженерних мін є основним напрямом розвитку та вдосконалення інженерних боєприпасів, адже такі засоби адаптовані до дистанційного мінування з дронів, мають самоліквідацію або самонейтралізацію, що в свою чергу сприяє «самоочищенню» місцевості від такого типу залишків війни.

Шабатура Ю.В., д-р техн. наук, професор
Поповченко О.М.
НАСВ

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІБРОАКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ

У сучасних умовах інтенсивної експлуатації інженерної техніки, зокрема при підвищених навантаженнях, складних умовах функціонування та обмежених можливостях технічного обслуговування, суттєво зростає потреба у впровадженні ефективних, оперативних і достовірних методів контролю її технічного стану. Традиційні підходи до діагностики часто характеризуються значною трудомісткістю, потребують часткової або повної зупинки обладнання, а також не завжди забезпечують своєчасне виявлення дефектів на ранніх стадіях їх розвитку. У зв'язку з цим метод віброакустичної діагностики набуває особливої актуальності як сучасний засіб неруйнівного контролю.

Метод віброакустичної діагностики ґрунтується на аналізі параметрів вібраційних та акустичних сигналів, що формуються вузлами і агрегатами під час їх функціонування. Вібраційні процеси є невід'ємною характеристикою роботи механічних систем, а їх зміни відображають технічний стан елементів конструкції. Аналіз таких параметрів, як амплітуда, частота, фазові співвідношення та спектральний склад сигналів, дає змогу виявляти дефекти різної природи, оцінювати ступінь зносу, локалізувати пошкодження та прогнозувати залишковий ресурс техніки.

До основних переваг методу належать: безконтактність або мінімальне втручання в конструкцію; можливість здійснення діагностики без припинення роботи техніки; реалізація контролю в режимі реального часу; висока чутливість до ранніх стадій розвитку дефектів; універсальність застосування до різних типів машин і механізмів; можливість автоматизації процесів контролю та інтеграції в сучасні інформаційно-аналітичні системи.

Водночас існує низка обмежень і проблемних аспектів, які стримують широке впровадження методу. До них належать: складність інтерпретації віброакустичних сигналів у багатокомпонентних і складних технічних системах; вплив зовнішніх шумів, завад і експлуатаційних факторів; необхідність формування репрезентативних еталонних баз даних сигналів для різних режимів роботи; залежність точності результатів від вибору місць встановлення сенсорів та їх характеристик; потреба у висококваліфікованому персоналі або застосуванні інтелектуальних систем обробки та аналізу даних.

Практичне значення методу віброакустичної діагностики полягає у можливості його застосування для підвищення ефективності експлуатації інженерної техніки в реальних умовах. Використання даного підходу дозволяє організувати безперервний моніторинг технічного стану вузлів і агрегатів без виведення техніки з експлуатації, що є критично важливим в умовах обмеженого часу та ресурсів. Запровадження методу сприяє зменшенню кількості раптових відмов за рахунок раннього виявлення дефектів, оптимізації планування технічного обслуговування за фактичним станом, а також зниженню витрат на ремонт і відновлення. Крім того, результати віброакустичної діагностики можуть бути використані для формування інформаційної бази підтримки прийняття рішень щодо подальшої експлуатації, модернізації або списання техніки.

Таким чином, метод віброакустичної діагностики є перспективним і ефективним напрямом підвищення якості контролю технічного стану інженерної техніки. Його впровадження забезпечує своєчасне виявлення несправностей, зниження витрат на ремонт і технічне обслуговування, підвищення надійності та безпеки експлуатації.

Шандрівський А.Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент
НАСВ

ОЧИЩЕННЯ ВОДНЮ ТА СЕНСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ ВАНАДІЮ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Водень розглядається як одне з найбільш перспективних джерел енергії для військової та цивільної техніки. Його ефективне використання потребує високого рівня очищення від домішок, що актуалізує пошук нових матеріалів для селективної дифузії. У цьому контексті особливу увагу привертає ванадій, який поєднує високий коефіцієнт дифузії для атомарного водню та унікальні сенсорні властивості.

Дослідження спрямоване на аналіз можливостей використання ванадію як металу, здатного забезпечувати проходження атомарного водню крізь кристалічну гратку, залишаючи домішки на поверхні. Важливим є також ефект пам’яті форми: при насиченні воднем ванадій відновлює початкову структуру, що відкриває перспективи його застосування як активного елемента сенсорних систем. Водночас матеріалознавчі виклики пов’язані з утворенням молекул H_2 у внутрішніх порах, що може спричиняти крихкість та розтріскування.

У цивільних застосуваннях ванадій може використовуватися для очищення водню у промислових енергетичних установках, транспорті та стаціонарних сенсорних системах, де ключовим є забезпечення довготривалої стабільності та економічної ефективності. У військовій сфері він має особливе значення для мобільних енергетичних установок, паливних елементів бронетехніки та авіації, а також сенсорних систем для діагностики техніки в польових умовах. Тут вирішальними є стійкість до екстремальних температур, механічних навантажень та захист від електромагнітних перешкод.

Практичні перспективи використання ванадію охоплюють очищення водню у польових генераторах та системах живлення військової техніки, створення інтелектуальних сенсорних систем, здатних одночасно очищати водень і реєструвати його вплив на властивості матеріалу, а також розробку експериментальних модулів для дослідження процесів дифузії та структурних змін у складних умовах експлуатації.

Таким чином, ванадій поєднує властивості селективної дифузії атомарного водню та ефект пам’яті форми, що робить його перспективним матеріалом для розвитку технологій очищення водню й сенсорних систем. Для військової техніки ці рішення мають стратегічне значення, адже відрізняються від цивільних застосувань підвищеними вимогами до надійності, стійкості та адаптації до екстремальних умов.

Шевчук В. М., канд. пед. наук, доцент
НАДПСУ

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Повномасштабна збройна агресія зумовила докорінну зміну парадигми функціонування Державної прикордонної служби України (ДПСУ). Сьогодні охорона кордону трансформувалася у повноцінну оборонну операцію, де інженерне забезпечення відіграє роль критичного чинника стійкості підрозділів. Відмова від застарілих підходів на користь динамічних рішень дозволяє зосередити зусилля на створенні фортифікацій нового зразка та впровадженні засобів, які здатні ефективно протидіяти сучасним високоточним засобам ураження в режимі реального часу.

Сучасна трансформація інженерного обладнання базується на комплексному поєднанні фізичного захисту та інтелектуальних систем. Насамперед, пріоритет зміщується від відкритих фортифікацій до споруд закритого типу із використанням габіонів великої місткості та бетонних бункерів подвійного призначення. Важливою складовою такого облаштування є спеціалізований антидроновий захист, що включає встановлення сітчастих екранів та застосування засобів маскування, які суттєво знижують помітність позицій у тепловізійному та оптичному спектрах.

Паралельно із посиленням фізичного захисту особливого значення набуває впровадження дистанційно керованих мінно вибухових систем. Використання зашифрованих каналів зв’язку для керування загородженнями дозволяє створювати гнучкі зони доступу, забезпечуючи безпечний прохід власних сил і водночас гарантуючи ефективне ураження ворожих груп. Такий підхід робить інженерні перешкоди динамічним інструментом бою, а не лише статичною перепоною.

Логічним продовженням автоматизації є широке застосування наземних роботизованих платформ. В умовах щільного вогневого впливу саме наземні дрони мають перебирати на себе завдання з мінування, розмінування та логістичного забезпечення на «нульовій» лінії зіткнення, що дозволяє зберегти життя кваліфікованих фахівців інженерних підрозділів. Ці комплекси стають частиною ешелонованої системи «Border Shield», де мережа сейсмічних та акустичних датчиків автоматично ідентифікує загрози та координує роботу засобів протидії.

Завершальним елементом технічного переоснащення є забезпечення енергонезалежності прикордонної інфраструктури. В умовах цілеспрямованого руйнування енергетичних мереж, використання мобільних комплексів на базі відновлюваних джерел та альтернативних видів палива стає життєво необхідним для безперебійної роботи систем відеоспостереження, зв’язку та засобів радіоелектронної боротьби.

Інженерне озброєння ДПСУ в умовах воєнного стану остаточно переходить у розряд високотехнологічних складових оборони. Ефективність захисту кордону тепер визначається не кількістю зведених об’єктів, а їхньою здатністю витримувати удари сучасного озброєння та можливістю дистанційного керування процесами. Тільки поєднання традиційної міцної фортифікації з елементами штучного інтелекту та роботизації здатне забезпечити надійний контроль територій у сучасній війні.

Для практичної реалізації зазначених підходів доцільно впровадити уніфіковані збірні модулі для швидкого зведення вогневих точок та інтегрувати цифрові карти загороджень у

систему ситуаційної обізнаності для керування мінними полями. Необхідно забезпечити інженерну техніку портативними засобами радіоелектронного захисту під час виконання бойових завдань. Важливим кроком є налагодження гнучкої міжвідомчої взаємодії між усіма складовими Сил оборони задля створення цілісного оборонного простору на державному кордоні.

Шеремета О.Р.
Чмир М.С.
НАСВ

ВПЛИВ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ НА ОРГАНІЗАЦІЮ ЕВАКУАЦІЇ ПОШКОДЖЕНОЇ ТЕХНІКИ

Характер сучасної російсько-Української війни суттєво трансформував підходи до організації евакуації пошкоджених зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), оскільки умови ведення бойових дій, насиченість поля бою сучасними засобами ураження, постійна розвідка в режимі реального часу та глибоке ураження тилових районів фактично ліквідували поняття «безпечного тилу» у традиційному розумінні. Якщо раніше евакуація техніки здійснювалася переважно у відносно стабільних умовах із визначеною лінією фронту та обмеженим застосуванням високоточної зброї, то сьогодні будь-яке переміщення техніки в зоні бойових дій розглядається противником як потенційна ціль для ураження.

Однією з ключових особливостей сучасної війни є масове та систематичне застосування безпілотних літальних апаратів різного типу, призначених для виконання повного циклу завдань від ведення розвідки до активного дистанційного мінування.

Масове мінування місцевості, яке стало характерною рисою російсько-Української війни суттєво вплинуло на можливості евакуаційних підрозділів самостійно виконувати поставлені завдання. Противник активно здійснює дистанційне мінування шляхів руху, що значно ускладнює переміщення техніки, особливо важкої броньованої. У цих умовах евакуація неможлива без попередньої інженерної розвідки маршруту, використання спеціалізованих машин розмінування або залучення саперних підрозділів. Це збільшує тривалість підготовчих заходів і вимагає чіткої координації між службами технічного забезпечення та сил підтримки.

Саперні підрозділи повинні володіти високою кваліфікацією та сучасними засобами виявлення і знешкодження мінно-вибухових загроз. Важливу роль відіграє використання безпілотних літальних апаратів для дистанційної розвідки та оцінки стану маршрутів руху. Крім того, необхідним є впровадження автоматизованих систем обміну інформацією між підрозділами для оперативного прийняття рішень. Ускладнення мінної обстановки також вимагає постійного оновлення тактичних прийомів дій та проведення регулярної підготовки особового складу. Таким чином, ефективність евакуаційних заходів значною мірою залежить від рівня взаємодії інженерних і технічних підрозділів, а також їх оснащеності сучасними засобами.

У зв’язку з цим організація евакуації вимагає принципово нового підходу до планування часу та способу проведення операції. Найчастіше евакуаційні заходи здійснюються в темний час доби або в умовах обмеженої видимості, що зменшує ймовірність виявлення техніки з

повітря. Одночасно застосовуються засоби маскування, зниження теплової та візуальної помітності, обмеження радіообміну для уникнення виявлення засобами радіоелектронної розвідки противника. Отже, характер сучасної російсько-Української війни докорінно змінив організацію евакуації пошкодженої техніки, перетворивши її на складний, багатокомпонентний процес, який поєднує технічні, тактичні, інженерні та інформаційні аспекти. Постійна загроза з повітря, висока щільність артилерійського вогню, мінна небезпека, руйнування інфраструктури та інформаційний фактор вимагають від військових формувань гнучкості, мобільності та високого рівня координації дій. Ефективна організація евакуації в таких умовах є одним із ключових чинників збереження бойового потенціалу та забезпечення стійкості військ у тривалому збройному протистоянні.

Шпак С.В.
Маліновський Н.О.
Федчук Л.В.
НАСВ

РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ РОЗМІНУВАННЯ ROCUS ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ

Досвід ведення активних бойових бій на території України, а також сучасні збройні конфлікти в цілому світі характеризуються масовим застосуванням саморобних вибухових пристроїв (СВП) та різних типів інженерних (мінних) загороджень, що створює критичну загрозу для особового складу ЗСУ, а також цивільного населення. Традиційні методи розмінування супроводжуються високим ризиком для життя саперів, які щоденно виконують небезпечні завдання. Використання безпілотних наземних систем (UGV), зокрема комплексу ROCUS (Route Clearance Unmanned System), є перспективним напрямом автоматизації процесів проведення інженерної розвідки та очищення територій.

Технічна база та походження системи ROCUS, яка розроблена французькою компанією CNIM Systèmes Industriels на базі модульної платформи THeMIS від естонського розробника Milrem Robotics. Комплекс інтегрує в собі досвід CNIM (який працює в оборонному секторі з 1856 року) та сучасні автономні технології Milrem.

Технічні характеристики та конструктивні особливості безпілотної системи:

Має в своєму складі мобільну платформу розміром 2,47 х 2,04 х 1,17 м з кліренсом 60 см, що в свою чергу забезпечує високу прохідність на складних рельєфах та схилах місцевості.

Силова установка – гібридний дизель-електричний двигун забезпечує до 15 годин автономної роботи (у суто електричному режимі – 1,5 год).

Максимальна швидкість становить 20 км/год. Операційна швидкість оптимізована для ретельного обстеження територій на наявність вибухонебезпечних предметів.

Робоче обладнання – це 4-метровий маніпулятор з вантажопідйомністю до 100 кг дозволяє безпечно маніпулювати підозрілими об’єктами під час їх виявлення.

До ключових переваги даної системи слід віднести:

Дистанційне керування – оператор перебуває в захищеному транспорті або укритті, що повністю виключає його присутність у зоні безпосереднього ураження.

Маневреність та тиск на ґрунт – гусеничний хід дозволяє працювати на болотистій або нестійкій місцевості без ризику застрягання.

Інтелектуальні функції – це використання ШІ для допомоги в ідентифікації та нейтралізації вибухонебезпечних предметів (ВНП).

Ефективність логістики – гібридна конструкція та можливість буксирування полегшують розгортання системи в польових умовах.

Досвід застосування в Україні засвідчує, що станом на 2024 рік у розпорядженні різних підрозділів знаходиться понад десяток одиниць систем сімейства THeMIS/ROCUS. Комплекси використовуються для: перевірки маршрутів руху техніки, виявлення та підтвердження наявності інженерних загороджень, нейтралізації (знешкодженя) широкого спектру ВНП.

Висновок. Роботизовані комплекси Rocus підтвердили статус "Combat Proven" (перевірено в бою). Їх впровадження дозволяє значно прискорити процес розмінування територій та мінімізувати людські втрати серед інженерно-саперних підрозділів. Подальший розвиток таких систем вбачається у посиленні автономності та інтеграції в єдині мережі управління.

Шпак С.В.
Фещин В.В.
НАСВ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНЖЕНЕРНА ПЛАТФОРМА CAT 323 HEX. ВІД ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДО ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАНННЯ ЗАВДАНЬ

У сучасних умовах виконання завдань інженерної підтримки саме інженерні підрозділи потребують техніки, яка здатна виконувати завдання з максимальною точністю в найкоротші терміни. Екскаватор Caterpillar 323 HEX є показовим прикладом інтеграції цивільних інновацій у військовий сектор. Гідравлічний екскаватор перетворює традиційні земляні роботи на високотехнологічний процес завдяки інтеграції систем штучного інтелекту та відповідності військовим стандартам.

Технологічність та цифрові асистенти (Cat Connect). Основна перевага машини полягає у цифрових можливостях, які мінімізують людські помилки.

Система Cat GRADE з 2D та Assist – автоматизація рухів стріли, рукояті та ковша. Оператор лише задає параметри (глибину, ухил), а система автоматично підтримує їх, що дозволяє працювати з хірургічною точністю навіть за поганої видимості. Система автоматично контролює положення робочого органу. Це дозволяє оператору витримувати заданий профіль траншеї або насипу з точністю до сантиметра, використовуючи лише один керуючий важіль.

Інтелектуальний режим (Smart Mode) – автоматичне регулювання потужності двигуна та гідравліки залежно від навантаження, що суттєво підвищує паливну ефективність.

Контроль продуктивності (Cat Payload) – вбудована система зважування в реальному часі запобігає перевантаженню транспортних засобів, відстежувати вагу переміщеного ґрунту або завантажених матеріалів.

Модульність екскаватора (має в своєму складі 11 варіантів змінного робочого

обладнання), що дозволяє використовувати його як єдиний інструмент для вирішення широкого спектра завдань, такі як:

земляні та фортифікаційні роботи – використання ковшів різного об'єму та розпушувачів (Rippers) для роботи з мерзлими або скельними ґрунтами;

демонтаж та розчищення – гідравлічні молоти (Hydraulic Hammers), ножиці (Shears) та мультипроцесори для ліквідації завалів і руйнування бетонних конструкцій;

інженерна підготовка – віброплити (Vibratory Plate Compactors) для ущільнення ґрунту та граблі (Rakes) для розчищення територій від уламків та рослинності.

Військова адаптація та мобільність. Машина спроєктована з урахуванням специфіки роботи в зонах підвищеного ризику. Можливість встановлення броньованої кабіни, спеціальне антиблікове військове забарвлення та кріплення для штатної зброї оператора в кабіні підвищують безпеку персоналу під час виконання завдань поблизу зони бойових дій. Екскаватор авіатранспортабельний сертифікований USAF ATTLA, що дозволяє транспортувати літаками.

Експлуатаційна сумісність – наявність вушок для підйому MIL-STD-209K та роз'єму NATO slave receptacle забезпечує уніфікацію обслуговування з технікою союзників по НАТО.

Кабіна з сертифікацією ISO ROPS (захист при перекиданні), посилена звукоізоляція та налаштовувані джойстики знижують втому оператора під час тривалого виконання завдань.

Cat 323 HEX — це не просто екскаватор, а багатофункціональний інженерний центр. Завдяки технологіям автоматизації та широкому спектру навісного обладнання він здатний замінити кілька одиниць застарілої техніки, що особливо важливо в сучасних умовах, забезпечуючи високу швидкість будівництва оборонних рубежів, об'єктів інфраструктури.

Ющук А.М.
Кирильчук В.Ю.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Інтеграція штучного інтелекту у засоби виявлення вибухонебезпечних предметів є одним із ключових напрямів розвитку сучасних технологій у сфері безпеки, інженерного забезпечення та гуманітарного розмінування. В умовах зростання рівня мінної небезпеки, широкого застосування саморобних вибухових пристроїв та ускладнення способів їх маскування традиційні підходи до виявлення поступово втрачають ефективність як з точки зору швидкості виконання робіт, так і рівня безпеки персоналу. Саме тому впровадження інтелектуальних систем аналізу даних стає об'єктивною необхідністю, що дозволяє перейти до якісно нового рівня виконання інженерних завдань.

Сучасні засоби виявлення вибухонебезпечних предметів базуються на використанні різноманітних сенсорів, зокрема металодетекторів, георадарів, магнітометрів, тепловізійних та оптичних систем. Однак ефективність їх застосування значною мірою залежить від людського фактора, адже саме оператор приймає рішення щодо інтерпретації сигналів. Інтеграція штучного інтелекту дозволяє автоматизувати цей процес, використовуючи

алгоритми машинного навчання для обробки великих масивів даних і виявлення характерних ознак вибухонебезпечних об’єктів. Завдяки цьому суттєво підвищується точність ідентифікації цілей та зменшується кількість хибних спрацьовувань, що є критично важливим у практиці розмінування.

Інтеграція штучного інтелекту з безпілотними платформами значно розширює можливості їх практичного застосування. Безпілотні літальні апарати, оснащені інтелектуальними системами обробки зображень, можуть здійснювати швидке обстеження великих територій, автоматично виявляючи підозрілі об’єкти та формуючи карти потенційно небезпечних зон. Наземні роботизовані комплекси, у свою чергу, здатні виконувати детальніше обстеження та навіть брати участь у знешкодженні вибухонебезпечних предметів. Такий підхід дозволяє максимально знизити участь людини у небезпечних процесах і підвищити загальний рівень безпеки.

Водночас впровадження таких технологій супроводжується низкою викликів. Однією з ключових проблем є необхідність формування якісних навчальних вибірок, які повинні враховувати різноманітність умов застосування та типів вибухонебезпечних предметів. Також слід приділити увагу питанням надійності та безпеки функціонування систем штучного інтелекту. У сфері виявлення вибухонебезпечних предметів помилки можуть мати критичні наслідки, тому необхідно забезпечити високий рівень достовірності результатів та передбачити механізми контролю й підтвердження прийнятих рішень.

Перспективи розвитку інтеграції штучного інтелекту у засоби виявлення вибухонебезпечних предметів пов’язані з подальшим удосконаленням алгоритмів, підвищенням рівня автономності систем та розширенням їх функціональних можливостей. Очікується активне впровадження технологій адаптивного навчання, які дозволять системам ефективно працювати в нових, раніше невідомих умовах. Крім того, важливим напрямом є розвиток взаємодії між різними типами безпілотних платформ та інтеграція їх у єдині системи управління.

Baranov A.M. PhD, Assoc. Prof.
Melnyk R.M.
NASV

CAMOUFLAGE AND DECEPTION IN FORTIFICATION SUPPORT: ENHANCING SURVIVABILITY AND OPERATIONAL EFFECTIVENESS

The experience of recent high-intensity conflicts demonstrates that camouflage and deception are no longer auxiliary measures but integral components of fortification support. Effective concealment of defensive positions, logistics nodes and force dispositions reduces detectability by ISR (intelligence, surveillance, reconnaissance) systems and precision weapons, thereby increasing troop survivability and freedom of maneuver. Thus, camouflage must evolve into a systematic, technology-enabled discipline closely linked to engineering and operational planning.

Analyzing current threats, several critical challenges emerge: widespread use of electro-optical and radar sensors, persistent drone surveillance, multispectral targeting (visible, infrared, radar), and AI-assisted image processing. Traditional passive methods (natural vegetation, paint, nets) are often insufficient against these capabilities. The experience of the russian-Ukrainian war shows that

positions employing multispectral concealment, active deception and rapid re-masking significantly reduce the effectiveness of enemy strikes.

In this context, modern camouflage must be multi-layered: physical (materials and structures), spectral (multiband coatings and masking), electronic (radar-absorbent or scatter techniques), procedural (movement discipline, signature management) and tactical (decoys and false positions). Integration of geospatial data, ISR feeds and quick construction techniques enables dynamic concealment – positions are periodically altered, signatures masked, and decoys activated to mislead adversary targeting. In its turn, coordination between engineers, signals/electronic warfare units and reconnaissance assets is essential to sustain an effective deception posture.

Recommendations:

develop and adopt multispectral camouflage standards for field fortifications, shelters and logistic nodes, compatible with NATO best practices;

procure and field modern camouflage materials (multiband nets, thermal blankets, radar-diffusing screens) and modular concealment kits for rapid emplacement;

implement training programs on signature management and concealment tactics for engineers and unit commanders, including joint exercises with ISR/electronic warfare units;

establish doctrine and SOPs for dynamic masking – planned relocation, rotation of positions, and coordinated use of decoys – to complicate enemy targeting cycles;

integrate camouflage planning in digital C2 tools: use terrain and sensor modeling (including multispectral simulations) to optimize concealment measures before emplacement;

promote research and international cooperation on emerging concealment technologies (adaptive coatings, metamaterials, active thermal masking).

Based on the above, it can be concluded that camouflage and deception must be institutionalized as core elements of fortification support. Thus, shifting from ad-hoc concealment to an integrated, technology-driven approach will, in turn, enhance force survivability, reduce materiel losses and preserve combat power – thereby improving overall operational effectiveness in contemporary high-intensity conflicts.

Baranov Y.M. PhD, Assoc. Prof.
Melnyk R.M.
NASV

EFFECTIVENESS OF SMALL-SIZED GROUND ROBOTIC SYSTEMS FOR REMOTE MINE/C-IED CLEARANCE: TECHNOLOGICAL, OPERATIONAL AND ORGANIZATIONAL ASPECTS

The modern battlefield increasingly requires remote, low-risk methods for detection and neutralization of mines and C-IEDs in littoral, urban and rural environments. The experience of the russian-Ukrainian war shows that small-sized ground robotic systems (small UGVs) provide a scalable, survivable and cost-effective means to perform reconnaissance, detection and initial neutralization tasks without exposing personnel to direct blast risk. This thesis examines the effectiveness of such systems, their operational limitations and the conditions under which they deliver measurable force-protection and tempo benefits.

Analyzing combat experience and contemporary technology trends, several advantages of small UGVs for remote demining become evident. First, their reduced signature and mobility allow access to confined spaces (urban rubble, trenches, shorelines) where larger platforms cannot operate. Second, modular payloads (GPR, magnetometer, high-resolution EO/IR cameras, manipulator arms, explosive charges or disruptors) enable a single platform to perform multisensor detection and controlled neutralization. Third, teleoperation and semi-autonomy decrease operator exposure and increase clearance rates during routine and surge tasks.

However, effectiveness depends on contextual factors. Small UGVs typically have limited endurance, payload and obstacle-crossing capability, which constrains their use in deep-buried or heavily vegetated minefields. Environmental conditions (mud, strong currents at riverbanks, buried metallic clutter) degrade sensor performance and increase false alarms. In its turn, integration with EOD doctrine, mapping workflows and C2 is essential: robots are force multipliers when their outputs (detections, geolocated imagery) feed directly into geospatial exploitation tools and decision loops for remote or manned neutralization.

Recommendations. 1. Procure a mixed fleet of small UGVs optimized for urban/riverine and open-terrain tasks, with modular sensor/manipulator packages. 2. Integrate UGV outputs into real-time geospatial C2 (GIS-enabled) to enable rapid decision-making and tasking of follow-on neutralization. 3. Develop doctrine and SOPs that define UGV employment in reconnaissance – classification – neutralization cycles, including clear rules for escalation to manned EOD interventions. 4. Establish training and certification tracks for robotic operators and maintainers embedded within engineer/EOD units. 5. Invest in robust data fusion and AI-assisted detection tools to reduce false positives from GPR/magnetics and accelerate target prioritization. 6. Pre-position modular repair kits and battery-swapping capabilities to sustain operations during surge periods. 7. Promote international cooperation for joint testing, standardization and procurement, leveraging allied experience to accelerate capability fielding.

Thus, small-sized ground robotic systems offer a pragmatic and effective means to reduce human exposure and increase speed of mine/C-IED clearance in complex environments. Their full potential is realized when combined with appropriate sensors, doctrine, C2 integration and sustainment arrangements. It can be concluded that investment in modular UGV fleets, operator training, and data-integration tools is a strategically justified priority to enhance engineer and EOD effectiveness in contemporary high-threat operations.

Fedchuk L.V.
Shpak S.V.
NASV

SPECIFICATIONS FOR A MULTI-SERVICE MOBILE MAINTENANCE SUITE FOR UNMANNED GROUND SYSTEMS

Rationale and Strategic Necessity

The rapid integration of Unmanned Ground Vehicles (UGVs) within the Armed Forces of Ukraine has led to a diverse inventory of robotic platforms. However, the technical disparity between infantry, engineering, and medical UGVs places a critical strain on logistics. The development of a Universal Mobile Maintenance Suite enables a transition from "factory-based repair" to a "field-recovery" strategy. This approach minimizes equipment downtime, ensures unit

survivability, and standardizes technical support across various military branches and manufacturers.

General Configuration and Technical Equipment

The suite is integrated into a high-mobility chassis featuring autonomous power supply and climate control systems to protect precision electronics. Core modules include:

Diagnostics and IT Suite: Hardware interfaces for data log analysis, sensor calibration (LiDAR, thermal imagers), and controller firmware updates.

Electrotechnical Station: Precision soldering stations (microscope-integrated) for PCB repair, circuit testing, and communication bus restoration.

Mechanical Recovery Module: Compact CNC machines and 3D printers for on-demand fabrication of components (gears, brackets), alongside specialized welding equipment for lightweight alloys.

Power Cell Management: Systems for the diagnostics, balancing, and fire-safe storage of Li-Po and Li-ion battery packs.

Armament and Specialized Mission Equipment Specifications

The suite is tailored to support specific mission payloads utilized across the Ukrainian theater of operations:

Infantry Component ("Lyut," "ShaBlya"): Maintenance kits for Remote Weapon Stations (RWS), including elevation/traverse servo-actuators, trigger mechanisms for PKM/M2 machine guns, and repair of optical modules and payload release systems.

Engineering Component (Ratel S, Gnom): Replacement units for remote minelaying systems (TM-62), robotic manipulators for Explosive Ordnance Disposal (EOD), heavy-duty winches, and replacement flail chains for mine-clearing attachments.

Medical Component (Volya-E, TerMIT): Specialized mounts for NATO-standard litters, replacement of heavy-duty shock absorbers and Run-flat tires for stabilized casualty evacuation (CASEVAC), and restoration of anti-thermal signatures shielding.

Unified Spare Parts and Accessories (SPTA)

To maximize operational efficiency, the suite is equipped with cross-platform components: standardized stepper motors, high-gain antennas, GPS modules, and specialized tooling, including torque wrenches for optic zeroing and ballistic computer programmers.

The implementation of the Multi-service Mobile Maintenance Suite provides a full-spectrum technical support cycle — from software recalibration to complex mechanical armament repair. This ensures a high Mission Capable Rate (MCR) for robotic units directly within the combat zone. By unifying tools and spare parts for infantry, engineering, and medical UGVs, this suite becomes a cornerstone of modern military logistics, directly enhancing mission success and force protection.

Melnyk R.M.
Baranov A.M. PhD, Assoc. Prof.
NASV

FORTIFICATION SUPPORT IN MODERN COMBAT OPERATIONS: CHALLENGES AND PRIORITIES FOR THE SECURITY AND DEFENSE FORCES OF UKRAINE

The experience of the russian-Ukrainian war clearly demonstrates that fortification support remains one of the decisive elements ensuring the stability, survivability, and effectiveness of defensive and offensive operations. Analyzing the dynamics of hostilities, it becomes evident that

properly designed and engineered defensive positions not only reduce losses but also create conditions for the maneuverability and sustainability of units. Thus, fortification systems evolve from static protection structures into dynamic, adaptive elements of the battlefield architecture.

Analyzing the current situation, several key challenges can be identified:

insufficient integration of fortification planning into operational-level decision-making;

limited use of modern materials and technologies (such as modular structures, camouflage nets, 3D-printed elements);

lack of automation and digital tools for terrain analysis and defensive design; slow adaptation of NATO standards of survivability and concealment to Ukrainian realities.

In modern combat conditions, fortifications must ensure protection not only from traditional artillery fire but also from high-precision and drone-guided munitions. Therefore, the emphasis shifts towards *decentralized, multi-layered, and camouflaged systems*, incorporating deception measures, underground shelters, and autonomous power supply. The experience of Ukrainian forces shows that the survivability of troops directly depends on engineering foresight and rapid fortification deployment under enemy fire.

In its turn, the development of advanced fortification capabilities requires synergy between engineering, logistics, and operational planning, as well as active use of geoinformation technologies and unmanned systems for construction and reconnaissance tasks.

Recommendations:

introduce unified NATO-compatible standards for fortification design, taking into account the experience of modern warfare in Ukraine;

develop rapid construction systems using prefabricated modular elements and modern protective materials;

implement digital terrain modeling and AI-assisted planning tools for optimal placement of defensive structures;

establish mobile fortification units capable of rapid deployment and repair under combat conditions;

enhance training programs for engineering officers, integrating real combat lessons and practical field exercises;

encourage cooperation with international partners for technology exchange and standard harmonization.

Melnyk R.M.
Baranov Y.M. PhD, Assoc. Prof.
NASV

REQUIREMENTS FOR EMPLOYING ROBOTIC SYSTEMS IN OVERCOMING ENGINEER OBSTACLES AND COUNTER-IED OPERATIONS

Recent combat experience demonstrates that modern robotic complexes (RC) for breaching and countering engineer obstacles and explosive hazards have become indispensable assets for contemporary engineer forces. When embedded into reconnaissance, sapper, route-clearance and assault elements, such systems materially reduce personnel exposure and accelerate operational tempo. This thesis articulates prioritized employment principles, operator procedures and employment conditions for RCs based on lessons learned and current technological capabilities.

Robotic breaching and counter-IED systems are employed across multiple formations: reconnaissance detachments (organic to general and engineer reconnaissance groups), engineer-sapper teams, dedicated clearance units, route-recovery and assault groups. Missions are executed under the commander's combat order and must reflect a strict sequence of priorities aimed at preserving human life, restoring terrain functionality and protecting infrastructure crucial to the mission or civilian population.

Fundamental employment principles are: the operator shall maximize use of remote methods; remote disruption (destruction/disruption at stand-off) should be the preferred neutralization option; where possible, operators must revert to remote or semi-remote procedures to minimize time spent near the device; deliberate waiting periods must be observed after any action on an explosive device to allow stabilization before close approach; subsequent search for secondary devices is to occur only after the primary threat is neutralized; and cleared terrain must be re-checked for secondary improvised explosive devices (IEDs) before being used. Where time permits, neutralization tasks should be planned in advance rather than improvised under pressure, and commanders are responsible for establishing task priorities to ensure mission success.

Recommendations. 1. Institutionalize doctrine that sets clear priorities for RC employment emphasizing remote neutralization, life preservation and infrastructure protection. 2. Equip engineer, reconnaissance, EOD and route-clearance units with interoperable, modular RCs and standardized control-station protocols. 3. Implement certified training curricula for RC operators, including scenario-based exercises, waiting-time discipline and secondary-device search procedures. 4. Pre-position mobile control and protection kits that provide blast/fragment shielding for operator stations and maneuver space for robots. 5. Integrate RC sensor outputs into geospatial and C2 systems to provide commanders with rapid, actionable situational pictures. 6. Foster R&D and international cooperation to expand robotic toolkits (manipulators, disruptors, sonar/GPR, optical inspection) and robotic survivability in contested environments.

The progressive integration of robotic complexes into engineer operations substantially reduces personnel risk and multiplies clearance capacity. When employed under clear doctrinal principles – prioritizing remote action, structured waiting, thorough site preparation and robust site control – RCs enable safer, faster and more effective breaching and EOD work. Continued investment in training, doctrine, protective operator infrastructure and robotic capability development is therefore essential to achieve engineering mission goals while preserving life and critical infrastructure.

Okipniak D.., PhD, associate professor
NAA
Okipniak A.., PhD, associate professor
PDATU

THE TRANSFORMATION OF MILITARY ENGINEER TRAINING IN THE CONTEXT OF DIGITALISATION AND THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CURRENT ENVIRONMENT

The features of modern military conflicts include the highly dynamic character of combat operations, rapidly changing situations, a lack of intelligence, the use of asymmetric approaches to operations by opposing sides, and the deployment of modern weapons, including unmanned aerial vehicles and robotic combat systems. In accordance with current requirements, the need for professional training of military personnel is growing in direct proportion to the development of

methods and means of performing tasks as intended. Today, higher standards are being required of officers in terms of professional competence, as professionalism in the planning and execution of tasks is one of the key priorities in the military education system. The constant and comprehensive use of technological and innovative equipment, unmanned systems based on artificial intelligence, and engineering support systems whose operating principles are compatible with situational awareness systems, as well as the vast volume of information flow requiring its constant collection, processing, analysis, selection and rapid application during the process of planning and organising the execution of tasks, including engineering support for combat operations, significantly reduces the speed and quality of the decision-making process at all levels of command (tactical, operational, strategic). In such an environment, with a view to rapidly transforming the military education system, there is an immediate need to move away from traditional teaching methods, outdated task-completion procedures and teaching principles. The current situation, however, requires society to develop modern approaches to training, to develop critical thinking skills among trainees, to apply the full spectrum of military scientific expertise, and to enable units to carry out tasks in a non-standard manner in accordance with their standard purpose. Changing these approaches will enable military engineers to develop the ability to think flexibly, adapt to a variety of situations, analyse information quickly, and acquire all the necessary skills to successfully perform their tasks both during combat operations and in peacetime. It is important to note that there is currently a crucial need to incorporate modern combat experience, integrate digital technologies and apply the new methods of data analysis into the training programmes for military specialists, including future engineering officers. The training of future engineering officers should take place in an environment that simulates combat situations as closely as possible, reflecting the realities of combat operations, including uncertainty, time and resource constraints, and the psychological and emotional stress experienced by military personnel. It is also important to note the existing inconsistency between the complexity of performing engineering support tasks and the limited opportunities for modelling them during the educational process. That is why technologies based on the use of artificial intelligence, which are designed to improve educational activities, could potentially be used as a tool to resolve this contradiction. But in military educational institutions, the issue of applying artificial intelligence technologies in the educational process remains unregulated and not well researched. There are no clear, scientifically validated criteria or guidelines for the application of artificial intelligence or for the development of an appropriate educational environment for its use. The problem is additionally aggravated by the fact that academic and teaching staff are not prepared to apply and use high-tech systems based on artificial intelligence effectively and to a high standard.

ЗАКЛЮЧНЕ СЛОВО
начальника Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного полковника Романа КАЧУРА

Шановні колеги!

Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ» завершена. Її мета досягнута.

На пленарному засіданні та п’яти основних секціях проаналізовані важливі результати наукових досліджень щодо стану та перспектив озброєння та військової техніки на сучасному етапі війни України за Незалежність.

Але одного розуміння як загальної картини, так і окремих її фрагментів замало. Вихід на практичні дії, тактичні прийоми, сучасні моделі і зразки, модернізацію існуючих виробів тощо вбачаю достойним результатом нашої спільної роботи.

А відтак, кожному з нас слід активно нарощувати зусилля для досягнення кінцевого результату – відновлення територіальної цілісності держави! Над цим надалі і працюватимемо.

Хочу подякувати оргкомітету конференції за якісну організацію і ретельний супровід роботи наукового форуму, а його учасникам, експертам, гостям – висловити вдячність за активну участь.

Бажаю усім подальшої успішної наукової праці

Слава Україні!

ЗМІСТ

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО НАЧАЛЬНИКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО ПОЛКОВНИКА РОМАНА КАЧУРА 4

Майстренко О.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ОЗБРОЄННЯ: ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ У РОЗВИТОК ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ…….. 5

Egidijus Vareikis

TECHNICALITIES ARE WINNING THE WAR. BUT DO THEY WIN THE PEACE?..... 8

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК..... 5

Андрей А.М., Грабчак В.І.

ВІЙНА АЛГОРИТМІВ ТА "МАНГАЛІВ": ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАКТИКИ ЦАХАЛУ ТА "ХЕЗБОЛЛИ" ПІД ВПЛИВОМ УКРАЇНСЬКОГО ДОСВІДУ 9

Андрійчук В.М., Шерихов І.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК..... 10

Арістархов О.М., Овчаренко І.В., Гудима В.П., Максимович С.М., Островський А.О.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДОСВІДОМ ВІЙНИ В УКРАЇНІ..... 12

Балковий А.В.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ДІЮЧОЇ В УКРАЇНІ СИСТЕМИ СТАНДАРТІВ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 13

Барановський А.А., Гераймович В.О., Дідіченко О.А.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНУТРІШНЬОГО БАЛІСТИЧНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ, ЯКА ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 14

Березенський Р.В., Задолинний В.А.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ..... 15

Бенцало Л.С.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОГРЕС ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я 16

Білаш О.В., Величко Л.Д., Горчинський І.В.

ЗОВНІШНЯ ДИНАМІКА КУЛІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВІТРУ 17

Білокопитов Б.В., Баландін М.В., Горбач М.П.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ДІЙ ВІЙСЬК 18

Білокопитов Б.В., Бородавка В.А., Ушань В.М.

ЩОДО ВИМОГ ДО КОНСТРУКЦІЇ ГЛАДКОСТВОЛЬНОЇ ЗБРОЇ В ЯКОСТІ ОСОБИСТОЇ ДОДАТКОВОЇ ЗБРОЇ 19

Бісик С.П., Наконечний О.М.

ПІДВИЩЕННЯ БАЛІСТИЧНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ 20

Богун В.А., Котов Д.О.

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 21

Бокачов С.В., Циганков П.М., Варванець Ю.В.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ВІД УДАРІВ БпЛА 22

Бологін А.С.

МЕТОД ОЦІНКИ ЗАПАСУ МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРИ БОЙОВИХ УРАЖЕННЯХ 24

Бондарук А.Б., Радзіковський С.А., Колесник В.О.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ЗАСОБІВ РЕБ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БРОНЕТЕХНІКИ 25

Бородавка В.А., Буряк Є.П., Гречіхін А.О., Ковба М.В.

ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД З ПІДГОТОВКИ ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖУ У СУЧАСНИХ УМОВАХ З ВИКОРИСТАННЯМ VR-ОКУЛЯРІВ І ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА 26

Борщ В.В., Якимович О.О., Шабанова О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ФОТОФІКСАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИПРОБУВАНЬ 27

Брянкін С.С., Скиба О.В., Подчерніна В.О., Брянкін О.С.

МЕТАЛЕВІ ЗАХИСНІ СІТКИ У СИСТЕМІ ПАСИВНОЇ ПРОТИДІЇ БпЛА З КЕРУВАННЯМ ПО ВОЛЗ 28

Бурак А.В., Дудніченко А.А.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОГО ІНДИВІДУАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ ЗІП ТАНКА 29

Вайда І.Р.

ШЛЯХ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО АВТОМОБІЛЯ 30

Варванець Ю.В., Антонов Г.А., Федоров О.Ю.

ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИМИ ШТУРМОВИМИ ГРУПАМИ ПРОТИВНИКА ТАКТИКИ “ТИСЯЧІ ПОРІЗІВ” 31

Варламова І.Є.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ШТАТНИХ ЗАСОБІВ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК У ВИСОКОДИНАМІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ КОНТРНАСТУПАЛЬНОЇ ОПЕРАЦІЇ 32

Веретнов А.О., Папян Б.П., Чеченкова О.Л.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ВИСОКОІНТЕНСИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ І ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ..... 33

Веретнов А.О., Чеченкова О.Л., Государський О.Л.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ..... 35

Веретнов А.О., Шишанов М.О.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ..... 36

Вигнанець П.Б., Дачковський В.О.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ..... 37

Витрикуш Р.І., Ніколаєва Л.Я.

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОВТ..... 38

Вишневський О.Ф. , Комар В.В., Тимофєєв Б.М.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ПРО ТЕХНІЧНИЙ СТАН ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ..... 39

Вовк В.І., Крупкін А.Б.

СУЧАСНІ ПІДСТВОЛЬНІ ГРАНАТОМЕТИ. ПЕРСПЕКТІВИ РОЗВИТКУ..... 40

Войтович М.І., Ліщинська Х.І., Сеник А.П., Заставний В.Є.

РОЗРОБКА ГІБРИДНИХ МОДЕЛЕЙ ЗМІЦНЕННЯ ВУЗЛІВ БРОНЕТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ПОЄДНАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ..... 41

В'яткін Ю.О.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОСКУТЕРІВ MOSPHERA ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ У РОСІЙСЬКО УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ..... 42

Галкін О.Б., Железник О.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК..... 43

Годій М.В., Литвинюк Ю.С.

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА ЗАСТОСУВАННЯ БОЙОВИХ ЛАЗЕРІВ..... 44

Горбачова Я.С., Горбачов К.М., Ревуцький А.А.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ..... 45

Горох В.О., Баган В.Р., Рій В.Б.

КОНЦЕПЦІЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЖИВУЧОСТІ БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ ПОВІТРЯНИХ ЗАГРОЗ..... 46

Грабчак В.І., Косовцов А.Ю., Юнда Д.В.

ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАСАДИ ВІДНОВЛЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СИЛИ ЛОБОВОГО ОПОРУ СНАРЯДА..... 47

Грабчак В.І., Пеньківський В.М.
АНТИДРОНОВИЙ ЗАХИСТ ДВОЛАНКОВОГО АМФІБІЙНОГО ВСЮДИХОДА "BV 206 D6 UK" 48

Гриб Д.А., Бейліс Л.В., Заєць Я.Г.
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИДУ ЗБРОЙНИХ СИЛ..... 50

Гродзь Н.М.
СУЧАСНИЙ ПАРАДОКС РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК 50

Гросу Я.М., Шмалінюк Д.Ф.
БРОНЕТРАНСПОРТЕР ЯК МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНА ПЛАТФОРМА АДАПТИВНОЇ ОБОРОНИ..... 51

Грубель М.Г., Гузик Н.М., Шуманський Я.П.
ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ЗРАЗКІВ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 52

Грубель М.Г., Сокульська Н.Б., Манзяк М.О.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДВІСОК І ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ ПОВНОПРИВОДНИХ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ..... 53

Гуляєв А.В., Лазарук Ю.В.
ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК 54

Давидовський Л.С., Саковець В.В., Бісик С.П.
ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 55

Дончак А.М., Чаган Ю.А., Совік В.В., Шевчук В.Т.
ШЛЯХИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ В ЧАСТИНІ ПЛАНУВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА РАХУНОК ІНТЕГРАЦІЇ В ПРОЦЕС ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ..... 56

Дуйловський А.О., Набок В.К., Цуканов В.Н.
МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ БТОТ НА ОСНОВІ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ 57

Дурач В.М., Ткачук П.В.
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ..... 58

Дюбанов О.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ. 59

Єгоров С.В.
МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТРЕНАЖЕРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПІДГОТОВКИ СНАЙПЕРІВ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ БОЄПРИПАСІВ 60

Жубінський Ф.Ф.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИНЦИПІВ ТА СПОСОБІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ 61

Заболотнюк В.І.

НЕПЕРЕРВНІСТЬ ВІЙСЬКОВИХ ТРАДИЦІЙ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ: ДОСВІД ВІЙСЬКОВОЇ ЕМІГРАЦІЇ У НІМЕЧЧИНІ 62

Задорожний І.С., Байцурак С.І., Нікіфоров Г.С., Найко А.П.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ З КІНЕТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОТИДІЇ FPV-ДРОНАМ 63

Зеленюх О.М., Дуфанець І.Б., Болкун І.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ 64

Іващенко С.В., Диптан В.П., Опенько П.В.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОЦЕСІВ ЕКСПЛУАТУВАННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ І СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ АРМІЙСЬКОЇ АВІАЦІЇ В ОПЕРАЦІЯХ 65

Кадиляк А.Т., Миколайчук В.В., Степанов С.С.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТАНКІВ У ВІЙНАХ СУЧАСНОСТІ 66

Касімов А.М., Пашуба А.С., Кузьмін В.М., Столяров С.А.

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ШРАПНЕЛЬНОГО БОЄПРИПАСУ ДЛЯ ТАНКОВИХ ГАРМАТ, ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ЩОДО РОЗРОБКИ 67

Каторгін О.М., Мормило Я.М., Данильченко В.П., Оксенич М.В., Гамов Д.Г.

БОЙОВИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ УРАЖЕННЯ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ПРОТИВНИКА 68

Клименко В.В., Чередніченко Є.В., Гнилянський І.І.

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДСИСТЕМИ ЕВАКУАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ БОЙОВОГО СЕРЕДОВИЩА 69

Климов Д.О.

ПЕРЕСУВНІ ПУНКТИ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ В ІНТЕРЕСАХ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК: ВРАЗЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ 70

Ковба М.В., Кадиляк А.Т., Миколайчук В.В.

ПОГЛЯДИ ЩОДО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ ВІД СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ 72

Ковальчук Р.А., Глова Т.Я., Гродзь Н.М.

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ТА КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ СПРАВНИХ КЛАПАННИХ ПРУЖИН ДЛЯ РЕМОНТУ СИЛОВИХ АГРЕГАТІВ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ 73

Колесник Є.В., Оленєв М.В., Плеханов В.А.

БОЙОВЕ СПОРЯДЖЕННЯ У СКЛАДІ КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ ПІДРОЗДІЛІВ ШТУРМОВОЇ ПІХОТИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 74

Коломицев В.М.

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОДИСКОВИХ ФРИКЦІЙНИХ МУФТ У ТРАНСМІСІЯХ ВАНТАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ НАДІЙНОСТІ... 75

Коркін О.Ю., Лукаш Р.В., Ковалішин С.С.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЗАСТОСУВАННЯ БРОНЬОВАНИХ БОЙОВИХ МАШИН У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ..... 76

Косенко В.С., Казан П.І., Настишин Ю.А.

ПРИЗНАЧЕННЯ, СКЛАД ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 77

Косовцов Ю.М., Пінчук М.В., Грабчак В.В.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НУТАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ СНАРЯДА ЗА ТРАЄКТОРНИМИ ДАНИМИ БАЛІСТИЧНИХ СТРІЛЬБ 78

Костюк В.В., Клепачевський В.О., Пенцак П.В.

РЕКОМЕНДОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ТАНКІВ, БМП ТА БТР ЗС УКРАЇНИ ВІД УРАЖЕННЯ БпЛА ТА FPV-ДРОНАМИ 79

Котилевський О.О.

КОНЦЕПЦІЯ “LOYAL WINGMAN” У БРОНЕТАНКОВИХ ВІЙСЬКАХ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАНКА У ПЛАТФОРМУ-МАТКУ..... 80

Кохан В.Ф., Гріщин О.А.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ НАТО 81

Кочерга О.І., Красношапка Ю.В., Кучеренко З.П.

СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАБІЛІЗАТОРА ТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ..... 82

Красношапка Ю.В., Кочерга О.І., Гаврищук Д.М.

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БТОТ..... 83

Кривизюк Л.П., Матала І.В., Горняков І.Д.

БРОНЕТРАНСПОРТЕРИ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА 84

Кривизюк Л.П., Перемибіда Д.О.

ВИКОРИСТАННЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ УКРАЇНИ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 86

Крупкін А.Б., Богачьов О.І.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІЗУАЛЬНОГО ДОПОВНЕННЯ (IVAS) - ШЛЯХ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВОЇНІВ..... 87

Крупкін А.Б., Богачьов О.І.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ 88

Кузьменко Р.В., Паращук Д.Л., Голубовська О.М.

ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ АНТИДРОНОВОГО ЗАХИСТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОСТОРОВОЇ ЗВАРНОЇ (СІТЧАСТОЇ) КОНСТРУКЦІЇ 89

Ларін О.Ю., Почечун О.О., Морозовський Л.Л.

ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД FPV-ДРОНІВ 90

Лівінська Ю.Г., Черненко А.Д., Рудковський О.М.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ЖІНОЧИХ БРОНЕЖИЛЕТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК 91

Літвінов О.В.

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТЕХНІЧНИМ РІВНЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 93

Лячин С.В., Таран В.І., Хардель Р.З., Холін В.М.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПОСТАВОК АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З ТЦК ТА СП ДО ПІДРОЗДІЛІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 94

Малинич С.З., Аксіментьєва О.І., Горбенко Ю.Ю., Філіпсонов Р.В.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ЕКРАНУВАННЯ КОМПОЗИТНИМ ПОКРИТТЯМ ДЛЯ МАСКУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ 95

Манзяк М.О.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ У ЗБОРІ ПОЛЬОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 96

Марцінко Н.М., Совік В.В., Бокачов С.В.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПІДРОЗДІЛУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА 97

Марченко О.В., Загребельний С.М., Рудий А.В., Макогон О.А.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ 98

Марченко О.В., Чорний М.В., Матузко Б.П., Рудий А.В.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МАСКУВАННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ 99

Марусин П.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК 100

Мезєнцев Ю.О., Голішевський І.Л., Нетребко В.Ю., Войтович Є.М.

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ЕКІПАЖІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН 101

Мітюшин П.А., Колесник Є.В.

ЗНИЖЕННЯ ДЕМАСКУВАЛЬНИХ ОЗНАК БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ У МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОМУ ДІАПАЗОНІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАСКУВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ 102

Мокоївець В.І., Зотов М.В.

СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ БОЙОВИХ МАШИН ПІХОТИ 103

Наливайко М.І., Горячук О.О., Скрипка С.О.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТАНКІВ, НАДАНИХ У РАМКАХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ДОПОМОГИ 104

Нанівський Р.А., Дущенко В.В., Воронцов С.М., Вербов Є.В.

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ПІДВІСКИ БОЙОВОЇ БРОНЬОВАНОЇ МАШИНИ..... 105

Нікітченко В.І., Задорожний І.С., Байцурак С.І., Бадьор Т.О.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБІВ ОВТ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ 106

Одосій Л.І., Малинич С.З.

НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ..... 107

Одосій Л.І., Паращук Д.Л.

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ..... 108

Оленєв В.М., Дроздов М.О., Колесніченко А.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ТКАНИННОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ В АСПЕКТІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ..... 109

Онопрейчук Д.В.

КЕРУВАННЯ НАДІЙНІСТЮ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ВПЛИВУ НА МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ 110

Орлов С.В., Тарасенко Я.В., Грічанюк О.М., Кривенко М.В.

СУРОГАТНА МОДЕЛЬ УДАРНОГО ВПЛИВУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РЕАКЦІЇ АПАРАТАРИ ПРИ ПАДІННІ 111

Павленко А.Г., Лільчицький В.І., Собора А.І., Холодний Р.В.

КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМЕНШЕННЯ ПОМІТНОСТІ КАМУФЛЬОВАНОГО ОДЯГУ ТА ЕКІПІРУВАННЯ 112

Панко Д.О., Каленик М.М.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ГУСЕНИЧНОЇ БРОНЕТЕХНІКИ ВІД БПЛА 113

Пасічник В.М., Луцевят О.І.

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ..... 114

Пашковський В.В., Починок С.М.

СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ У РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 115

Пащенко В.В.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ НЕБЕЗПЕКИ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА 116

Поплавець С.І., Тіхонов І.М., Дончак А.М., Зотов М.В.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НАВІДНИКА ТАНКУ M1A1 “ABRAMS” НА ОСНОВІ БЕЗПЕРЕРВНОГО МАРКІВСЬКОГО ПРОЦЕСУ..... 117

Поплавець С.І., Тіхонов І.М., Темніков В.О., Дончак А.М., Зотов М.В.

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НАВІДНИКА ТАНКУ M1A1 “ABRAMS” 118

Почечун О.О., Чванов С.Ю., Шиманський Д.Р.

ТЕХНІЧНИЙ ОБРИС КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД УДАРНИХ FPV-ДРОНІВ 119

П’ятков М.С.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ІНТЕГРОВАНОЇ МОДЕЛІ СУКУПНОЇ ВАРТОСТІ ВОЛОДІННЯ 120

Радіо Р.В., Шерихов І.В.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН (ББМ) В УМОВАХ СУЧАСНОГО КОНФЛІКТУ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ 121

Рижов Є.В., Курята Я.Е., Семеха І.М.

МЕТОД ГНУЧКОГО ВИЗНАЧЕННЯ МІЖПОВІРОЧНИХ ІНТЕРВАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 122

Робочий В.В., Жарков Я.А., Бєловодов І.Ф., Симоненков В.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ ВІЙСЬК З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ПІДЗЕМНИХ БОЇВ ПІД ЧАС В’ЄТНАМСЬКОЇ ВІЙНИ 123

Романчук В.М.

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ РІДИНИ У ВІЙСЬКОВІЙ ТЕХНІЦІ 125

Рудий А.В., Загребельний С.М., Марченко О.В., Войтенко В.М.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ТАНКОБУДУВАННЯ 126

Рудковський О.М., Лівінська Ю.Г.

ОСНОВНІ ЗРАЗКИ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ НА ОЗБРОЄННІ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ УКРАЇНИ 127

Рудковський О.М., Федоренко В.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ 128

Середюк Б.О.

ІННОВАЦІЙНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ 129

Слободянюк Р.В.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ МЕХАНІЗОВАНИХ (ТАНКОВИХ) ПІДРОЗДІЛІВ ВІД БпЛА ПРОТИВНИКА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТАКТИЧНИХ ДІЙ 130

Слюсаренко М.О., Попков С.Б.

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ 131

Соломатін Д.О., Седляр А.А.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО КОМПЛЕКСІВ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 132

Сорокатий М.І., Величко Л.Д., Білаш О.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ НА БРОНЕТАНКОВІЙ ТЕХНІЦІ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 133

Стариченко В.М., Баган В.Р.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ ПОВІТРЯНИХ ЗАГРОЗ 134

Таран І.А., Борисенко М.В., Тішкін В.В.

РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ З ВРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ 135

Таран В.І., Лячин С.В., Хардель Р.З., Холін В.М.

ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 136

Томчук О.А.

ДІЯЛЬНІСТЬ КАПЕЛАНІВ-ВОЛОНТЕРІВ У СТРУКТУРІ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ 137

Томчук О.А., Гневашева А.В.

АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ БРОНЕТАНКОВОЇ КОАЛІЦІЇ СОЮЗНИКІВ У РАМКАХ “РАМШТАЙН” 138

Удовицький В.В., Черниш О.В., Джемула О.В.

ЕТАПИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ 139

Фараджов М.М.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ ШВИДКОГО МАНЕВРУВАННЯ КОМАНДИРА ВІДДІЛЕННЯ В БОЮ 140

Феденко О.В., Панасюк В.В., Черевко Ю.М., Сахон О.О.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРАХУНКУ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОТИВНИКА 141

Федоров О.Ю., Чаган Ю.А.

ТЕРМІН «СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ» ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ Й ІНШИХ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ 142

Хом’як К.М.

ДЕЯКІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОМБІНОВАНОГО ЗАХИСТУ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ 143

Цвєткова О.М.

ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ТАКТИЧНОЇ РОЗВІДКИ НА ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ У СУЧАСНОМУ БОЮ 145

Циганков П.М., Антонов Г.А.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БОЙОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОСВІДОМ ВІДСІЧІ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ 146

Чаган Ю.А., Мокоївець В.І., Зотов М.В.

ПАСИВНІ СПОСОБИ ЗАХИСТУ ОВТ ПІДРОЗДІЛІВ ВІД УДАРІВ БпЛА 147

Челобітченко О.О., Глущенко П.А., Полуянов В.І.

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 148

Чепков І.Б., Кучинський А.В.

КОНСТРУКТИВНІ ОБМЕЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН У ВЕРХНІЙ ПІВСФЕРІ 149

Чорний М.В., Матузко Б.П., Дмитренко В.В., Терен С.В.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТИПУ AGM НА БОЙОВІЙ МАШИНІ ПІХОТИ БМП-2 (БМП-1) 150

Швиденко А.В., Задорожний І.С., Чередніков О.М., Шинкаренко О.М.

РОЗБІЖНОСТІ У КЛАСИФІКУВАННІ ТА АНАЛІЗУВАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ВИРОБІВ ОВТ НА НАДІЙНІСТЬ ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО, США ТА НАЦІОНАЛЬНИМИ 151

Шевченко О.А.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК 152

Шинкар Є.В., Лаврут О.О.

СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЙНОЇ ПОВЕДІНКИ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ 153

Яковлев М.Ю.

ЕКСПОРТ ОБОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ФАКТОР ПОСИЛЕННЯ КОЛЕКТИВНОЇ БЕЗПЕКИ: ДОСВІД УКРАЇНСЬКОЇ УЧАСТІ У ПРОТИДІЇ ПОВІТРЯНИМ ЗАГРОЗАМ 154

Horoshko O., Zavalniuk V.

PROSPECTS FOR THE USE OF ELECTRIC VEHICLES IN THE WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT SYSTEMS OF MECHANIZED FORCES..... 155

Katorgin O., Mormylo Y., Strimovskiy S., Folunin S.

PROSPECTIVE DOMESTIC INFANTRY FIGHTING VEHICLE “PEGASUS” 156

Katorgin O., Nefiodov A., Strimovskiy S., Dashkov D., Gerasimenko V.

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF A FAN WITH MERIDIONAL FLOW ACCELERATION 157

Oboronov M.I., Korsunov S.I.

PROSPECTS OF COUNTERING STRIKE UAVs IN SETTLEMENTS NEAR THE LINE OF CONTACT 158

Nahornyi M.S., Shumanskyi Ya.P., Hrubel M.H.

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT FOR THE CLASSIFICATION OF LOGISTIC MILITARY VEHICLES BASED ON THE EXPERIENCE OF THEIR USE IN NATO MEMBER STATES 159

Sherykhov O.

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR NIGHT FIGHT 160

СЕКЦІЯ 2

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 162

Атаманюк В.В., Дзюба А.О.

ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМІЧНОЇ УНІФІКАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОЇ ТА БАЛІСТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ 162

Баландін М.В., Вознюк В.В., Вахнін О.В.

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДО СУЧАСНИХ УМОВ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 163

Білокопитов Б.В., Баландін М.В., Горбач М.П.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЇ В ЕПОХУ ДОМІНУВАННЯ НА ПОЛІ БОЮ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ..... 164

Бондаренко С.В., Бубенщиков Р.В., Снітков К.І., Стецiв С.В., Юнда В.А.

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ УРАЖАЮЧОЇ ДІЇ РАКЕТ З ФУГАСНОЮ БОЙОВОЮ ЧАСТИНОЮ..... 165

Бочарніков Д.О.

НАПРЯМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ..... 166

Бриковський А.Г.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНИХ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ МІНОМЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДПСУ 167

Бубенщиков Р.В., Мартиненко С.А., Андреєв І.М., Сірий Ю.І.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВИХ БРИГАД З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ УМОВ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ..... 168

Бударецький Ю.І., Бондар Р.В.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ..... 169

Варава В.В., Вакал А.О.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА..... 170

Величко Л.Д., Войтович М. І., Сорокатий М.І.

ВПЛИВ ЗМІННОГО ВІТРУ НА РУХ СНАРЯДА В ПОВІТРІ 171

Виговський М.В.

ВПЛИВ ШТУЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОТОЧНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ..... 172

Вода Ю.Л.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСТРІЛЯНИХ ПОПРАВОК..... 173

Вощелев С.Р., Приміренко В.М.

ВОГНЕВА ІЗОЛЯЦІЯ РАЙОНУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ВИРІШАЛЬНИХ УМОВ НАСТУПАЛЬНОЇ ОПЕРАЦІЇ УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК 174

Гаврилюк А.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ОСКОЛКОВОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ 175

Галкін О.Б., Железник О.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 176

Гелета О.Г., Губрій К.Ю.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ АКТИВНОЇ РОБОТИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА 177

Гелета О.Г., Кравець Т.М.

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ 178

Гелета О.Г., Кравець Т.М.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ ШЛЯХОМ КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТА БпЛА 179

Горобець В.В., Майданюк В.А., Гончаров В.В.

ВИСОКОТОЧНІ БОЄПРИПАСИ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТАКТИКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ (2022–2026 рр.) 180

Гулей Б.С.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ПЕРЕБУВАЄ НА ОЗБРОЄННІ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 181

Демків О.І., Дідіченко О.А.

ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ РОЗВІДКИ РУХОМИХ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ 182

Дерев'янчук А.Й.

НАВЧАЛЬНА МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ДО РОБОТИ З АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ БОЄПРИПАСАМИ ТА ПІДРИВНИКАМИ 183

Дзюба А.О., Бударецький Ю.І., Бондарєв А.П.

МОДЕЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТЕЖНИХ ПРИСТРОЇВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЧІВ ПАРАМЕТРІВ РУХУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ 184

Дідіченко О.А.

ДОСВІД БОЙОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНА ОЦІНКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНЕРЦІЙНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ У 2022-2025 рр. 185

Дорохов О.М., Стеценко С.М.

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 186

Дудуш А.С., Сновидович Р.Р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАЄКТОРНОГО РУХУ ГІПЕРЗВУКОВОЇ КВАЗІБАЛІСТИЧНОЇ РАКЕТИ 187

Жук І.С.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 188

Жук С.М., Катран В.Я.

ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 189

Заболотнюк В.І., Ленівий О.Ю.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕДАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВІД КРАЇН-ПАРТНЕРІВ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 190

Звершховський І.В., Дубас В.С., Майстренко О.А.

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИКИ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКОЮ І ПУСКОМ (СУПП) РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ 191

Звершховський І.В., Карпов А.С.

ВЕРТИКАЛЬНИЙ СПОСІБ СТАРТУ ПРОТИКОРАБЕЛЬНИХ РАКЕТ З КОНТЕЙНЕРНИМ КОМПАНУВАННЯМ - СУЧАСНА СПЕЦИФІКА РАКЕТНИХ ОЗБРОЄНЬ 192

Звонко А.А., Бондаренко С.В., Нікітюк С.В.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ (СПЕЦІАЛЬНИХ) ЧАСТИН 155-мм ВИРОБІВ 2С22 “БОГДАНА” ТА 2П22-БГ НА ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЯХ 193

Зубков А.М., Красник Я.В., Кірій С.Н., Каменцев С.Ю.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ НА ОСНОВІ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 194

Іванишин М.І., Ленівий О.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ТА АРТИЛЕРІЇ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 196

Ільків І.М., Середюк Б.О.

ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВЕДЕННЯ ВОГНЮ РАКЕТНИМИ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ 197

Ільків І.М., Середюк Б.О.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ СИГНАЛІВ У СИСТЕМАХ ОВТ 198

Ісенко В.В.

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ 199

Іщенко В.П.

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ (КОМПЛЕКСІВ) АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ В ЗС УКРАЇНИ 200

Каляєв О.О., Козарєзов М.А.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ БМ 9А52-2 “ВІЛЬХА” 201

Караванов О.А.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА АРТИЛЕРІЇ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЮ 202

Караванов О.А., Болбов Д.В.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВИЯВЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ 203

Кісельов А.А., Кравець Т.М.

ВПЛИВ ПОХИБОК ДИРЕКЦІЙНИХ КУТІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ У СИСТЕМІ "FILIN" 204

Кобзан С.М., Харченко О.Л., Фіцайло Т.М., Зозуля Л.А.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ФІКСАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ 205

Коваль Р.С., Кравець Т.М.

МЕТОД ОРІЄНТУВАННЯ КАМЕРИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РОЗРИВУ З ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА 206

Ковальчук О.В., Скорохватов О.М.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ І ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ІЗ МЕТОЮ ЗМІЦНЕННЯ РІВНЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ 207

Колесник О.О., Поліщук А.М., Мазій В.Р., Снітков К.І., Фіщук І.М.

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 208

Конвісар М.Г.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ СНАРЯДІВ ЗІ СКЛАДНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ ПОЛЬОТУ 209

Королько С.В., Василюк М.П.

РАКЕТНІ ДВИГУНИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ НА ОСНОВІ АЕРОСПАЙКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ 210

Коцемир О.В., Ликова І.В.

ОСОБЛИВОСТІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ РУХУ БОЄПРИПАСІВ У ПРОЦЕСІ БАЛІСТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ДАНИХ ДЛЯ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ 211

Красник Я.В., Ніколаєв С.Т., Жук С.М., Михайлюк Ю.О.

ЗМІНА РОЛІ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ СУЧАСНОСТІ 212

Лаврик С.В.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ 122-мм САМОХІДНОЇ ГАРМАТИ 2С1 213

Лапицький С.В., Князський О.В., Кучинська О.Б.

МЕТОД КОМПЛЕКСУВАННЯ БЕСПЛАТФОРМНОЇ ІНЕРЦІЙНОЇ Й МАГНІТОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ КЕРОВАНОГО АРТИЛЕРІЙСЬКОГО СНАРЯДА НА БАЗІ ФІЛЬТРА МАДЖВІКА 214

Лащук Ю.В., Чередєєв М.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 215

Ліцман А.М.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ..... 216

Логвіненко С.В.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЛОГІСТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 217

Мазій В.Р., Колесник О.О., Поліщук А.М., Снітков К.І.

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ..... 218

Майборода Ю.М.

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УРАЖАЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНОЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ..... 219

Майданюк В.А.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАРЯДУ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УМОВ ЗБЕРІГАННЯ 220

Майданюк В.А.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ САМОХІДНОЇ АРТИЛЕРІЇ 221

Майданюк В.А., Гончаров В.В., Горобець В.В.

ШИРОКЕ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПІДВЕЗЕННЯ БОЄПРИПАСІВ У СИСТЕМІ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ..... 221

Маймула П.М., Чорнай В.І., Кубашко О.Г. ,Якименко Т.П.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ЗАКЛИНЮВАННЯ ПРАЙМЕРІВ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОСТРІЛІВ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЕКСТРАКЦІЇ 222

Майстренко О.А., Остапчук Є.С., Адаменко Б.І., Тимошко О.В.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ СРК..... 223

Майстренко О.В.

СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ (РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ) КОМПЛЕКСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ, ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ІЗ СИЛАМИ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 224

Майстренко О.В., Яриш І.Ю., Максименко О.Ю.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ (КОРЕГУВАННЯ) РАКЕТ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ 225

Макеєв В.І., Раскошний А.Ф., Григоренко Р.М.

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЕДЕННЯ ВИСОКОТОЧНИХ БОЄПРИПАСІВ 227

Мартиненко С.А., Сірий Ю.І.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ 228

Матузко Б.П., Чорний М.В., Марченко О.В., Мельник І.Ю., Латін С.П.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГУСЕНИЧНИХ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ УСТАНОВОК 229

Мелешко О.М.

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОПРАВОК АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЕДЕННЯ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ, ОСНАЩЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ НАВЕДЕННЯМ І ВОГНЕМ 230

Михайлюк Ю.О., Михайлюк А.М.

ПІДГОТОВКА ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 231

Мізін В.С., Мостовик О.В.

АВТОНОМНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ПУНКТУ УПРАВЛІННЯ РАКЕТНОЇ БАТАРЕЇ 231

Місін А.Є., Давиденко Д.В., Драган А.І., Коваль Р.О.

АНАЛІЗ ВЕДЕННЯ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 2022-2026 років 232

Москаленко Д.Р., Дерев'янчук А.Й., Баранова І.В.

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЇ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 233

Мошковський М. С., Князський О.В., Гаврилюк А.О., Бик М.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ СТРУМУ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ 234

Новак Д.А.

ДО ПИТАННЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ РАКЕТНОЇ ЗБРОЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 236

Онофрійчук А.Я., Руденко О.В.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІСЛЯДІЇ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ СНАРЯДА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ 237

Пастухов В.В., Прокопенко В.В., Глінко О.В.

ВОГНЕВЕ УРАЖЕННЯ ЕКІПАЖІВ БпАК(С) ПРОТИВНИКА НА МАЙДАНЧИКАХ ПУСКУ 239

Пастухов В.В., Прокопенко В.В., Глінко О.В.

ОБЛАШТУВАННЯ ВОГНЕВОЇ ПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ БОЙОВОГО ДОСВІДУ 240

Пастухов В.В., Прокопенко В.В.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ПІДРОЗДІЛАМИ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ В КОРПУСНІЙ СИСТЕМІ 241

Пашковський В.В., Отрох О.А.

ВДОСКОНАЛЕННЯ РАКЕТНИХ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ЯК КЛЮЧОВИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ОВТ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 242

Петлюк І.В., Давіденко С.В., Петлюк О.І.

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОТОЧНИХ, МОБІЛЬНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ У КОНФЛІКТАХ І ВІЙНАХ ХХІ СТОЛІТТЯ 243

Петлюк І.В., Пащетник О.Д., Вознюк В.В.

ВИМОГИ ОСНОВНИХ КЕРІВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЩОДО ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ ПІДГОТОВКИ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ 244

Подлєсний О.В.

ВЕЛИЧИНА ПЕРШОЇ ВИЛКИ ПРИ ПРИСТРІЛЮВАННІ В КОНТЕКСТІ РОЗСІЮВАННЯ СНАРЯДІВ 245

Полоз О.А., Захватихата Д.С., Скоробагатов М.С., Драган А.І.

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЛІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ ВІЙНИ 246

Полоз О.А., Козловець В.В., Тищенко Ю.В., Руденко О.В.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ЗА ДОСВІДОМ 2022-2025 років 247

Полоз О.А., Місін А.Є., Коваль Р.О., Давиденко Д.В.

МАСКУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОЇ МІСЦЕВОСТІ ТА ПРОМИСЛОВИХ ЗОН ЗА ДОСВІДОМ 2024-2025 РОКІВ. 248

Полоз О.А., Місін А.Є., Козловець В.В., Тищенко Ю.В.

КОНТРБАТАРЕЙНА БОРОТЬБА В ДУЕЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ ЗА ДОСВІДОМ 2024-2025 років 249

Радівілов О.М., Василюк М.П.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ M270 MLRS 250

Редька В.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ВІД БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 251

Романенко М.С.

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 155-мм СГ 2С22 та БГ 2П22 “БОГДАНА” 252

Рудковський О.М., Цицик М.В., Ільницький І.Л.

ВИСОКОТОЧНА ЗБРОЯ ТА БОЄПРИПАСИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ 252

Сай С.М.

АРТИЛЕРІЯ МАЙБУТНЬОГО: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА СТРАТЕГІЧНІ ПОГЛЯДИ ПАРТНЕРІВ 253

Салогор В.В., Іваненко В.О., Шеремет І.А.

АРТИЛЕРІЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 254

Сезько А.Р.

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗДІЙСНЕННЯ МІЖПОЗИЦІЙНОГО ТА ВНУТРІШНЬОПОЗИЦІЙНОГО МАНЕВРУ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ АРТИЛЕРІЇ В ОБОРОНІ ТА НАСТУПІ 255

Сергієв С.В.

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАРЯДУ НА ПОЧАТКОВУ ШВИДКІСТЬ СНАРЯДА ТА ПОПРАВКИ ДАЛЬНОСТІ ПРИ СКЛАДАННІ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ 256

Сергієнко Р.В., Лісненко О.І.

ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЗВУКОМЕТРИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 257

Середа А.А.

МУЛЬТИПЛАТФОРМНІСТЬ РСЗВ: КОНЦЕПТУАЛЬНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АРТИЛЕРІЇ У МОБІЛЬНИЙ РАКЕТНИЙ ХАБ 258

Сірий Ю.І., Мартиненко С.А.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ДЛЯ УРАЖЕННЯ УКРІПЛЕНИХ СТАЦІОНАРНИХ СПОРУД 260

Скоробогатов М.С., Халан О.В.

КОНЦЕПЦІЯ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АРТИЛЕРІЇ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВИХ БРИГАД . 261

Снітков К.І., Бондаренко С.В., Семів Г.О., Поліщук А.М.

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ ПОЧАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ СНАРЯДА ЗАЛЕЖНО ВІД ЗНОСУ КАНАЛУ СТВОЛА 155-ММ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ 262

Стегура С.І., Зубченко Д.А.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЛОТКА З ДОСИЛАЧЕМ ТЗМ 9Т234 ДЛЯ СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ПЕРЕЗАРЯДЖАННЯ РСЗВ 263

Стегура С.І., Смілянський І.І.

СИСТЕМА НАЛАШТУВАННЯ СУМІСНОСТІ КУТІВ У РСЗВ “ВІЛЬХА” 263

Степаненко О.В.

ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ НА БАЗІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 264

Стецiв С.В., Стецiв Б.В.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ОБТІЧНИКА БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ РАКЕТ СІМЕЙСТВА ATACMS 266

Стецiв С.В., Ткаченко В.В.

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ EFCS MLRS M270 267

Столяренко М.П.

ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ 268

Тищенко Ю.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЇ 269

Толмачов О.М.

ПОГЛЯДИ НА МОДЕРНІЗАЦІЮ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ ДО РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ 270

Фіщук І.М., Звонко А.А., Рапута О.О.

МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ МІНОМЕТІВ НА 105-ММ ГАРМАТИ 271

Флис І.М., Кирилін В.О., Мілочкін В.В., Давиденко Д.В., Вінник К.М.

ПРОБЛЕМИ У ЗАСТОСУВАННІ САУ CAESAR ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 272

Храпач Д.О.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЇ 273

Чередєєв М.В., Кравець Т.М.

РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ КАМЕР СИСТЕМИ “FILIN” У КОНТРБАТАРЕЙНІЙ БОРОТЬБІ 274

Щенякін Д.О.

РОЗВИТОК РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ 275

Щигло В.О.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ДОЦІЛЬНОСТІ БОЙОВОГО ВИКОРИСТАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ, ЩО МАЮТЬ НАСТРІЛ СТВОЛІВ, ЯКИЙ ПЕРЕВИЩУЄ НОРМАТИВНИЙ (ГАРАНТІЙНИЙ) РЕСУРС 276

Юнда В.А., Крічко М.Д.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО РАДІОМОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ СТАРТОВОЇ ПОЗИЦІЇ 277

Юнда В.А., Мізін В.С.

ВИВІРКА ТА ЮСТИРУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЧАСТИНИ М270 MLRS..... 278

Юнда В.А., Юнда Д.В., Красник Я.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗ ВИТКУ РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 280

Яровенко В.В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ РОЗВІДКИ НАЗЕМНИХ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ЇХ НА БЕЗПІЛОТНІ НАЗЕМНІ ПЛАТФОРМИ 281

Babych K.V., Piddubna A.D.

APPROACHES TO THE MODERNISATION AND STANDARDISATION OF ARTILLERY SYSTEMS IN THE CONTEXT OF THE TRANSFORMATION OF THE MODERN COMBAT ENVIRONMENT 282

Rubtsov S., Piddubna A.D.

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT AND CURRENT ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF HIGH-PRECISION ARTILLERY AMMUNITION AND MISSILES (PROPELLANT-DRIVEN PROJECTILES) OF DOMESTIC MANUFACTURE 283

СЕКЦІЯ 3

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ 284

Адаменко А.А., Попов М.О., Порохончук О.М.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 284

Алєксєєва М.В., Кикоть О.О.

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ: СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ..... 285

Андреєва Л.М.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД, ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦІЛЕЙ ТА ВИБОРУ БЕЗПЕЧНИХ МАРШРУТІВ У СУЧАСНОМУ ВОЄННОМУ КОНФЛІКТІ 286

Аулін О.А., Єсаулов М.Ю.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ У ЗАДАЧАХ ПРОТИДІЇ ГІБРИДНИМ ЗАГРОЗАМ 287

Афанасьєв Ю.В.

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОНОМНОЇ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 288

Балан Д.Д.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ТА C4ISR 289

Баландін М.В., Білокопитов Б.В., Горбач М.П.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БОЄМ ТАКТИЧНОГО КЛАСУ ТИПУ С6 290

Беззубцева Т.Г., Ринський І.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО УПРАВЛІННЯ У СИСТЕМІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ УКРАЇНИ 291

Баган А.В., Атамась Р.О.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЛУЧЕННЯ СТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ З ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 292

Баган А.В., Гера В.Я.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ВЕКТОРНИХ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ЧУТЛИВОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ 293

Баістов Ю.В., Мельник С.В., Колесник В.О.

ОЦІНКА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ У ЗМІННИХ УМОВАХ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ 294

Баліцький Н.С., Баліцька О.Я.

ЗАСОБИ ПРОТИДІЇ ДРОНАМ, ПОБУДОВАНИМ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ “ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ” 295

Баранов С.М.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ПРИВАТНИХ ВІЙСЬКОВИХ КОМПАНІЙ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ 296

Бєляков Р.О., Ковальчук О.О.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА БАРАЖУЮЧИХ БОЄПРИПАСІВ 297

Бібік А.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ..... 299

Білецька В.О., Гармаш Н.В.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ КОДУВАННЯ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ З ПЕРЕШКОДАМИ 300

Богачьов О.І., Бондарук В.О.

НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВУ СФЕРУ 301

Бондарук А.Б., Радзіковський С.А.

ІНТЕГРАЦІЯ ПЛАТФОРМИ BRAVE1 DATAROOM У ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРСЬКИХ КАДРІВ ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 302

Бриковський А.Г.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО МОБІЛЬНОГО КОНТУРУ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ШЛЯХОМ МОДУЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПАК «КРОПИВА» В ЕКОСИСТЕМУ «DELTA» 303

Будзінська О.О.

ІНТЕГРАЦІЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ОСВІТНЬО-НАУКОВОГО СЕРЕДОВИЩА .. 305

Булгаков А.А., Бобрун О.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ У АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ ЗА ДОСВІДОМ ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ (БОЙОВИХ ДІЙ) 306

Бурсала О.О., Грищенко О.Л., Зройчиков Д.В.

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ КОМПЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ 307

Буряк А.А., Криволап А.С.

РОЛЬ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ВІЙСЬКОВОМУ УПРАВЛІННІ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 307

Варламова І.Є.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВСЯКДЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВПРОВАДЖЕННЯ В СИСТЕМУ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НАТО 308

Войтович О.А., Кузьмичов І.К., Росенко О.М., Лоян А.В., Грибовський О.В.

ШИРОКОСМУГОВА ЛОГОПЕРІОДИЧНА АНТЕНА З ДОВІЛЬНИМ ВИДОМ ПОЛЯРИЗАЦІЇ 309

Гаврилюк В.В., Гаврилюк О.С.

VR-ТЕХНОЛОГІЇ У ВІЙСЬКОВІЙ ПІДГОТОВЦІ: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ .. 310

Галій В.І., Богуш В.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ 311

Гапеєва О.Л.

ЦИФРОВІ РІШЕННЯ У СФЕРІ РОБОТИ З ПЕРСОНАЛОМ 312

Гера В.Я., Бондар Р.В.

АРХІТЕКТУРА РОЗШИРЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ З ПОШУКОМ ЯК УНІВЕРСАЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ ПОБУДОВИ ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АСИСТЕНТІВ 313

Гера В.Я., Гелета О.Г.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПАРСИНГУ НАВЧАЛЬНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ З КЕРОВАНИМ ЦИКЛОМ «ЛЮДИНА В КОНТУРІ» 314

Герасименко Є.С., Герасименко Л.В.

ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ НАЗЕМНИХ НЕРУХОМИХ ЦІЛЕЙ НЕКОГЕРЕНТНИМИ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ 315

Гладич Р.І.

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИМИ РОБОТАМИ В ОБОРОННІЙ СФЕРІ НА ОСНОВІ ІЄРАРХІЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧ 316

Гладіщук О.В.

АЛГОРИТМІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ У ЦИФРОВИХ КОНТУРАХ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ППО 317

Гнатюк С.Є., Рижов Є.В., Романенко В.П.

ГРАФО-АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ 318

Голейчук Л.В, Трубчанінова К.А.

МЕТОД ЕНТРОПІЙНО-УЗГОДЖЕНОЇ ЧАСОВОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ 319

Головін О.О.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ І МАЛОПОМІТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ 320

Горбач М.П., Баландін М.В., Білокопитов Б.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЇ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 321

Горбов О.М., Бреус О.С., Попов Р.Т.

ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЯК ЗАСІБ ПОКРАЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСІЙ КОМПЛЕКСІВ НРК 322

Городиський Р.О., Калита О.І.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОБУДОВИ АДАПТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ 323

Гризо А.А., Костиря О.О., Сапєгін Є.В., Ткачук В.В., Бєлік Н.Г.

МОДЕЛЬ ЖИВУЧОСТІ РЛС НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЦИКЛУ OODA В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ 324

Давіденко С.В., Пащетник О.Д., Заєць Я.Г.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТАКТИЧНИХ РАДІОСТАНЦІЙ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ: ДОСВІД, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ 325

Данилов Д.Д.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІСЦЕВОСТІ 327

Дегтяренко В.В.

ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ "СВІЙ-ЧУЖИЙ" СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ БАГАТОДОМЕННИХ ОПЕРАЦІЙ 328

Дейнега О.В., Фурманов К.В., Булгаков А.А.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЗУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕХНІКИ ЗА ПРИНЦИПОМ “СВІЙ-ЧУЖИЙ” В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ (БОЙОВИХ ДІЙ) ТА ШЛЯХИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ 329

Дзеверін І.Г., Болюбаш О.О., Кривчун В.І., Дзеверін Т.Ю.

ПЕРЕТВОРЕННЯ БОЙОВИХ ДАНИХ НА АНАЛІТИЧНІ ВИСНОВКИ В ОБОРОННИХ АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ..... 330

Діденко Є.Ю.

ФОРМУВАННЯ ОБРИСУ ЄДИНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РАКЕТНИМИ ВІЙСЬКАМИ І АРТИЛЕРІЄЮ..... 331

Дядюшкін О.В.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБЛІКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ СЛУЖБАМИ ПЕРСОНАЛУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ..... 332

Животовський Р.М.

ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОШАРОВОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗА РАХУНОК СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ANTI-DRONE ШАРУ (ЗА ДОСВІДОМ КОАЛІЦІЙНИХ ОПЕРАЦІЙ) 333

Жук С.М., Журавель Т.В.

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В ДЕРЖАВНІЙ ПРИКОРДОННІЙ СЛУЖБІ УКРАЇНИ 334

Задерієнко С.І.

СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ У ЗАДАЧАХ ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ МАРШРУТІВ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 335

Заєць Я.Г., Давіденко С.В., Чорняк І.І.

ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВІ ШТАБИ ТА ЦЕНТРИ БОЙОВОГО УПРАВЛІННЯ 336

Заєць Я.Г., Живчук В.Л., Давіденко С.В.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 337

Івахів О.С., Кудимов С.М., Міхін А.Ю.

ТЕХНОЛОГІЗАЦІЯ ТА МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІСТЬ – НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ 338

Ільяш А.О., Кінь Н.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ NATO FMN У ПЕРСПЕКТИВНІ АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗС УКРАЇНИ..... 340

Ільяшов О.А., Щербань К.А.

ВРАХУВАННЯ АНАЛІЗУ ВОЄННО-НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ

У ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 341

Іщенко Д. А., Стрінада В. В.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИКРИТТЯ НАЗЕМНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗАСОБАМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ВІД УРАЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИМИ СИСТЕМАМИ..... 342

Калита О.І.

КІБЕРЗАХИСТ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ 343

Касаткін Є.В., Єфімов Г.В.

РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯК ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ 344

Кикоть О.О., Алєкссєва М.В.

ЯК ВТРАТА ЗВ'ЯЗКУ ВПЛИВАЄ НА УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ 345

Коберський О.В., Гурський Т.Г.

АНАЛІЗ ЗАВДАНЬ ЩОДО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ВІЙСЬКОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ .. 346

Ковалевська Н.В., Ковалевський С.М., Пономарь А.В., Крикун В.В.

ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ КИТАЙСЬКИХ РЛС ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, ТИПОВІ НЕДОЛІКИ, ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ЗАКУПІВЕЛЬ 347

Коваль В.В., Ячна І.Г., Слободенюк Ю.В.

ОСНОВНІ ТИПИ ЗВ'ЯЗКІВ В ДЕРЕВОПОДІБНІЙ МЕНТАЛЬНІЙ КАРТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РЕБ НАПРЯМУ В СИЛАХ ОБОРОНИ 348

Колотуша Я.В.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ 349

Корчев В.Б., Баратюк В.І., Жиговець А.О.

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА МАЙБУТНЄ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ 350

Костерев Д.С.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ІНТЕГРАЦІЇ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЗАЄМОСУМІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ЗІ СТАНДАРТАМИ НАТО В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ 351

Костина О.М.

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ (ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ) СИСТЕМ 352

Кравець Т.М.

СТАНЦІЯ «РУПОР» ЯК ЕЛЕМЕНТ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ 353

Кравченко С.О., Врубльовський Д.С., Ткаченнко К.М.

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЧАННЯ 354

Кузьмичов І.К., Войтович О.А., Росєнко О.М., Бархатов О.М., Грибовський О.В.

ФОРМУВАННЯ АКСІАЛЬНО-СИМЕТРИЧНОЇ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ КРУГЛИМ ГОФРОВАНИМ ХВИЛЕВОДОМ 355

Курочкін В.В., Манжара О.В., Носова Г.С.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗАПОБІЖНО-ВИКОНАВЧОГО МЕХАНІЗМУ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ РАЗОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ 356

Левкович П.В., Ликова І.В.

ЗАСТОСУВАННЯ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З КАСТОМНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО СКЛАДУ 357

Лібрук-Ліпкевич С.Я., Юрченко Р.В., Швай В.Т., Фуртес О.О.

ПІДГОТОВКА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БЕЗПЕКОВИХ ТА ОБОРОННИХ ПИТАНЬ 358

Ліпко І.О.

ОБ'ЄДНАНА МЕРЕЖА ОБОРОНИ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 359

Малинич С.З., Одосій Л.І.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ СКЛАДНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ СИСТЕМ 360

Манзяк М.О., Грабчак З.М., Міщенко Я.С.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДГОТОВКИ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ DELTA 362

Марцінко Н.М.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ 363

Матвійчук І.В., Бурчак Н.О.

РОЗВИТОК АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ГЕОПРОСТОРОВОЇ ПІДТРИМКИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ 364

Мисик М.М., Одосій Л.І.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ КУРСАНТІВ 365

Митрофанова М.С.

КІБЕРНЕТИЧНІ ЗАГРОЗИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ШЛЯХИ ЇХ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ... 366

Мішок А.А., Ляшенко В.А., Дирман Ю.В., Ільчишин В.В.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА MISSION COMMAND: ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ 367

Можний А.О.

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПАК ВЕЛИКОГО РАДІУСА ДІЇ 368

Молодецький Б.В.

АРХІТЕКТУРНЕ РОЗМЕЖУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК ПЕРЕДУМОВА ОПТИМІЗУВАННЯ ЧАСУ ВПРОВАДЖЕННЯ 369

Мордюк В.І., Гурський Т.Г.

АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ В КХ-РАДІОЛІНІЯХ 370

Надала О.С.

КЛЮЧОВІ ВЕКТОРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК У КОНТЕКСТІ НОВІТНІХ ЗАГРОЗ 371

Немченко Л.В., Лисенко Є.М.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ЧАСОВІ, СТРУКТУРНІ ТА БЕЗПЕКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ..... 372

Нерознак Є.І.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ПРІОРИТЕТОМ ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ .. 373

Ніколайчук Л.Г.

РОЗВИТОК ВІРТУАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ НАВЧАННЯ ВІЙСЬКОВИХ 374

Оникієнко Л.С.

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АПАРАТНИХ ВУЗЛІВ ЗВ'ЯЗКУ 375

Оніщенко О.О.

КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАТУР АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ..... 376

Опалинський В.Б.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ 377

Осієвський С.В., Несміян О.Ю., Землянський Д.О.

АДАПТИВНЕ НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ..... 378

Пасько І.В.

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ, ЯКІ ДОЦІЛЬНО ВИКОРИСТОВУВАТИ ПІД ЧАС АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ РОЗПОДІЛУ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЇ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ 379

Пащетник О.Д., Давіденко С.В., Аніщуков І.В.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ТА РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ ЯК НАПРЯМ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ 380

Пелещак Р.М., Литвин В.В., Пелещак І.Р., Аніщуков І.В.

МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПЕРСЕПТРОНІВ НА ОСНОВІ ВРАХУВАННЯ СИМЕТРІЇ СИНАПТИЧНИХ ВАГ 382

Перегуда О.М., Черкес О.П.

ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: РЕАЛІЗОВАНІ ІНІЦІАТИВИ, ВИКЛИКИ, НАПРЯМИ НОРМАТИВНОГО ВРЕГУЛЮВАННЯ 382

Петлюк І.В., Бударецький Ю.І., Петлюк О.І.

МЕТОД ЗАХИСТУ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ВІД РАДІОЧАСТОТНИХ ПЕРЕШКОД..... 383

Петлюк І.В., Лаврут Т.В., Вознюк В.В.

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ВИСОТНИХ РОЗБІЖНОСТЕЙ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНІ ЗАВДАННЯ 384

Пілат С.І.
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ В ЗСУ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 386

Польцев І.В.
ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТАКТИЧНОЇ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ В УМОВАХ РЕБ І ПРОТИДІЇ БПЛА 387

Прокопенко Є.В., Мул Д.А.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СЛУЖБОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ 388

Прокопенко Є.В., Мул Д.А.
ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ПУНКТАХ УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ДО СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ 389

Прохоров А.В., Бударецький Ю.І., Бондарєв А.П.
СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ АБСОЛЮТНО ВИПАДКОВИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ З КЕРОВАНИМ ЕКСЦЕСНИМ ЗАКОНОМ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТІ 390

Рибачук О.І.
ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХОДІ ПЛАНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК 391

Рижов Є.В., Сакович Л.М., Гиренко І.М.
ОЦІНЮВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ 392

Романова А.С.
ВПРОВАДЖЕННЯ ЧИ ЦИФРОВІЗАЦІЯ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ CDTO 393

Романчук В.М., Шандрівський А.Г.
КРИТЕРІЙ МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ РІДИН ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ТЕМПЕРАТУРНО-НЕЗАЛЕЖНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО МАРКЕРА 394

Романчук Р.В., Висоцька В.А.
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ 395

Романчук Ю.Ю., Кравець Т.М.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ MILCHAT У ВІЙСЬКОВОМУ УПРАВЛІННІ 396

Руденко О.В., Флис І.М., Козловець В.В., Мілочкін В.В., Стеценко С.М.
СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ (СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ) 397

Сальник С.В., Стоцький І.В.
ГЕНЕРАЦІЯ ДАНИХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ 398

Сендецький М.М., Махнюк О.В., Комаров В.О.

ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА ІНШИХ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ 399

Скиданенко В.В., Микитин В.Ф.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК БАЗОВИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ОБОРОНИ 400

Сметанін К.В., Трачук Є.С.

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 401

Сокульська Н.Б., Грубель М.Г., Баранов А.В.

ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є У СИСТЕМАХ РЕБ ЯК ІНСТРУМЕНТ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 402

Сокульська Н.Б., Кмін В.Ф., Нагорний М.С.

КОМПЛЕКСНА АРИФМЕТИКА ТА ЦИФРОВА ФІЛЬТРАЦІЯ У СИСТЕМАХ РЕБ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 403

Соловей В.А., Будзінська О.О.

АРХІТЕКТУРА U7–SAIC ЯК РЕАЛІЗАЦІЯ ОНТОЛОГІЧНО ЗАМКНЕНОГО ЗВ'ЯЗКУ У МОБІЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ 404

Сорокатий М.І., Білаш О.В., Величко Л.Д.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ 405

Сорокін Д.М., Яровенко О.Г., Медведєв Г.А., Полигалов Д.О.

ЩОДО СТВОРЕННЯ БАЗИ СИГНАТУР СИГНАЛІВ ДЖЕРЕЛ ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРОТИВНИКА 406

Стах Т.М., Куричук О.А., Сідор Р.І., Баган В.Р., Хаустов Д.Є., Настишин Ю.А.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ ЦІЛІ ЗА ЇЇ РОЗМІРНИМИ ОЗНАКАМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ 407

Степанов С.С., Ковба М.В., Кадиляк А.Т.

НРК І СИСТЕМИ ДВОСТОРОННЬОГО ВОГНЕВОГО КОНТАКТУ 408

Стеценко С.М., Дорохов О.М.

НФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЇ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 409

Стрельбіцький М.А., Хоптинський Р.П.

АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ КОНКУРСНОГО РЕЙТИНГУ КАНДИДАТІВ У ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ 410

Сусол Ю.Н., Годебський В.П., Сусол Н.Ю.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРОТИДІЇ ІПСО ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ЗСУ В УМОВАХ ВІЙНИ З РФ 411

Теслюк В.М., Цмоць І.Г., Опотяк Ю.В., Бударецький Ю.І.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТА ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ 412

Теслюк В.М., Цмоць І.Г., Ткаченко Р.О., Опотяк Ю.В.
НЕЙРОПОДІБНИЙ КРИПТОГРАФІЧНИЙ ЗАХИСТ ДАНИХ З НЕЛІНІЙНИМИ МІЖНЕЙРОННИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ 413

Тишко С.О., Макаренко Р.Г., Міщенко Я.С.
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА АЗИМУТАЛЬНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РУХОМИХ ПЛАТФОРМ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ В РЕЖИМАХ НА ЗАЗДАЛЕГІДЬ ПІДГОТОВЛЕНИХ ПОЗИЦІЙ 414

Торшин В.В., Литвин В.В., Аніщуков І.В.
АВТОМАТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІЗОЛЯЦІЯ ДАНИХ В ІКС 415

Трач І.Б., Лизун М.В.
МОБІЛЬНИЙ МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ПОСТ НА БАЗІ ESP32 З ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ ТАКТИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ 416

Трач І.Б., Трач Х.І.
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ПІДСВІЧУВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ ДЛЯ КАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ З КЕРУВАННЯМ НА БАЗІ ДАТЧИКА ОСВІТЛЕНОСТІ ТА АЧХ 417

Трофимов І.М, Маляренко О.С, Ващиліна К.С., Кучер К.О.
ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИВНИКА 418

Троцько О.О., Драглюк Ю.Ю.
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ І ВПРОВАДЖЕННЯ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 419

Туленко І.М., Індик С.В.
ФОРМУВАННЯ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ КОГНІТИВНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ЗАВАДОВОГО СЕРЕДОВИЩА 420

Устенко І.І.
ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ МОВЛЕННЯ 421

Фтемов Ю.О., Ліщинська Х.І., Войтович М.І., Сеник А.П.
ГІБРИДНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ У ТАКТИЧНОМУ УПРАВЛІННІ 422

Хардель Р.З., Холін В.М., Таран В.І., Лячин С.В.
ЦИФРОВА ЕКОСИСТЕМА ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ В УКРАЇНІ 423

Холін В.М., Хардель Р.З., Таран В.І., Лячин С.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ У СИСТЕМІ ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ 424

Худов Г.В., Ківшар О.А., Богуцький С.М.
ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ DEEP STRIKE БПЛА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ ЕЛІТНИХ МУРАХ 425

Цмоць І.Г., Теслюк В.М., Опотяк Ю.В., Бударецький Ю.І., Рабик В.Г.
АВТОНОМНЕ НЕЙРОНЕЧІТКЕ УПРАВЛІННЯ РУХОМ НАЗЕМНОЇ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ 427

Чепков І.Б.
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВНЕСКУ УКРАЇНСЬКИХ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ У БАГАТОШАРОВІЙ СИСТЕМІ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ КОАЛІЦІЙНИХ СИЛ 428

Чернозубкін І.О., Потрап О.А., Сергієнко А.О.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ (СИЛАМИ) 429

Чорняк І.І., Гелета С.М.

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БпЛА У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ 430

Чорняк І.І., Давіденко С.В., Заєць Я.Г., Колесник В.О.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ЧИННИК СТРАТЕГІЧНОЇ ПЕРЕВАГИ 431

Шандрівський А.Г.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ ЯК ЕЛЕКТРОДІВ У КОМІРКАХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ АДМІТАНСУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІДИН 432

Шандрівський А.Г., Гаврилюк Б.М.

АВТОМАТИЗОВАНА ESP32-СИСТЕМА ДЛЯ ТЕРМОЦИКЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ КОМПЛЕКСНОГО АДМІТАНСУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІДИН 433

Шармін В.В., Бойчук Б.М.

LTE МЕРЕЖІ ЗС УКРАЇНИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСУ ЗАСОБІВ STARLINK 434

Шевченко Ю.А., Хижняк І.А., Платонов М.О.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ МАЛОПОМІТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ SDR-ПРИЙМАЧІВ 435

Шинкаренко Х.Ю., Несміян О.Ю.

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ В АСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 436

Hrubel M.H., Huzyk N.M., Nahornyi M.S.

THE SAATY METHOD AS A TOOL FOR SELECTING THE ARCHITECTURE OF AN AUTOMATED TROOP COMMAND AND CONTROL SYSTEM 437

Kharchenko I.V., Lysechko V.P.

THE QOFDM-SP METHOD FOR CHANNEL-WISE BALANCING OF FREQUENCY POSITIONS IN AN ENSEMBLE OF QOFDM SIGNALS 438

Makovskyi I. Yu.

PRINCIPLES OF ADAPTING THE NATIONAL SYSTEM OF REGULATORY DOCUMENTS ON TECHNICAL INFORMATION PROTECTION TO A RISK-BASED INFORMATION SECURITY MANAGEMENT MODEL IN INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS 439

Nahornyi M.S., Huzyk N.M., Sokulska N.B.

MULTI-CRITERIA ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE BASED ON THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS 440

Okipniak D., Okipniak A.

THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN CADET TRAINING: ADAPTIVITY, SIMULATION AND DATA ANALYTICS 441

Panimatka V., Lysechko V.

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR FORMING COMPLEX SIGNAL ENSEMBLES BASED ON AN ADAPTIVE STRUCTURAL CONSISTENCY CRITERION 442

Parashchuk L.Ya.

CLOUD TECHNOLOGIES IN AUTOMATION OF DECISION-MAKING PROCESSES IN THE MILITARY SPHERE 443

Parashchuk L.Ya.

TRANSFORMATION OF MILITARY MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON NATO STANDARDS AND MODERN TECHNOLOGIES 444

Rieznikova O., Pohasii M., Lernatovych A.

ESSAY OF AN INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT SYSTEM FOR THE TRAINING OF ENGINEERING AND TESTING PERSONNEL FOR WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT 445

Rieznikova O., Storozhenko O., Chebakova O., Chemerys V.

A QUALIMETRIC MODEL FOR ASSESSING THE COMPETENCIES OF A TEST ENGINEER... 446

Steiskal A.B.

KEY PROVISIONS OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO BUILDING AN ELECTROMAGNETIC WARFARE SYSTEM FOR ASYMMETRIC RESPONSE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE TO MILITARY SECURITY THREATS 447

СЕКЦІЯ 4

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 449

Авілов А.І., Грічанюк О.М., Капашин М.С., Артюнов С.В.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ У КОНТЕКСТІ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ В БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ 449

Андреєва Л.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ В УКРАЇНІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЇХ У СУЧАСНОМУ ВОЄННОМУ КОНФЛІКТІ 450

Атамась Р.О., М'ячиков В.С., Береза П.В.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 452

Афанасьєв В.В., Пужай-Череда С.К., Коробецький О.В.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД УДАРНИХ РАЗОВИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СВІТОВОГО ДОСВІДУ 453

Баган В.Р., Міщенко М-О.О., Закревський А.А., Сенаторов В.М.

РЕБ І ТАНКОВИЙ ЗАХИСТ ФОРМУЮТЬ НОВЕ ПОКОЛІННЯ МАЛОПОМІТНИХ FPV-ДРОНІВ 454

Баландін М.В., Білокопитов Б.В., Горбач М.П.

ДОСЯГНЕННЯ ТА УТРИМАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВАГИ У ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 455

Баландін М.В., Білокопитов Б.В., Горбач М.П.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНИХ УМОВАХ 456

Башнянин О.В., Тимощук Ю.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ.... 457

Березняк А.М., Кушніренко О.В., Коханівський Р.Р.
НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ 458

Бисов А.С., Сап'яненко М.О., Огородник І.В., Онищук О.Р.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В МІСЦЯХ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ВІД КОМАХ У ВЕСНЯНО-ОСІННІЙ ПЕРІОД ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА 459

Бідник І.І.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ В ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬКАХ 460

Білаш О.В., Врублевський І.Й.
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОН ВИДИМОСТІ БпЛА В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ 461

Білик А.С., Ніколаєв К.Д.
МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МОНІТОРИНГУ НЕВІДОМИХ БПЛА ТА АЕРОКОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ 463

Білокопитов Б.В., Шабатура Ю.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ 464

Богачов С.О., Сенькович А.М., Коханівський Р.Р.
ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ (БпАК) ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ) 465

Бокачов С.В., Циганков П.М., Варванець Ю.В.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ВІД УДАРІВ БпЛА 466

Бондарук А.Б., Радзіковський С.А., Колесник В.О.
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТАНКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З АВТОНОМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ 467

Боярський О.В., Дзюбчук Р.В., Піонтківський П.М.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МІНУВАННЯ 468

Брановицький В.В., Орищук І.О.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БпЛА ДЛЯ ЗАЛИСТУВАННЯ ПРОТИВНИКА В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ 469

Бричинський О.В., Балога В.Т.
ТРАНСФОРМАЦІЯ БОЙОВИХ ДІЙ ПІД ВПЛИВОМ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ..... 470

Василішин Д.В.
ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РАДІОКАНАЛІВ ПРИЙОМУ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ З БОРТА НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ВІД АКТИВНИХ ШУМОВИХ ЗАВАД 471

Васильченко Д.О., Ігнатов О.П., Понікарчик В.В., Бутузкін І.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ) У СИСТЕМІ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 472

Волков А.Ф., Стадніченко В.Г., Терлецький Б.Ю.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ У ХОДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ 474

Вотяков О.О., Кручковський О.Л., Колпаков Д.Г., Мамайсур Р.М.

НАПРЯМИ ЗБІЛЬШЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ДІЙ БпЛА, ЯКІ ДІЮТЬ ІЗ ЗАСІДКИ, З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ POWER-OVER-FIBER 475

В'юнов О.Є., Марутін В.М.

АЛГОРИТМ ДІЇ ІНЖЕНЕРНО-РОЗВІДУВАЛЬНОГО ДОЗОРУ ПРИ ВИЯВЛЕННІ НА МІСЦЕВОСТІ УДАРНИХ БпЛА ПРОТИВНИКА АБО ЇХ ЗАЛИШКІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ З МЕТОЮ ОБЛАШТУВАННЯ ПОЗИЦІЇ ПІЛОТІВ 476

В'юнов О.Є., Марутін В.М.

АНТИДРОНОВІ ПЛАЩІ (АНТИТЕПЛОВІЗІЙНІ КОМПЛЕКТИ) ЯК ЗАСІБ ТАКТИЧНОГО МАСКУВАННЯ ТА ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИМ І УДАРНИМ ДРОНАМ ВОРОГА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ, ФОРТИФІКАЦІЇ, МАСКУВАННІ У НІЧНИЙ ЧАС 477

В'юнов О.Є., Надос В.О.

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ МЕХАНІЗОВАНОГО БАТАЛЬЙОНУ В ОБОРОННОМУ БОЮ. KILL ZONE ТА ІНЖЕНЕРНА КОМПОНЕНТНА СКЛАДОВА 478

Гаєвський С.О., Краснодубець А.І.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ (БеНК) 479

Галицький Д.В., Ярема В.А.

ВИКОРИСТАННЯ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ У ЛОГІСТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТА ЕВАКУАЦІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ АВТОНОМНОСТІ ВІЙСЬК 480

Галкін О.Б., Железник О.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 482

Герасим І.Д., Кучер М.В.

ПІДВИШЕННЯ АВТОНОМНОСТІ НРК, ВРАХОВУЮЧИ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ ВИДІВ АКБ 483

Геращенко М.М., Дубок О.С., Зелений П.В., Пойда Р.В.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ НЕСПРАВНОСТЕЙ БпАК ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ ІНСТРУКЦІЇ 484

Геращенко М.О., Кривенко М.В.

МЕТОДИЧНА ОСНОВА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ПЛАТИ ІНІЦІАЦІЇ БОЄПРИПАСІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТИПУ FPV 485

Геращенко М.М., Місайлов В.Л.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПЕРЕШКОДОВОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ СУЧАСНИХ БпАК 486

Германенко Л.М., Іванов Д.А.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕШ-МЕРЕЖ У КЕРУВАННІ БпЛА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПРОТИДІЇ 487

Гнатуш А.Р., Залуцький Я.М.

ОПИС КАНАЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОРОЖИМИ БпЛА НА ОСНОВІ MESH-МОДЕМУ СЕРІЇ ХК 488

Голубовська О.М., Кузьменко Р.В., Казан Е.М.

ЕВАКУАЦІЯ ПІД ВОГНЕМ: ІНТЕГРАЦІЯ БРОНЕКАПСУЛ У НАЗЕМНІ РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ФАКТОР ВИЖИВАННЯ 489

Гомулько В.В., Терещенко М.М.

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АПАРАТАМИ 490

Горбач М.П., Баландін М.В., Білокопитов Б.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УДАРНИХ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У КОНТРБАТАРЕЙНІЙ БОРОТЬБІ 491

Горбачов К.М., Скляр О.В., Куценко В.В.

ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЄДИНОГО ПОНЯТІЙНОГО АПАРАТА З БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 492

Грабчак В.І., Манзяк М.О.

ДОСВІД ЗНИЩЕННЯ ВЕРТОЛЬОТА КА-52 ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ FPV-ДРОНІВ 493

Грабчак З.М., Медведков О.М.

ТАКТИКА ПРОТИДІЇ ДИСТАНЦІЙНОМУ МІНУВАННЮ ЛОГІСТИЧНИХ МАРШРУТІВ ШЛЯХОМ СКИДАННЯ СВП З БпЛА 494

Гречаний М.П., Лазаренко Ю.О., Соннік О.Є.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЗБЕРІГАННЯ ВОДНЮ ДЛЯ ПІДРОЗДІЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 496

Гродзь Н.М., Врублевський І.Й.

ПРОСТОРОВЕ МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ ЯК ФУНДАМЕНТ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТОРА БпЛА 497

Демідчик Ф.А.

ВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 498

Дмитренко Р.І., Галицький Д.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В СУЧАСНИХ УМОВАХ 499

Дуфанець І.Б., Зеленюх О.М., Голубовська О.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ 500

Дюков І. М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНОМУ ЗБРОЙНОМУ КОНФЛІКТІ 501

Єфімов Г.В., Скиданенко В.В.

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА РОЗВИТОК СПРОМОЖНОСТЕЙ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СИЛАХ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ 502

Жарков Я.А., Василішин Д.В., Давлетов А.Р., Симоненкова І.В.

ЗАХИСТ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВІД ШУМОВИХ ЗАВАД НА ОСНОВІ АДАПТИВНОЇ ОБРОБКИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ СИГНАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ DS-CDMA 503

Журба К., Калашник В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ДОНАВЕДЕННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 504

Задорожний В.П.

ПРО СПІЛЬНУ РОЗРОБКУ АМЕРИКАНО-ІЗРАЇЛЬСКОГО ДРОНА БЕЗ КРИТИЧНИХ КИТАЙСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ..... 505

Задорожний І.І., Головко Ю.М.

СИСТЕМА АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ ПРОТИДІЇ FPV-ДРОНАМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 506

Заріцький О.В., Стешенко П.М., Поляков А.Ю., Заріцький І.В.

КЛАСИЧНІ АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ТРЕКІНГУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ СПЕКТРА 507

Іванишин М.І., Ленівий О.Ю., Перемибіда І.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 508

Казан П.І., Корольова О.В., Хахула В.В.

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ДИНАМІКИ БОЮ..... 509

Казан П.І., Хахула В.В., Корольова О.В.

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У ШТУРМОВИХ ДІЯХ..... 510

Каламурза О.Г., Мацько А.В.

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ І МЕДИЧНИХ ЗАВДАНЬ 511

Камак М.Д., Казимир В.В., Камак Д.О.

МУЛЬТИКЛАСОВА ДЕТЕКЦІЯ FPV-ДРОНІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ 513

Караванов О.А., Горбенко С.В.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗВІДЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 514

Карєв А.І., Мірошніченко М.Д., Лебедєв В.В., Данченко Ю.М.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ “ВІЙНИ ДРОНІВ” 515

Карєв А.І., Фам В.А., Черкашина Г.М., Данченко Ю.М.

ГІДРОФОБНІ ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВІД ОБЛЕДЕНІННЯ 516

Карєв А.І., Шкаєв К.С., Курнаков О.С.

АКУСТИЧНІ СИСТЕМИ СПРЯМОВАНОГО ВПЛИВУ ЯК ПРОТИДІЯ ОПТОВОЛОКОННИМ БЕЗПІЛОТНИКАМ 517

Каштелян С.О., Ширкунов О.Д.

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ПАТРУЛЮВАННІ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ ТА ВИЯВЛЕННІ ПРАВОПОРУШНИКІВ 518

Кіцера А.О., Сєчко О.І., Кочан Р.В.
МЕТОД ЛОКАЦІЇ НАДЗВУКОВИХ ЦІЛЕЙ АКУСТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ 519

Ковба М.В., Голубовська О.М., Подолюк В.М.
ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 520

Ковба М.В., Миколайчук В.В., Степанов С.С.
ОЦІНЮВАННЯ ОПЕРАТОРА БЕЗПІЛОТНОГО НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ..... 521

Ковба М.В., Шаталов О.Є., Миколайчук В.В.
ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОСВІДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 523

Кожушко Я.М., Спірін Д.А.
ПОБУДОВА МАРШРУТУ ПОЛЬОТУ БпЛА ІЗ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ НАВІГАЦІЇ, З УРАХУВАННЯМ УМОВ ВПЛИВУ РЕБ ТА ДІЇ ЗАСОБІВ ППО ПРОТИВНИКА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ 524

Кожушко Я.М., Спірін Д.А., Калмиков О.С.
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ У КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМАХ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ ПОВОРОТУ ТА ЗМІНИ МАСШТАБУВАННЯ ПОТОЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ..... 525

Козлов Д.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 526

Козубцова Л.М., Козубцов І.М.
РОЛЬ, ОБОВ'ЯЗКИ ТА ПЕРСПЕКТИВНА МОДЕЛЬ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БпЛА ДЛЯ СЕКТОРА БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ..... 526

Коломієць В.В., Поринос Є.О.
ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНЗ ЛЮНЕБЕРГА НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ЕФЕКТИВНОЇ ПЛОЩІ РОЗСІЮВАННЯ В КОНТЕКСТІ ПОДОЛАННЯ ЕШЕЛОНОВАНОЇ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ..... 527

Колотело П.О., Головатий Р.М.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 529

Кольченко В.В., Бачурін С.М., Новак В.І.
НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДРОЗДІЛИ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 530

Комаров М.В., М.В. Науменко
КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОМОСТІ ОКРЕМИХ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАТИВНИХ (ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ) УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 531

Коритченко К.В., Столяров С.А., Чернявський О.Ю., Кузьмін В.М.
ЕЛЕКТРИЧНИЙ НІЖ ДЛЯ ПОВІТРЯНОГО ТРАЛЕННЯ ШЛЯХІВ ПРОЛЬОТУ БПЛА НА ОПТОВОЛОКНІ 532

Королько С.В.
ЕФЕКТИВНІ ЗАСОБИ ПРОТИДІЇ ВОРОЖИМ FPV-ДРОНАМ 533

Корчев В.Б., Баратюк В.І., Жиговець А.О.
ПОТЕНЦІАЛ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ІНДУСТРІЇ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 534
Кот В.В., Герасимов С.В., Герасимова О.С., Маліневський В.В.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО КОНТРОЛЮ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛУ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЗАСОБАМИ 535
Кохан В.Ф., Поліщук В.Л.
ТРАНСФОРМАЦІЯ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ В УДАРНІ БЕЗПІЛОТНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ЧИННИК ЗМІНИ ХАРАКТЕРУ БОЙОВИХ ДІЙ 536
Кочан Р.В., Гоц Н.Є., Озірковський Л.Д., Кіцера А.О., Сєчко О.І.
МЕТОД АКУСТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГРУПОВИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ 537
Кравець Ю.В., Кравець Т.М.
ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЦІЛЕЙ ЗА ТЕЛЕМЕТРІЄЮ БпЛА 538
Кривизюк Л.П., Перемибіда Д.О., Перемибіда І.В.
ВИКОРИСТАННЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ УКРАЇНИ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 539
Криволап А.С., Буряк А.А.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ БпАК «VAMPIRE» ... 540
Кудимов С.М., Пономарьов І.Г., Юданов В.А.
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ТА НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОТАЦІЇ ПІДРОЗДІЛІВ 541
Кужель А.О., Рачок Р.В.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ УДАРНИХ БпЛА 542
Кузьменко Р.В., Голубовська О.М.
ІНТЕГРАЦІЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У СИСТЕМУ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 543
Купріненко О.М., Гусляков О.М., Піддубний О.Г.
ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ 545
Куценко В.В., Скляр О.В., Горбачов К.М.
ОСНОВНІ ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІЙСЬКОВИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 546
Лівенцев С.П., Рижов Є.В.
АДАПТИВНЕ КОГНІТИВНЕ УПРАВЛІННЯ РАДІОЛІНІЄЮ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ 547
Літневський Ю.С., Філімонов С.М., Лунькова Г.В.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРЕНАЖЕРНІ СИСТЕМИ В ПІДГОТОВЦІ ОПЕРАТОРІВ БпЛА 548
Ліщинська Х.І., Гузик Н.М., Сеник А.П., Степанюк О.І.
АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ТА ПІДТРИМКИ ТАКТИЧНИХ РІШЕНЬ У БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМАХ 549
Лисий О.О., Фесюк О.В., Хома В.В.
РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ: ТЕХНОЛОГІЇ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ. ВІЙНА МАШИН 550

Лобода Р.І., Пількевич І.А.
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИЧНОЇ ОДОМЕТРІЇ НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ ІЗ СИСТЕМОЮ FPV 552

Лобода Р.І., Піонтківський П.М.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З СИСТЕМОЮ FPV ПІД ДІЄЮ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 553

Лобода Р.І., Піонтківський П.М.
ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ АВТОНОМНИХ РОЙОВИХ СИСТЕМ У МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІ ОПЕРАЦІЇ 554

Лунькова Г.В., Філімонов С.М., Літневський Ю.С.
ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОПОТУЖНОГО МІКРОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ 555

Майданюк В.А., Гончаров В.В., Горобець В.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИМБІОЗУ АЕРОДРОНІВ ТА НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 556

Максимюк А.В., Паліса Ю.С.
КОНЦЕПЦІЯ «РОЮ» БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ ЕШЕЛОНОВАНИХ СИСТЕМ ППО ТА РЕБ 557

Манзяк М.О., Грабчак В.В.
БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ БпАК «PENGUIN C-MIL MK 2» 558

Маркович Б.М., Сеник Ю.А., Ліщинська Х.І., Войтович М.І.
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЗМІЦНЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ 559

Марцінко Н.М., Совік В.В., Бокачов С.В.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПІДРОЗДІЛУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА..... 560

Мельник А.П., Супрун В.О.
ПОГЛЯДИ НА ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРА ЧАСТИНОК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОСТІ ПОЛЬОТУ БпЛА РОЗВІДКИ ТА КОРЕГУВАННЯ ВОГНЮ АРТИЛЕРІЇ 562

Мельник Б.О., Закревський А.А., Сенаторов В.М.
КОНЦЕПЦІЯ «НУЛЬОВОГО СЛІДУ» В УМОВАХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ ВІЙНИ ЗА УЧАСТЮ ДРОНІВ 563

Мельник В.В.
РОЗВИТОК БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ КАТЕГОРІЇ MALE У СПОЛУЧЕНИХ ШТАТАХ АМЕРИКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗАГРОЗ І ТРАНСФОРМАЦІЇ ХАРАКТЕРУ ЗБРОЙНОЇ БОРОТЬБИ 564

Мельник Р.М.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ПІДВОДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОШУКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ (ВНП) 565

Менчук С.В., Стецiв Я.В.
СИСТЕМА ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ..... 566

Микитин В.Ф., Беззубцева Т.Г.

ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ 567

Мільшин С.І.

МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ПОВІТРЯНОГО КОНТРОЛЮ ДІЛЯНОК ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БпЛА 568

Мільшин С.І.

НОРМАТИВНА НЕВРЕГУЛЬОВАНІСТЬ МЕХАНІЗМУ СПИСАННЯ БпЛА, ВТРАЧЕНИХ (ПОШКОДЖЕНИХ) У ПРОЦЕСІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ 569

Мірзоєв В.С., Малюга В.Г., Бачурін С.М., Волков В.П.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА “ГЕРАНЬ-5” ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРОФЕЙНИХ ЗРАЗКІВ 570

Міщенко М.-О.О., Перій П.С.

АНАЛІЗ РОЛІ БпЛА У ЗАСТОСУВАННІ В РАДІОРОЗВІДЦІ 571

Міщенко М.-О.О., Перій П.С.

РОЛЬ УДАРНИХ БпЛА В УМОВАХ ШТУРМОВИХ ДІЙ: ОРГАНІЗАЦІЙНІ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА БЕЗПЕКОВІ АСПЕКТИ 572

Міщенко М.-О.О., Перій П.С.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УДАРНИХ БпЛА 573

Музичак А.З., Горбов О.М., Столярчук Ю.В.

ЗАВДАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ УДАРНИМИ НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ 575

Муковоз О.М.

ПЕРСПЕКТИВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (ШІ) В БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ ТА БЕЗЕКІПАЖНИХ АПАРАТАХ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ 576

Олійник С.Д., Щерба А.А.

МЕТОДИ АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ БпЛА З УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ В СИСТЕМАХ TRN 577

Опалак Д.В., Задорожний В.П.

ПРО РОЗРОБКУ ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 578

Орєхов С.В., Лезік О.В., Корсунов С.І.

УДАРНІ ВЕРТОЛЬОТИ ЗБРОЙНИХ СИЛ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ ТА ЇХ ВЗАЄМОДІЯ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ 580

Павловський О.В., Комаров В.С.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА ДОСВІДОМ ВІДБИТТЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЇ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ 581

Паламарчук Ю.С.

ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У СКЛАДІ НАЗЕМНОЇ КОМПОНЕНТИ ЗДОБУТТЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ 582

Пантєлєєва Н.М., Лайське Є.В.

КОНЦЕПЦІЯ MUM-T ІНТЕГРАЦІЇ БпЛА І ПІЛОТОВАНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА В СИСТЕМІ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЦІЛЬОВИХ ЗАВДАНЬ 584

Пантєлєєва Н.М., Хуторна М.Е., Сиворакша Д.В.
ІНТЕГРАЦІЇ БпЛА В ПРОЦЕСИ SEAD/DEAD ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ MUM-T 585
Пастухов В.В., Прокопенко В.В.
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРОТИВНИКА..... 586
Пашковський В.В.
ФУНКЦІОНАЛ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 587
Перій П.С., Міщенко М.-О.О.
АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ПІДРОЗДІЛІВ УДАРНИХ БпЛА 588
Петрухан Д.А.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ У СФЕРІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ..... 590
Печененко О.М., Ярошенко Я.В., Блискун О.Є.
ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ПРИ СПІЛЬНОМУ БОЙОВОМУ ЗАСТОСУВАННІ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ У ПРОТИПОВІТРЯНІЙ ОБОРОНІ..... 591
Пількевич І.А., Омельчук І.А.
ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БпЛА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЖИВУЧОСТІ..... 592
Подкур О.Р., Ткаченко В.Ю.
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ОБРОБЦІ ДАНИХ ЛІДАРНОГО АЕРОЗНІМАННЯ..... 593
Подстєвой О.В., Репа Р.А., Хоцький І.Г.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 594
Поліщук В.Л.
ІНЖЕНЕРНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВАЖКИХ АГРОДРОНІВ У БОЙОВІ БЕЗПІЛОТНІ ПЛАТФОРМИ..... 595
Поляруш О.І., Маліновський Н.О.
КОНЦЕПЦІЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ТА СТРАТЕГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ З ШІ 596
Попадюк Р.В., Конєв А.В.
ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ 597
Попов А.В., Борцова М.В.
ВИКОРИСТАННЯ ЛЧМ-СИГНАЛІВ ДЛЯ ПОШУКУ РІВНОЇ ДІЛЯНКИ ПОВЕРХНІ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРИЗЕМЛЕННЯ БпЛА 598
Попов М.О., Порохончук О.М., Попова Н.О.
ПИТАННЯ ЩОДО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ 599
Поручник А.В.
РОЗВИТОК АВТОНОМНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ..... 600

Похнатюк С.В., Похнатюк О.В.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМ ПРИЗНАЧЕННЯМ – ВОГНЕВА ЗАСІДКА 601

Раєвський О.В., Заєць Ю.О., Аврамчук О.Є.

СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БпЛА 603

Ринський І. М., Касаткін Є.В.

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ЯК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОГО БОЮ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЗАСТОСУВАННЯ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ 603

Розиєв О.О., Макаренко С.Л.

ВИКОРИСТАННЯ СТАРТОВИХ ПРИСКОРЮВАЧІВ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ 605

Рудніченко С.В., Вовчанівська Н.М., Дегтярьов А.В.

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ 606

Рудніченко С.В., Сівак В.А.

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ 607

Рудько С.О.

БЕЗПІЛОТНІ СИСТЕМИ У ТАКТИЧНІЙ РОЗВІДЦІ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК: ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У 2022–2025 роках 608

Рябенький Д.Р.

БЕЗПІЛОТНІ АВІАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ 609

Салій Д.В., Бедрій Н.А.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ FPV-БпЛА НА ОПТОВОЛОКНІ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 610

Салогор В.В., Шабанов Д.М., Пятова Ю.О.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ 611

Сапон В.І., Харченко О.Л., Кібальник В.М.

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 612

Світенко М.І., Семироз А.О., Костріков О.Л.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРИЙМАЧІВ ГНСС У СФЕРІ ОБОРОНИ 613

Семенюк В.В., Нагачевський В.Й.

ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ЕВАКУАЦІЇ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 614

Сеник Ю.А., Салапак В.М., Ліщинська Х.І.

РОЛЬ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ЛОГІКА» У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНЦІЙ ПРОЄКТУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДУЛІВ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ 615

Сенькович А.М., Богачов С.О., Саутін О.О.

ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНОГО УДАРНОГО БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ТРИВАЛОГО ПЕРЕБУВАННЯ У РЕЖИМІ ОЧІКУВАННЯ..... 616

Середюк А.О., Клюшніков І.М.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ТА АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ АРХІТЕКТУР ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ МУЛЬТИАГЕНТНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ 617

Середюк Б.О.

СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ..... 618

Сікора А.А., Купріненко О.М., Бісик С.П.

РОЛЬ І МІСЦЕ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ ТЕРМОБАРИЧНОЮ БОЙОВОЮ ЧАСТИНОЮ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ З УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА..... 619

Скляров О.Г., Гайдамашко Г.В., Касянчик О.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГКОМОТОРНОЇ АВІАЦІЇ ТА ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ МИ-8 ТА МИ-24 ДЛЯ БОРОТЬБИ З ПОВІТРЯНИМИ ЦІЛЯМИ ТИПУ БПЛА..... 620

Скляров О.Г., Гайдамашко Г.В., Чечет О.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛІ ТАКТИЧНОГО ЛІТАКА-НОСІЯ З ПЕРСПЕКТИВНОЮ ПЛАНЕРУВАЛТНОЮ КОРИГОВАНОЮ АВІАЦІЙНОЮ БОМБОЮ В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ АТ-1 621

Сокульська Н.Б., Гузик Н.М., Ліщинська Х.І.

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ У ПРОЄКТУВАННІ ТА МОДЕЛЮВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ..... 623

Солошенко Ю.В., Громаковський Р.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 624

Сорокатий М.І., Величко Л.Д., Войтович М.І., Білаш О.В.

ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ РОЇВ МАЛИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЯХ..... 625

Стрінада В.В., Іщенко Д.А.

ФАСЕТНА КЛАСИФІКАЦІЯ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ..... 626

Теницький С.О.

КЛЮЧОВІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ..... 627

Тимко А.Ю., Рій В.Б., Пенцак П.В.

ВІЙНА ДРОНІВ: ХТО ПЕРЕМАГАЄ У НОВІЙ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ РЕАЛЬНОСТІ..... 628

Тимощук О.В.

РОЗВИТОК ЗЕНІТНИХ ПРИЦІЛІВ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ДЛЯ ПРОТИДІЇ БПЛА..... 629

Товстохатько Ю.М., Кравець О.А., Іщук С.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 630

Токар А.М., Кухарчук І.В., Моспан А.М.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СКРИТНОСТІ 631

Тристан А.В., Дмітрієв О.М., Шулежко А.В., Шулежко В.В.

ХМАРНО-АГЕНТНА АРХІТЕКТУРА РОЮ БпЛА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР У ВИПРОБУВАННЯХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ 633

Уваров Ю.Г.

НАПІВАКТИВНІ ТА АКТИВНІ СИСТЕМИ ПІДВІСОК ДЛЯ КОЛІСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ 634

Усатий О.А., Горбатий І.В.

МЕТОД АНТИСПУФІНГОВОГО ЗАХИСТУ GNSS-ПРИЙМАЧА БпЛА НА ОСНОВІ РОЗШИРЕНОЇ ВАГОВОЇ ФУНКЦІЇ З DOA-ВЕРИФІКАЦІЄЮ ТА ЕФЕМЕРИДНИМ КОНТРОЛЕМ 635

Файфура М.В., Задорожний В.П.

ПРО РОЗРОБКУ БОЙОВОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ “ХИЖАК” ЯК МИСЛИВЦЯ ЗА ДРОНАМИ 636

Філімонов С.М., Лунькова Г.В., Літневський Ю.С.

СТАТИСТИЧНІ ДАНІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПІДГОТОВЦІ ОПЕРАТОРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 637

Фтемов Ю.О.

ДРОНІЗАЦІЯ ВІЙНИ: ВПЛИВ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЛОГІСТИКУ 638

Хаустов Д.Є., Хаустов Я.Є., Вергун В.А.

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КАНАЛІВ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО КЛАСУ 639

Хахула В.В., Казан П.І., Корольова О.В.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА РАХУНОК ОСНАЩЕННЯ ЇХ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ 640

Хахула В.В., Купріненко О.М.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕЛІКУ ЗАВДАНЬ, ЯКІ ПОКЛАДАЮТЬСЯ НА БЕЗПІЛОТНІ НАЗЕМНІ КОМПЛЕКСИ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ 641

Цегельник В.В., Задорожний В.П.

ПРО РОЗРОБКУ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БпЛА НА ПОЛІ БОЮ 642

Чепкій В.В., Скачков В.В., Єфимчиков О.М., Набок В.К.

РОЗВИТОК ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОКАНАЛІВ БЕЗПІЛОТНОЇ КОАЛІЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СЦЕНАРІЯХ ПРИХОВАНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ 643

Черевко П.С.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛІВ БпЛА 645

Чередніков О.М.

РОЛЬ КЛАСИФІКАЦІЙ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У АНАЛІЗІ ЇХНЬОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВ 646

Чимбанга Е.К., Кривцун В.І.

МЕТОДОЛОГІЯ ВІДБОРУ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ 647

Чимбанга Е.К., Шевага В.В.

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТІ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ: СКЛАД, СТРУКТУРА ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ 648

Чорномаз О.О., Костюк С.О.

ОРГАНІЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ЗА НАПРЯМОМ БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 649

Чумакевич В.О., Пулеко І. В.

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ «МЕХАНІЧНОЇ РУКИ» В НАЗЕМНИХ БАГАТОЦІЛЬОВИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМАХ 650

Чумаченко С.М., Перескоков В.О., Логвиненко М.М.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ НАВЕДЕННЯ КАБ В ІНФОРМАЦІЙНІЙНОМУ ПОЛІ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ЗАСОБАМИ УРАЖЕННЯ 651

Шабатура Ю.В., Залипка В.Д.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ СУЧАСНИХ ВОЄН 652

Шкурпіт О.М., Бачинський В.В., Абрамов С.В., Небесний С.О.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ "СВІЙ-ЧУЖИЙ" В РАЙОНІ ІНТЕНСИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 653

Шулежко А.В., Матющенко В.Г., Шулежко В.В.

АДАПТИВНЕ РОЛЬОВЕ УПРАВЛІННЯ РОЄМ БПЛА ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИГНАТУР У ВИПРОБУВАННЯХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОВТ 654

Щерба А.А., М'ячиков В.С., Атамась Р.О.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАЄКТОРІЇ ДЛЯ БпЛА З ВИКОРИСТАННЯМ TERRAIN REFERENCED NAVIGATION 655

Юркевич Р.М., Болкот П.А.

МІЖНАРОДНА "КОАЛІЦІЯ ДРОНІВ" ЯК ЦЕНТР ОБОРОННИХ ІННОВАЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ ... 657

Яблонський І.М.

ЩОДО ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ 658

Ярмольчик М.О., Молчанов Д.Б.

РОЗВИТОК МАЛОГАБАРИТНИХ БпАК У 2026 РОЦІ 659

Ярощук В.В., Галкін Ю.О., Токар О.А.

ДРОНИ УКРАЇНИ: РОЗВИТОК ТА РОЛЬ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ 660

Korolova O., Kazan P., Khakhula V.

A VARIANT FOR EVALUATING THE EMPLOYMENT EFFECTIVENESS OF A TANDEM "ROBOT DOG AND NANO-UAV" SYSTEM 661

Nahornyi M.S., Bilash O.V., Lishchynska Kh.I.

THE SAATY METHOD FOR SELECTING PROMISING UAVs FOR THE ARMED FORCES OF UKRAINE BASED ON THE EXPERIENCE OF MODERN WARFARE 662

Onyshchenko M.V., Onyshchenko V.A.

TRANSFORMATION OF THE CHARACTER OF COMBAT OPERATIONS AND DEVELOPMENT TRENDS OF UNMANNED SYSTEMS IN THE RUSSIAN–UKRAINIAN WAR 663

Onyshchenko V.A., Pashchetnyk O.D., Onyshchenko, M.V.

METHOD FOR ENHANCING THE SURVIVABILITY OF EXTERNAL CREWS OF UNMANNED SYSTEMS (COMPLEXES) 664

Orlov V.V., Korkina N.O., Zharikov S.I.

MULTIMODAL COMBAT IDENTIFICATION FOR UNMANNED SYSTEMS IN HIGHLY CONTESTED ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS 665

Yarovyi V.S., Denisova V.V.

METROLOGICAL SUPPORT FOR ROBOTISED GROUND-BASED SYSTEMS 667

СЕКЦІЯ 5

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 668

Аборін В.М., Бурашніков О.О., Саврун Б.Є.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МІНУВАННЯ ТА РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ 668

Алеханов В.О., Кирильчук В.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 669

Балога В.Т., Бричинський О.В.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 670

Бардин Т.П., Дробенко Б.Д., Болкот П.А.

ОБРОБКА ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ПРОДУКУВАННЯ ВИРОБІВ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ 671

Березовський А.І., Сухар В.В., Махнюк О.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СПОРУД ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ 673

Бідник І.І.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК 674

Бойко О.Д., Рощин В.О., Аборін В.М.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ, ВИРОБНИЦТВО ТА ЗАСТОСУВАННЯ І БпНК 675

Бурашніков О.О., Саврун Б.Є., Цупін Г.В.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МАКЕТІВ ОВТ - ОСНОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДРОЗДІЛІВ У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ВІЙНІ 676

Ванкевич П.П., Дробенко Б.Д., Годебський В.П.

ПАСИВНІ ТА АКТИВНІ СПОСОБИ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ОВТ ВІД ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА 677

Войтович М.І., Величко Л.Д., Сорокатий М.І., Білаш О.В.

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОНКОСТІННИХ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ СКЛАДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ 679

Волох О.П., Кречко М.В.

РОЗВИТОК БОЙОВИХ ІНЖЕНЕРНИХ МАШИН ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ У СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ 680

Галкін О.Б., Железник О.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 681

Глова Т.Я., Ковальчук Р.А., Глова Б.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОАКСІАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН 682

Голішевський І.Л., Нетребко В.Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙНІ .. 683

Головатий Р.М., Колотело П.О.

ВПРОВАДЖЕННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ 684

Голушко С.Л., Андрієнко А.М., Кривцун В.І.

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНІЦІАЦІЇ ОСКОЛКОВИХ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ ДЛЯ УРАЖЕННЯ БпЛА З УРАХУВАННЯМ ТРАЄКТОРНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦІЛІ 685

Гродзь Н.М., Врублевський І.Й.

ЕВОЛЮЦІЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 686

Гузик Н.М., Величко Л.Д., Сокульська Н.Б.

ДИНАМІЧНО-АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ВІД УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 687

Гузик Н.М., Грубель М.Г., Ліщинська Х.І.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПОРУД ДЛЯ ПРОТИДІЇ СУЧАСНИМ ЗАСОБАМ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ 688

Гузик Н.М., Ліщинська Х.І., Нагорний М.С.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАРАДИГМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ТА КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ФАХІВЦІВ 689

Давидов Д.О.

МІННО-ПОШУКОВІ КІНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЯК ДОПОМІЖНИЙ ЗАСІБ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 691

Дачковський В.О.

ШНЕКО-НОЖОВИЙ ТРАЛ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ 692

Дяков С.І.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИСТУ СТОЯНОК АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ НА ВІЙСЬКОВИХ АЕРОДРОМАХ ШЛЯХОМ ЗВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ 694

Ємельянов О.В, Погребняк Т.Д.

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 695

Заліско І.І., Гімбер С.М.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ МОБІЛЬНИХ КРАНІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ШАСІ ДЛЯ УМОВ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ: СТРУКТУРНА НАДІЙНІСТЬ, БАЛІСТИЧНИЙ ЗАХИСТ І ЖИВУЧІСТЬ 696

Зварич А.Я., Баранов Ю.М., Баранов А.М.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ СЕНСОРІВ З ВБУДОВАНОЮ САМОДІАГНОСТИКОЮ 697

Зиков В.Г., Бондарчук С.В., Черняхівський І.В.

СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 698

Іваницький Я. Л., Андрейко І. М., Оборнєв І.С., Малюк В.М.

ТЕХНОЛОГІЯ КЕРОВАНОЇ ФРАГМЕНТАЦІЇ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ВНАСЛІДОК РУЙНУВАННЯ ВИБУХОМ 699

Каторгін О.М., Лазурко О.В., Зорькін М.Є., Стрімовський С.В., Фолунін С.О.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО ВИГОТОВЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ БРОНЬОВАНИХ РЕМОНТНО-ЕВАКУАЦІЙНИХ МАШИН ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ 700

Кирильчук В.Ю., Алеханов А.О.

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ 701

Ковальчук С.В., Баранов А.М., Баранов Ю.М.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ…… 702

Колос О.Л., Баранов Ю.М.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З МАСКУВАННЯ ВІЙСЬК ТА ОБ'ЄКТІВ 704

Колос Р.Л., Ковальов Г.Г.

САМОРОБНІ РІЧКОВІ МІНИ ДЛЯ ПЕРЕШКОДЖАННЯ ВИКОРИСТАННЮ ПРОТИВНИКОМ ВОДНИХ ПЕРЕШКОД 705

Королько С.В.

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ЗАХИСНИХ УКРІПЛЕНЬ ТИПУ ХОББІТ-ХАУС З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕМПФЕРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ 706

Корольов О.О.

ЗАСТОСУВАННЯ БпАК ТА НРК ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ НЕВИБУХОВИХ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ 707

Костащук М.М., Матвєєв Л.І., Кравченко В.Л., Смірнов О.П.

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОЮ ТЕХНІКОЮ 708

Купріненко О.М., Карвацький Б.О., Яремчук А.В., Кмін В.О.

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ МІННО-ВИБУХОВИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ 709

Ларіонов В.В.

ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ СЕНСОРИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАРІВ І ЧАСТОК ОТРУЙНИХ (ВИБУХОВИХ) РЕЧОВИН 710

Ластавчук Р.І.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ УНІФІКОВАНИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ.....711

Ластавчук Р.І., Гуляєв А.В.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛІКУ ПІДСИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 712

Ліщинська Х.І., Гузик Н.М., Сокульська Н.Б., Сеник А.П.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЗАСОБАХ ІНЖЕНЕРНОГО РОЗГОРОДЖЕННЯ НА ОСНОВІ БАЙЄСІВСЬКОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ..... 713

Ломов А.О., Кирильчук В.Ю.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ..... 714

Ломов А.О., Ющук А.М.

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РОЗРОБКИ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ 716

Лук'янець О.В., Барченко С.В., Озеран Г.П.

АКТУАЛЬНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБШИВКИ ОДЯГУ КРУТОСТІ ТРАНШЕЙ (ХОДІВ СПОЛУЧЕННЯ) В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 717

Ляшенко В.А., Кузнецов В.О., Мішок А.А., Ільчишин В.В.

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗОВАНОГО (ГУМАНІТАРНОГО) РОЗМІНУВАННЯ 718

Ляшенко В.А., Мішок А.А., Дирман Ю.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ..... 719

Майданюк В.А., Вознюк В.В., Вахнін О.В.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ ПІРОПАТРОНІВ 720

Маліновський Н.О., Шпак С.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ СИСТЕМ МАСКУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 721

Мартинюк І.М., Шматов Є.М.

ВІД СТАТИЧНОГО БАР'ЄРА ДО АКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТА БОЮ: ЕВОЛЮЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ..... 722

Матвєєв Г.А., Кліщ Б.М.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ..... 723

Мельник Р.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ: ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТИКОВИХ ПОНТОНІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ТАКТИЧНИХ ПЕРЕПРАВ У СУЧАСНОМУ БОЮ 724

Надос В.О., В'юнов О.Є., Стаднічук О.М.

СПОСОБИ І ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ)..... 725

Одосій Л.І., Мостовик О.В.

МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПУНКТІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ В НАПРЯМІ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА АВТОНОМНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ 726

Олійник О.К., Клюшніков І.М., Фурманов К.К.

РОЗРОБКА КРИТЕРІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ШЛЯХІВ ДЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ПРОСТОРАМИ, ЗАБРУДНЕНИМИ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИМИ ПРЕДМЕТАМИ 728

Оніщенко О.О.

КОНСТРУКТИВНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАТУР АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ..... 729

Орлов О.В., Шпак В.О.

МАРКУВАЛЬНИК ДЛЯ САПЕРА: КОМПАКТНИЙ МЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ШВИДКОГО МАРКУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ДІЛЯНОК..... 730

Резуненко Д.О., Герчак Д.Б.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІД ПАСИВНИХ ЗАСОБІВ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ БОЙОВИМ ПРОСТОРОМ 731

Рощин В.О., Мельник В.І., Бойко О.Д.

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА СПЕЦІАЛЬНА ІНЖЕНЕРНА ТЕХНІКА НА ДИСТАНЦІЙНОМУ КЕРУВАННІ – ВАЖЛИВА СКЛАДОВА СУЧАСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДТРИМКИ ДІЙ ВІЙСЬК..... 732

Саврун Б.Є., Аборін В.М., Цупін Г.В.

АКТУАЛЬНІСТЬ НА ПОРЯДКУ ДЕННОМУ СЬОГОДНІ ТА ПЕРСПЕКТИВА НА МАЙБУТНЄ ВІЙСЬКОВОЇ ФОРТИФІКАЦІЇ..... 734

Селезенєв А.П.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ (2022–2026 рр.) 735

Стаднічук О.М., Якубейко В.В.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТРУБНИХ ПЕРЕХОДІВ 736

Старцев В.В., Леках А.А., Міхальова Л.В.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ВОДООЧИСНИХ УСТАНОВОК ТА ПРИЛАДІВ У СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ..... 737

Теницький С.О.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ ФОРТИФІКАЦІЙ ЯК СКЛАДОВОЇ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ..... 738

Фарбота А.І.

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРОРИВУ ОБОРОННИХ РУБЕЖІВ ПРОТИВНИКА 739

Цибуля С.А.

ДУАЛІЗМ РОЗВИТКУ МАСКУВАЛЬНИХ МАЛЮНКІВ: ПОЄДНАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ТА АЛГОРИТМІЧНОЇ НЕПОМІТНОСТІ 740

Чмир М.С.

МІКРОЕЛЕКТРОНІКА – ОСНОВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ МІН..... 741

Шабатура Ю.В., Поповченко О.М.

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІБРОАКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ..... 743

Шандрівський А.Г.

ОЧИЩЕННЯ ВОДНЮ ТА СЕНСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ ВАНАДІЮ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ..... 744

Шевчук В.М.

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 745

Шеремета О.Р., Чмир М.С.

ВПЛИВ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ НА ОРГАНІЗАЦІЮ ЕВАКУАЦІЇ ПОШКОДЖЕНОЇ ТЕХНІКИ 746

Шпак С.В., Маліновський Н.О., Федчук Л.В.

РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ РОЗМІНУВАННЯ ROCUS ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ 747

Шпак С.В., Фещин В.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНЖЕНЕРНА ПЛАТФОРМА CAT 323 HEX. ВІД ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДО ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАНННЯ ЗАВДАНЬ 748

Ющук А.М., Кирильчук В.Ю.

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ 749

Baranov A.M.

CAMOUFLAGE AND DECEPTION IN FORTIFICATION SUPPORT: ENHANCING SURVIVABILITY AND OPERATIONAL EFFECTIVENESS 750

Baranov Y.M.

EFFECTIVENESS OF SMALL-SIZED GROUND ROBOTIC SYSTEMS FOR REMOTE MINE/C-IED CLEARANCE: TECHNOLOGICAL, OPERATIONAL AND ORGANIZATIONAL ASPECTS 751

Fedchuk L.V., Shpak S.V.

SPECIFICATIONS FOR A MULTI-SERVICE MOBILE MAINTENANCE SUITE FOR UNMANNED GROUND SYSTEMS 752

Melnyk R.M., Baranov A.M.

FORTIFICATION SUPPORT IN MODERN COMBAT OPERATIONS: CHALLENGES AND PRIORITIES FOR THE SECURITY AND DEFENSE FORCES OF UKRAINE 753

Melnyk R.M., Baranov Y.M.

REQUIREMENTS FOR EMPLOYING ROBOTIC SYSTEMS IN OVERCOMING ENGINEER OBSTACLES AND COUNTER-IED OPERATIONS 754

Okipniak D., Okipniak A.

THE TRANSFORMATION OF MILITARY ENGINEER TRAINING IN THE CONTEXT OF DIGITALISATION AND THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CURRENT ENVIRONMENT 755

ЗАКЛЮЧНЕ СЛОВО НАЧАЛЬНИКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО ПОЛКОВНИКА РОМАНА КАЧУРА 757

ЗМІСТ 758

Наукове видання

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції

(Львів, 14-15 травня 2026 р.)

Редакційна група за якість матеріалів відповідальності не несе. Матеріали доповідей авторів надано відповідно до заявок на участь у конференції.

Дякуємо вельмишановним авторам за дотримання рекомендованого шаблону та обсягу виступів.

Формат 60х90 $^{1}/_{8}$. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman
Ум. друк. арк. 101,25
Замовлення

Видавець та виготовлювач – Національна академія
сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного
79026, м. Львів, вул. Героїв Майдану, 32
тел.: (032) 258-44-12

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3939 від 14.12.2010 р.