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 2025 р.)

Львів
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного
2025

УДК 623:355.31 (063)
П 27

Рекомендовано до друку рішенням
Вченої ради Національної академії сухопутних військ
(протокол від 28.04.2025 р. № 15)

П 27 **Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ**: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 14-15 травня 2025 р.). – Львів: НАСВ, 2025. – 403 с.

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)

**© Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, 2025**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

ГУСАК Ю.А., д-р військ. наук, проф. (НУОУ, м. Київ, Україна)
СЛЮСАРЕНКО А.В., д-р іст. наук, проф. (ЖВІ, м. Житомир, Україна)
ЧЕПКОВ І.Б., д-р техн. наук, проф. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 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)
ЗОВІСЛО-ГРЮНЕВАЛД Н., д-р габіліт., проф. (Мюнхенський університет федеральних ЗС, Німеччина)
КАВАЛЕК А., д-р габіліт., проф. (Військовий технологічний університет, м. Варшава, Польща)
КЕРШИС Р., д-р габіліт., проф. (Каунаський технологічний університет, м. Каунас, Литва)
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)
ВОЛОЧІЙ Б.Ю., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів, Україна)
ЗУБКОВ А.М., д-р техн. наук, старш. наук. співроб. (НАСВ, м. Львів, Україна)
КРИВЦУН В.І., д-р техн. наук, старш. наук. співроб. (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)
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)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ГРАБЧАК В.І., д-р техн. наук, проф. (НАСВ, м. Львів)
ХАУСТОВ Д.Є., канд. техн. наук, ст. дослід. (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
БАЛІЦЬКИЙ Н.С., д-р філос. (НАСВ, м. Львів)
ПАРТИКА О.Д. (НАСВ, м. Львів)
КЛОЧКО Р.М. (НАСВ, м. Львів)
ЗІРКЕВИЧ В.М., канд. техн. наук, доц. (НАСВ, м. Львів)
БАГАН В.Р. (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
МАРТИНЕНКО С.А. (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
ЖИВЧУК В.Л., канд. техн. наук (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
БУРАШНІКОВ О.О. (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
ЮРКЕВИЧ Р.М., канд. техн. наук (НЦСВ НАСВ, м. Львів)
ЧОРНЯК І.І. (НАСВ, м. Львів)
ЛАВРУТ Т.В., канд. геогр. наук, доц., ст. дослід. (НЦСВ 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

КАЗАН П.І., канд. військ. наук, ст. дослід. (НЦСВ НАСВ, м. Львів)

Начальник Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного полковник Качур Роман Володимирович

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ДО ГОСТЕЙ ТА УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

Шановні колеги!

Повномасштабна війна, розв'язана росією проти України, залишається визначальним викликом для архітектури європейської та глобальної безпеки. Агресивна політика кремля продовжує дестабілізувати країни Балтійського регіону, Польщу, Молдову та держави Чорноморського басейну, в той час як світова безпекова ситуація ускладнюється низкою конфліктів на Близькому Сході та в Індо-Тихоокеанському регіоні.

Уже понад десять років Україна мужньо протистоїть російській збройній агресії, зазнаючи важких втрат щодо руйнувань інфраструктури, знищення ресурсів та, що найтрагічніше, сотні тисяч людських життів. У цих складних умовах особливого значення набуває потенціал нації, її інтелект та наукова думка. Саме військові науковці покликані відіграти ключову роль у створенні інновацій, що здатні забезпечити технологічну перевагу та ефективну протидію ворогу.

У контексті затримок із постачанням озброєння від країн-партнерів, зокрема Сполучених Штатів Америки, надзвичайно актуальною залишається розробка та впровадження вітчизняних зразків озброєння і військової техніки. Новітні технічні рішення та сучасні підходи до бойового застосування сил і засобів необхідно формувати на основі отриманого досвіду війни та висновків з наукових досліджень.

Саме цим нагальним питанням присвячена цьогорічна Міжнародна науково-технічна конференція "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ", яка традиційно проходить у стінах Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного у славетному місті Львові. Серед ключових тем, що виносяться на обговорення:

- технічні рішення щодо ефективного захисту озброєння та військової техніки від ударних БпЛА противника;
- актуальні проблеми розвитку систем ситуаційної обізнаності та об'єктивного контролю командирів тактичної ланки;
- стан та перспективи розвитку безпілотних авіаційних і наземних бойових систем;
- досвід застосування артилерійських систем і ракетних комплексів країн-партнерів та його врахування у вітчизняних розробках;
- перспективи створення високоточних боєприпасів і ракет українського виробництва;
- напрями підвищення живучості військ в умовах постійного вогневого впливу.

Ці питання мають безпосереднє практичне значення для забезпечення стійкості та боєздатності Сил оборони України. Конференція є не лише платформою для представлення наукових досягнень, але й важливим інструментом в об'єднанні зусиль дослідників, військових фахівців і міжнародних партнерів задля зміцнення обороноздатності нашої держави.

Висловлюю впевненість, що результати конференції сприятимуть розбудові сучасної системи науково-технічного супроводження оборонного сектору, а також стануть черговим кроком на шляху до нашої спільної мети – перемоги над російським агресором!

Слава Україні!

З повагою – полковник Роман КАЧУР

СЕКЦІЯ 1
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Адаменко А.А., канд. техн. наук, с.н.с.
Порохончук О.М.
ХНУПС

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БОРТОВИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ВІД СУЧАСНИХ ПОВІТРЯНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА

Відмінною рисою російсько-Української війни є комплексне застосування противником різнотипних безпілотних засобів повітряного нападу (ЗПН), перш за все, це – крилаті та балістичні ракети, керовані (кореговані) авіаційні бомби та безпілотні літальні апарати (БпЛА) різного класу, типу та призначення.

Як першочергові цілі ворог розглядає військову техніку протиповітряної оборони (ППО) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, що становить найбільшу загрозу для його засобів повітряного нападу та є основним фактором стримування широкомасштабного застосування його авіації в повітряному просторі України.

Протягом російсько-Української війни ворогом постійно приділяється увага розвитку, накопиченню та комплексному застосуванню безпілотних ЗПН, що стало відмінною рисою цієї війни та потребує нових рішень щодо захисту військової техніки ППО ПС ЗС України. Перш за все, про військову техніку радіотехнічних військ та зенітних ракетних військ ПС ЗС України.

Одним із шляхів зменшення бойових можливостей ЗПН противника щодо ураження військової техніки є застосування заходів радіоелектронної протидії, зокрема, за допомогою засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), розміщених безпосередньо на зразках військової техніки.

Російсько-Українська війна надала поштовх для стрімкого розвитку ЗПН, способів та методів їх бойового застосування, що обґрунтовує актуальність досліджень щодо аналізу загроз для військової техніки ППО ЗС України з боку сучасних (перспективних) ЗПН російської федерації та обґрунтування доцільних шляхів протидії, зокрема, з використанням бортових засобів РЕБ.

Проведено аналіз сучасних безпілотних ЗПН російської федерації, що можуть становити загрозу для військової техніки ППО ПС ЗС України, а саме: зенітних ракетних комплексів (систем) та радіолокаційних станцій. Проаналізовані основні тенденції та перспективи їх розвитку. Оцінені можливості радіоелектронної протидії цим засобам з використанням бортових засобів радіоелектронної боротьби, що можуть бути розміщені на зразках військової техніки ППО. Обґрунтована доцільність захисту окремих зразків військової техніки ППО із застосуванням бортових засобів РЕБ. Визначені найбільш вірогідні об’єкти для протидії бортовим засобам РЕБ та окремим зразкам військової техніки ПС ЗС України, на якій доцільне їх встановлення.

Розглянуті перспективи застосування бортових засобів РЕБ для захисту військової техніки ППО ПС ЗС України від сучасних безпілотних повітряних засобів ураження противника.

Аналіз тенденцій розвитку безпілотних засобів повітряного нападу російської федерації дозволив отримати новий науковий результат, що полягає в обґрунтуванні доцільності застосування бортових детекторів БпЛА та засобів РЕБ для їх протидії на окремих зразках військової техніки ППО ПС ЗС України.

Сформовані пропозиції щодо переліку зразків військової техніки ППО ЗС України, на яких доцільне встановлення бортових засобів радіоелектронної протидії БпЛА.

Андрушко М.В.
Кузнецов В.О.
Рєзніков Ю.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Кузьміч О.Є.
ДНДІ ВС ОВТ

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОГРАФІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ СПРОМОЖНОСТІ І ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ НА ПЕВНИХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Конкурентоспроможна продукція військового призначення повинна відповідати вимогам сучасних стандартів оцінки якості, в тому числі стандартам НАТО, умовам експлуатації впродовж всього життєвого циклу.

При оцінці характеристик та параметрів роботи систем ОВТ важливу роль відіграє можливість в ході випробувань (досліджень) отримати за допомогою вимірювального обладнання кількісні значення характеристик, які виключають фактор суб'єктивності при кінцевому визначенні її якості.

Сучасний етап характеризується подальшим розвитком військових технологій у сфері тепловізійного виявлення. Разом з тим розвиток методів тепловізійного виявлення дає дієвий імпульс до розвитку технологій захисту ОВТ, особового складу, важливих військових та інших об'єктів, що викликає необхідність формування сучасних методів оцінювання ефективності такого захисту.

Питання теплової помітності ОВТ у сучасних умовах війни має критичне значення, що пов'язано з використанням термографічних систем для пасивного теплового контролю об'єктів, які випромінюють власне тепло або відбивають зовнішнє інфрачервоне (ІЧ) випромінювання. До таких об'єктів можна віднести: бойову техніку та транспорт, особовий склад, інженерні споруди та укріплення, озброєння та боєприпаси, техніку прихованого пересування, природні об'єкти, які мають аномальний тепловий контраст.

Всі об'єкти з температурою вище абсолютного нуля створюють ІЧ випромінювання. Інтенсивність теплового випромінювання тіла змінюється з коливанням його температури, за такої умови термографія дозволяє фіксувати усі нюанси розподілу температури по поверхні тіла.

Створення термограм на основі теплових зображень знайшло широке застосування у різних галузях науки, виробництва та у побуті. При цьому обробка, аналіз і оцінка отриманих результатів дослідження здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Тепловізійні системи мають широкий спектр оборонних застосувань – системи навігації та прицілювання літаків, тепловізійні приціли, системи керування вогнем для танків і точне наведення ракет. Тепловізійні системи часто використовуються в безпілотних літальних апаратах (БпЛА) та дронах. При цьому використовується метод ІЧ термографії, який ґрунтується на вимірюваннях просторового розподілу випромінювання теплової енергії та перетворенні результатів вимірювань у зображення теплового поля – термограму.

Мірою помітності БпЛА є максимальна відстань, за якої оператор за допомогою оптичного приладу (термографічної системи) відрізняє зразок БпЛА на висоті від фону місцевості (відстань між БпЛА та оператором).

Отже, термографічні системи можуть стежити за технікою під час їх роботи, а з часом за допомогою регулярних вимірювань можна порівняти результати зміни їх стану та забезпечити більш детальний контроль за системами та компонентами військової техніки, що дозволить виявляти дефектні деталі на ранніх етапах їх розробки або в ході подальшої експлуатації та мінімізує час на пошук несправності в системі, разом з тим дасть можливість отримати більш якісні показники зразка ОВТ.

Андрушко М.В.
Кузнецов В.О.
Рєзніков Ю.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Кузьміч О.Є.
ДНДІ ВС ОВТ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІСНУЮЧИХ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ШУМУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ ОВТ

Розробці (модернізації) сучасної техніки притаманні різні методи перевірок щодо вимог надійності. Важливу роль в цьому аспекті відіграє шумова помітність дослідного об’єкта.

Частотно-зважений рівень звукового впливу є мірою фізичної енергії шумової події, яка враховує як інтенсивність, так і тривалість події.

Основним елементом будь-якого приладу, який вимірює шум (шумомір), є мікрофон для захоплення звуку. Для вимірювання рівнів звукового тиску в контрольованих смугах частот сигнал після виходу з мікрофона, але до входу в вольтметр, пропускають через відповідні фільтри. Потім звук оцінюється, а значення вимірювань відображаються на дисплеї.

Для вимірювань нижче 110 дБ перевага, звичайно, віддається конденсаторному мікрофону, а для вимірювань вище 200 дБ потрібно використовувати датчик тиску. В проміжному діапазоні можна вибрати або конденсаторні мікрофони, або датчики тиску. Конденсаторні мікрофони мають переваги - високий ступінь стандартизації, широкий частотний діапазон, низький рівень шуму, а також стандартні методи калібрування. Вони доступні в вигляді мікрофонів з таблицею TEDS та допускають пряме підключення до стандартних CCLD входів, які використовуються в промисловості. Конденсаторні мікрофони, як правило, повністю відповідають своїм характеристикам в зазначеному діапазоні частот, для корекції вільного поля, впливу додаткового приладдя тощо.

Звуки з низькою і високою частотою здаються тихіше, ніж середньочастотні тієї ж інтенсивності. З урахуванням цього нерівномірну чутливість людського вуха до звуків різних частот модулюють за допомогою спеціального електронного частотного фільтра, отримуючи в результаті нормування вимірювань - так званий еквівалентний рівень звуку.

Слід зазначити, що важливу та значиму роль в процесі проведення вимірювань шуму відіграє спеціальне програмне забезпечення виконання цих вимірювань і особливо постобробка. Шумомір має бездоганно працювати з низкою програм, кожна з яких забезпечує повне рішення для заявленої роботи, що дозволяє якісно зробити точне вимірювання, аналіз та документування.

Існує низка програмних продуктів для персонального комп’ютера.

Enviro Noise Partner – для обстеження шуму в навколишньому середовищі, яке включає маркери для ізоляції звуків (наприклад, визначення моменту, коли джерело звуку працює) і контрольні списки, щоб переконатися, що кожен крок виконано відповідно до місцевих вимог.

Work Noise Partner – для досліджень рівня шуму на робочому місці, які допоможуть розрахувати рівень шуму протягом повного робочого дня. Частотний аналіз включено разом із інструментами для вибору відповідних засобів захисту слуху, коли в цьому виникає необхідність.

Product Noise Partner – для визначення потужності звуку у вільному полі відповідно до ISO 3744 або ISO 3745.

Building Acoustics Partner – для оцінки звукоізоляції відповідно до національних та міжнародних стандартів.

Афанасьєв Ю.В.
ХНУРЕ

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ГЕНЕРАТОРІВ ПСЕВДОВИПАДКОВОГО ПЕРЕЛАШТУВАННЯ РОБОЧОЇ ЧАСТОТИ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛУ СПЕКТРА В IoT СЕРЕДОВИЩІ

У сучасних бездротових інфокомунікаційних системах, особливо з розвитком Інтернету речей IoT, що функціонують у неліцензованих ділянках радіочастотного спектра, характерним є вплив нестабільних, слабо передбачуваних завад, що ускладнює забезпечення заданих характеристик пропускної здатності та стійкості каналів зв'язку. Це зумовлює зниження ефективності використання радіоканалу, зокрема зменшення пропускної здатності, зростання ймовірності колізій під час передавання.

Одним з ефективних підходів до підвищення стійкості до завад є використання методів псевдовипадкового перелаштування частот (ППРЧ), принцип дії яких ґрунтується на періодичному перемиканні робочої частоти передавача відповідно до певної псевдовипадкової послідовності. Це унеможливлює довготривале блокування каналу з боку завад та зменшує ймовірність успішного прогнозування частоти з боку потенційного противника.

Було проведено аналіз алгоритмів ППРЧ, що охоплює як теоретичне оцінювання спектральних властивостей сформованих послідовностей, так і експериментальну перевірку їх реалізованості на сучасних апаратних платформах з обмеженими ресурсами. В якості об'єктів аналізу обрано чотири найбільш репрезентативних генератори: LFSR, XORSHIFT, WELL512 та ExpressLRS. Виконано порівняльний аналіз алгоритмів за сукупністю статистичних показників, що характеризують якість частотного перестрибування.

Результати експериментального дослідження охоплюють порівняльну оцінку чотирьох генераторів ППРЧ: LFSR, XORSHIFT, WELL512, ExpressLRS, реалізованих на мікроконтролерних платформах Arduino UNO, Raspberry Pi Pico, ESP8266 та ESP32. За показником ентропії частотного розподілу найвищий результат продемонстровано для ExpressLRS, який складає 6,32 біта. Для генераторів XORSHIFT, WELL512, LFSR ентропія частотного розподілу становила: 5,94 біта, 5,92 біта та 5,91 біта відповідно, що вказує на нижчий ступінь непередбачуваності сформованих послідовностей порівняно з ExpressLRS.

Незважаючи на визначені переваги, одним із обмежень алгоритму ExpressLRS є фіксована кількість можливих частотних послідовностей, що обмежується значенням 32 768 частотних послідовностей. Це створює потенційні ризики при тривалому використанні в умовах активної радіоелектронної протидії, оскільки обмежений обсяг варіантів послідовностей може бути частково вивчений або передбачений засобами радіоелектронної розвідки. Отримані результати підтверджують доцільність розробки власного алгоритму, орієнтованого на підвищення ентропії, мінімізацію коротких переходів та забезпечення більш широкого діапазону допустимих послідовностей для застосування в умовах динамічного спектрального середовища.

Бабарик А.А., канд. хім. наук
Онищук О.Р.
ЦДСПЗСУ

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО СПОСОБІВ ТЕРМОЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД ФАКТОРІВ УРАЖЕННЯ ЗАПАЛЮВАЛЬНОЇ ЗБРОЇ

В ході повномасштабної російсько-Української війни збройні сили країни-агресора, російської федерації, постійно порушують правила і звичаї ведення війни та міжнародні конвенції, які обмежують застосування певних видів зброї, в тому числі й запалювальної. Прикладом може бути застосування використання реактивних 122-мм снарядів 9М22С, бойова частина яких містять термітні запалювальні елементи 9Н510, по промисловому об'єкта "Азовсталь" під час оборони

м. Маріуполь у 2022 р. На тактичному рівні, окрім видів озброєнь, перелік яких міститься в каталозі грау рф зс, значно зросла роль саморобних (фугасно)-запалювальних вибухових пристроїв (С(Ф)ЗВП), які виготовляюся противником в польових умовах (наприклад, в районах зосередження). Основою для вогнесумішей типу ББЦ, пластифікованої вибухівки ПВВ-7, готових алюміній-магнієвих термітних елементів, посилених пірогенними матеріалами (нітрат амонію, алюмінієвий порошок стружки, порошок алюміній-магнієвий), споряджених запалювачами бойової частини боєприпасів типу УДЗ (УЗРГМ), дистанційно застосовуються як бойові частини БПЛА. Відносна дешевизна і розповсюдженість компонентів рецептур і складових боєприпасів пояснюють доступність противнику С(Ф)ЗВП як додаткового озброєння, що створює додаткові можливості для ураження засобів Збройних Сил України в зоні бойових дій. Зокрема, зросла кількість випадків застосування С(Ф)ЗВП для ураження озброєння та військової техніки (ОВТ), а діючі інструкції (які були розроблені та затверджені 40 років тому) щодо захисту ОВТ від запалювальної зброї не враховують: а) скорочення тривалості заходів з організації оборони в умовах сучасної війни; б) покращені можливості розвідувальних засобів противника; в) нові способи доставки запалювальних боєприпасів (БПЛА-бомбери, FPV-дрони); г) конструкційну і технологічну складність вузлів та агрегатів нових та модернізованих зразків ОВТ.

До комплексу заходів, пов’язаних із захистом від факторів ураження запалювальною зброєю, входить обробка поверхонь ОТВ антипіреновими рецептурами, які не мають необхідного ступеня адгезії (здатності компонентів рецептур міцно триматися на поверхні) та нестійкості відносно впливу вологи (туман, атмосферні опади, обробка поверхонь водними розчинами з метою обслуговування тощо), а тому не є ефективним способом захисту. Вирішення цього проблемного питання можливе, якщо поверхня критичних вузлів та агрегатів ОВТ (наприклад, МТВ) буде доступна для обробки антипіреновими засобами без порушення технічних умов їх експлуатації в бойових умовах. Більш доцільно розглядати вогнетривкі матеріали, які є на озброєнні або є товарами подвійного призначення, брезенти (ОП, СКОП); арамідні (Aramid 1313) та базальтові тканини або їх поєднання, які здатні витримувати температури до 1140 °С від 1 хв. Щільність і спосіб плетіння волокон у готовий виріб визначає його пористість, тобто, здатність вбирати і затримувати атипіренові добавки; механічні властивості (гнучкість, розтяжність) і впливати на масу кінцевого виробу. Використанням рідких полісилоксанових просочувальних матеріалів (Lukosil M130) нанесених на базальтову тканину отримують матеріал, який слабко піддається деформації за температури 1000 °С, що задовольняє потребу у захисті поверхонь вузлів та агрегатів постійного профілю ОВТ. Такі засоби захисту від факторів ураження запалювальної зброї не потребують тривалої підготовки до використання, швидко розгортаюся і є легкозамінними.

Баган А.В., PhD
Гера В.Я., PhD
НАСВ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОСТРІЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ

У сучасних умовах війни з російською федерацією для Збройних Сил України надзвичайно важливо мати засоби оперативного виявлення та аналізу бойових дій. Одним із критично важливих напрямів є автоматизація виявлення артилерійських пострілів, що дозволить підвищити ситуаційну обізнаність і покращити ефективність контрбатарейної боротьби. У рамках цього проєкту розробляється система, яка записуватиме та розпізнаватиме звуки пострілів гармат, використовуючи мікрофон з високою чутливістю у поєднанні з цифровим мікроконтролером. Така система дозволить автоматично фіксувати моменти артилерійських ударів та передавати відповідні дані для подальшого аналізу.

Застосування мікрокомп’ютера Raspberry Pi у цій системі виявлення пострілу гармати є виправданим через його компактність, енергоефективність і широкі можливості роботи з аудіосигналами. Вбудована підтримка мови програмування Python забезпечує гнучкість розробки, що

дозволяє інтегрувати нейромережеві алгоритми для автоматичного розпізнавання звуків пострілів. Під час експериментальних випробувань система записуватиме звуки гарматних пострілів з різних відстаней (1 км, 5 км, 7 км і 10 км) на полігоні, формуючи базу даних акустичних характеристик. Ці дані слугуватимуть основою для навчання глибоких нейромереж, здатних точно розрізняти звуки артилерійських пострілів від інших звуків навколишнього середовища.

У проєкті ключову роль відіграють нейромережі: CNN - для виділення ознак звуків у спектрі, а LSTM або GRU - для аналізу часових рядів. Така комбінація забезпечує точне виявлення моменту пострілу в реальному часі.

Алгоритм роботи системи складається з декількох етапів. Спочатку мікрофон Superlux ECM999 записує аудіосигнал у режимі безперервного моніторингу. Записаний сигнал обробляється фільтром для відсікання низьких частот і шуму, після чого він перетворюється на спектрограму. Спектрограма передається у нейромережу, яка здійснює класифікацію та визначає наявність пострілу. У разі позитивного результату система записує час події та передає його через захищений канал до командного пункту. Важливою особливістю є можливість регулювання чутливості системи залежно від рівня фонового шуму, що дозволяє адаптувати її до різних умов бойового застосування.

Подібні системи вже використовуються в інших галузях науки та техніки. Наприклад, у сейсмології розроблено системи, які аналізують звукові хвилі землетрусів для їх раннього виявлення. У сфері біоакустики аналогічні алгоритми застосовуються для моніторингу популяцій тварин за їхніми голосовими сигналами. У військовій сфері подібні розробки використовувалися для акустичного виявлення стрілецької зброї, однак для артилерії такі рішення є менш поширеними. Система, яка запропонована авторами заповнює цю прогалину, пропонуючи ефективний та доступний спосіб моніторингу артилерійських обстрілів.

Очікуваний результат впровадження цієї системи у Збройних Силах України полягає у значному покращенні оперативного виявлення вогневих позицій противника. Система дозволить швидко ідентифікувати напрямок вогню, що критично важливо для контрбатарейної боротьби. Крім того, створення бази даних звуків пострілів може бути використане для подальшого вдосконалення методів розпізнавання та інтеграції з іншими розвідувальними системами, такими як дрони та радіоелектронна розвідка.

У контексті війни проти російської федерації така технологія дає суттєві переваги. Автоматизоване виявлення артилерійських ударів дозволяє оперативно реагувати на обстріли, підвищує виживаність українських військових підрозділів та покращує координацію контрбатарейного вогню. Відносна дешевизна та мобільність рішення роблять його ідеальним для використання в польових умовах, забезпечуючи ефективний інструмент для захисту територіальної цілісності України.

Баган В.Р.
НАСВ

ЗАХИЩЕНІСТЬ ТАНКА В СИСТЕМІ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО ЖИВУЧОСТІ У БОЙОВИХ УМОВАХ

Досвід бойового застосування основних бойових танків під час російсько-Української війни свідчить, що досягнення високого рівня їх захищеності є одним із основних завдань, яке обумовлює постійний пошук нових та ефективних шляхів їх проєктування, створення нових і модернізації існуючих зразків.

Сучасні боєприпаси новітніх протитанкових засобів (далі – ПТЗ), ударні безпілотні літальні апарати противника (далі - БпЛА) практично нівелюють захищеність танка на відкритому полі бою. Якщо раніше захищеність броньованої техніки виступала домінантною компонентою її живучості, то у випадках, коли бойові завдання вимагають від танків мобільності в умовах загрози застосування сучасних ПТЗ, БпЛА на передній план виходять інші компоненти живучості.

Під живучістю танка на полі бою розуміється властивість танка зберігати на допустимому рівні боєздатність при бойових ушкодженнях. Важливе значення на першому етапі умов живучості танка в

сучасних бойових діях – це недопущення ураження (ушкодження) його сучасними протитанковими засобами, в тому числі ударними БпЛА.

Перспективний напрямок розвитку способів захисту танка включає в себе зменшення можливостей та зниження ефективності застосування противником ударних БпЛА, шляхом модернізації засобів основного та додаткового озброєння; вдосконалення та розробки нових снарядів (патронів), щоб одним пострілом знищувати ціль, а також пошук базових засад для обґрунтування відповідної концепції захищеності танка.

З аналізу літературних джерел відомо, що при стрільбі зенітно-кулеметною установкою (далі - ЗКУ) з ракурсними прицілами по повітряній цілі, величину ракурсної швидкості цілі визначають на око, відповідно до типу розпізнаної цілі та її видимого положення у просторі. При цьому середні похибки окомірного визначення ракурсу можуть сягати до 6%.

В умовах загрози застосування БпЛА важливе значення для підвищення ефективності захищеності танка, на яких встановлені ЗКУ з ракурсними прицілами слід застосовувати методику, яка оцінює залежність ймовірності неураження танка прямо пропорційно від ефективності стрільби його озброєнням, а також від кількості відбитих атак засобів повітряного нападу. Тому в якості узагальненого критерію для визначення ефективності стрільби ЗКУ доцільно використовувати ймовірність ураження типової цілі W чергою з n пострілів за типовий проліт на висоті 200…1000 м.

Враховуючи результати проведеного аналізу щодо сучасних систем (комплексів) захисту, основних зразків БМ та характерні недоліки ЗКУ, можна зробити висновок, що підвищення захищеності зразків БМ від ураження повітряними цілями можливо за умови оптимізації компонувальних і структурних схем систем (комплексів) захисту, удосконалення допоміжного озброєння до складу якого входять потужні дистанційно керовані ЗКУ та бойові модулі, які повинні оснащуватися сучасними приладами та засобами спостереження.

Багінський В.А., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТА ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ У ПІДГОТОВКУ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОЇ БРИГАДИ

У сучасній війні розвідувальні підрозділи стали одним із ключових інструментів забезпечення тактичної переваги та управління вогнем. З огляду на це, особливої ваги набуває формування ефективної, гнучкої та технологічно оснащеної системи їхньої бойової підготовки. Досвід ЗСУ, здобутий у період російсько-Української війни, а особливо за 2022–2025 рр., виявив потребу у створенні нової моделі бойового навчання розвідників, яка враховує високі темпи формування підрозділів, використання безпілотних технологій, цифрових платформ та специфіку сучасного бойового середовища.

Запропонована модель бойової підготовки базується на трьох взаємопов’язаних рівнях: індивідуальна підготовка, групове злагодження у складі відділення або взводу та бригадне злагодження з інтеграцією в загальну бойову систему бригади. Важливою особливістю є модульна структура підготовки – кожен навчальний блок відповідає конкретному типу завдань: спостереження, цілевказання, дії в тилу противника, виявлення ДРГ, боротьба з ворожими БПЛА тощо.

У рамках кожного рівня підготовки передбачене широке використання сучасних технічних засобів – розвідувальних безпілотників різних типів, тепловізійних приладів, приладів нічного бачення, лазерних далекомірів, планшетів із геоінформаційними модулями. До навчального процесу інтегруються цифрові бойові платформи – «Кропива» як автономна система тактичного управління; «Delta» як система ситуаційної обізнаності, що об’єднує розвіддані з різних джерел та дозволяє оперативно фіксувати інформацію про противника; «Вежа» як платформа для зв’язку, відеотрансляції та управління екіпажами БПЛА.

Одним із визначальних чинників стало впровадження інтерактивних мультимедійних засобів навчання, включно з VR/AR-тренажерами, які дозволяють симулювати складні бойові ситуації: засідки, втрати зв’язку, дія в обмеженій видимості, евакуація поранених. Тактичні навчальні

середовища створюються у вигляді умовного театру бойових дій – з димовими ефектами, шумовим фоном, піротехнічними засобами, імітацією руху техніки та супротивника.

Особливістю моделі є проведення тренувань безпосередньо в районах ротацій та на тимчасових полігонах, наближених до реальних умов бойових дій. Навчання супроводжується інструкторськими групами з бойовим досвідом, які забезпечують передачу практичних навичок, здійснюють зворотний зв’язок і корекцію підготовки відповідно до реальних загроз.

Завершальний етап підготовки – це симуляційні навчання і бойові ігри, що дозволяють оцінити здатність підрозділу діяти в умовах невизначеності, оперативно орієнтуватися, ухвалювати рішення, взаємодіяти з іншими структурами. В основу оцінювання покладено п’ять основних критеріїв: повнота виконання завдань, точність орієнтування, швидкість ухвалення рішень, злагодженість підрозділу та ефективність дій у складних умовах.

У перспективі дана модель може бути масштабована до рівня оперативно-тактичного угруповання, використана для тренування союзних підрозділів та впроваджена в автоматизовану систему управління бойовою підготовкою ЗСУ.

Таким чином, інтеграція сучасних технічних засобів і цифрових рішень у бойову підготовку розвідувальних підрозділів є одним з ключових напрямів підвищення боєздатності Сухопутних військ у тривалому конфлікті високої інтенсивності яким сьогодні є російсько-Українська війна.

Бейзим В.О.
ХНУПС

ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕНАЖЕРІВ ДЛЯ НАВЧЕНОСТІ КУРСАНТІВ

Актуальність розробки військових тренажерів в Україні є надзвичайно високою, особливо в умовах триваючої війни, вони дозволяють відпрацьовувати навички в умовах, максимально наближених до реальних бойових дій, без ризику для життя та без витрат на вартісні боєприпаси. Це особливо важливо для підготовки курсантів (слухачів) та мобілізованих, які потребують швидкого та ефективного навчання.

Розробка та виробництво військових тренажерів стимулює розвиток вітчизняного військово-промислового комплексу, це створює нові робочі місця та сприяє економічному розвитку країни. Тренажери активно використовують VR, AR та інші сучасні технології, що дозволяє українським розробникам йти в ногу з часом.

При розробці військових тренажерів важливо уникати технологій, які є застарілими та не забезпечують достатнього рівня реалізму. Наприклад, прості 2D-симуляції, які не відображають сучасні умови бою, або тренажери з низькою якістю графіки та звуку. Також не варто використовувати технології, які не підтримують сучасні стандарти зв'язку та обміну даними.

Бенцало Л.С.
НАСВ

РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОГРЕСУ В УДОСКОНАЛЕННІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СИЛОВИХ СТРУКТУР ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Роль військовослужбовців завжди залишиться вирішальною незалежно від розвитку засобів ведення збройної боротьби. Особливо різко зросла вона в ході російсько-Української війни 2014 – 2025 років, коли від підготовленості (тренованості), майстерності, фізичних та морально-психологічних якостей, від загального стану кожного воїна залежить ефективне використання озброєння його функціонування та виконання поставлених завдань.

У ході російсько-Української війни телемедицина відзначилася стрімким розвитком, що зумовлено поєднанням технологічного прогресу та удосконаленням систем охорони здоров'я. Однією з ключових характеристик сучасної телемедицини є віддалений моніторинг стану пацієнтів.

Спеціалізовані медичні пристрої та датчики, підключені до телемедичних систем, дозволяють здійснювати постійний моніторинг показників здоров'я (тиск, пульс, рівень цукру тощо), що дозволяє лікарям вчасно реагувати на зміни у стані пацієнтів і вживати необхідних медичних заходів. Значно підвищивши доступність медичних консультацій, телемедицина дозволяє пацієнтам отримувати якісну медичну допомогу навіть у віддалених та важкодоступних регіонах. Віртуальні консультації, обмін медичною інформацією та віддалені діагностичні процедури стають стандартом. Вимушені обмеження та соціальне дистанціювання під час російсько-Української війни 2014 – 2025 років прискорили впровадження телемедицини у повсякденну практику. Сучасні телемедичні платформи широко використовуються для консультацій, моніторингу захворювань та координації лікування.

На військово-медичну службу (ВМС) покладено здійснення безперервного нагляду за військовослужбовцями у ході російсько-Української війни та надання їм допомоги, участь у підтриманні постійної боєздатності особового складу силових структур ЗС України.

ВМС вносить вагомий вклад у забезпечення перемоги ЗС України над рашистами та підтримання високої боєздатності силових структур ЗС України.

У сучасних умовах потреба в матеріальних засобах для забезпечення фронту значно зросла. Наприклад, одного льотчика в небі в сучасних умовах забезпечує праця 30 осіб на землі. Тому відновлення працездатності уражених і хворих через максимальне зниження інвалідності серед них має велике загальнодержавне значення і є виключно важливим завданням медичної служби. Одним із найважливіших і в той же час найскладніших завдань медичного забезпечення силових структур ЗС України під час російсько-Української війни є організація і здійснення медичних заходів з метою збереження боєздатності, зміцнення здоров'я особового складу, запобігання виникненню і розповсюдженню захворювань.

Оснащення силових структур ЗС України складною і різноманітною автоматизованою технікою з початком російсько-Української війни докорінно змінило умови військової праці та побуту особового складу. Нові умови обумовили появу цілої низки факторів, що впливають на військовослужбовців (перепади атмосферного тиску та температури, зміна повітряного середовища, іонізуюче випромінювання, шуми, вібрація, електромагнітні поля надвисокочастотного діапазону та ін.).

З ростом технологій та поширення телемедицини виникла необхідність у стійких та надійних мережах для передавання медичної інформації. Одним із таких варіантів є використання PSTN (Public Switched Telephone Network). PSTN є глобальною мережею, яка використовується для телефонних з'єднань та передавання даних за допомогою аналогових чи цифрових каналів. В основі цієї мережі лежить комутація, де дані пересилаються через комутатори, що забезпечує з'єднання між абонентами.

Таким чином, основним напрямом підвищення ефективності медичного забезпечення є швидке відновлення здоров'я постраждалих військовослужбовців усіх силових структур ЗС України, при цьому необхідні тісна взаємодія цивільної системи надання медичної допомоги і систем медичного забезпечення військових формувань та створення «єдиного медичного простору».

Білобородова Л.В.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

АНАЛІЗ ДОСВІДУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ІЗ ЗАСОБАМИ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ПРОТИВНИКА

Противник зосередив зусилля на знищенні об’єктів критичної інфраструктури України. Не дивлячись на суттєву перевагу у засобах повітряного нападу, завоювання переваги у повітрі противником отримано не було. Одним з ефективних елементів у системі відбиття повітряних загроз виступають сили і засоби радіоелектронної боротьби.

У доповіді представлено результати аналізу досвіду застосування противником засобів повітряного нападу. Наведено результати аналізу щомісячної щільності та накопичувального обсягу застосування ракет і ударних безпілотних літальних апаратів дальньої дії. Всього с початку агресії противником було застосовано більше 4 тис. ракетних засобів та більше 8 тис. БпЛА Shahed-136/-131

(Герань-2/-1). Проведено декомпозицію типів засобів повітряного нападу, які використовувалися противником для повітряних ударів. Найбільша кількість застосувань припадає на крилаті ракети типу Х-101 та 3М-14, а також на балістичні ракети типу 9М723. Наведено прогнозні обсяги виробництва противником засобів повітряного нападу.

Противник застосовує ракети різних типів, що потребує індивідуального підходу до визначення раціональних способів протидії. З точки зору організації радіоелектронної боротьби потребують уточнення просторові і частотні характеристики радіотехнічних засобів зі складу засобів повітряного нападу.

Наведено результати аналізу складу сил і засобів, що залучалися до виконання завдань радіоелектронної протидії, а також їх нарощування протягом виконання завдань з відбиття агресії. Розглядаються засоби постановки дезінформаційних перешкод приймачам супутникових навігаційних сигналів, засоби радіоелектронного подавлення навігаційних приймачів та радіовисотомірів, засоби дезорганізації управління авіацією противника, засоби радіоелектронного подавлення каналів управління БпЛА. Представлено результати аналізу кількісних показників застосування засобів. Проблемним питанням радіоелектронної боротьби з БпЛА стало їх масоване застосування, вживання заходів протидії РЕБ (зміна діапазонів частот, використання методів перестроювання частоти), а також виключення радіотехнічних засобів зі складу бортової апаратури (використання оптико-волоконних каналів управління).

Наведено результати якісного оцінювання ефективності застосування засобів радіоелектронної боротьби для виконання завдань протидії засобам повітряного нападу противника. Наведено окремі проблемні питання радіоелектронної боротьби із повітряними цілями.

Представлено результати узагальнення можливих індивідуальних і групових способів застосування засобів радіоелектронної боротьби у ході відбиття повітряних ударів, а також факторів, що визначали вибір способу радіоелектронного прикриття.

У ході бойового застосування засобів РЕБ набули розвитку методи комплексування засобів прийоми узгодження спільних дій сил і засобів РЕБ з іншими родами військ, що призвело до появи та апробування нових форм ведення РЕБ – розвідувально-радіоелектронно-вогневий удар, радіоелектронно-штурмові дії, радіоелектронно-вогнева блокада.

Отже, широка номенклатура засобів повітряного нападу противника потребує адаптивного підходу до виявлення, вогневого ураження та радіоелектронного подавлення. Напрямом подальших досліджень можна визначити узагальнення результатів науково-технічних експертиз радіоелектронних засобів зі складу засобів повітряного нападу противника.

Бісик С.П., д-р техн. наук, проф.
Голуб В.А., д-р техн. наук, проф.
Саковець В.В.
Наконечний О.М.
Стеценко Є.В.
НУОУ

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БАЛІСТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ БАГАТОШАРОВИХ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДО ДІЇ КУЛЬ ІЗ ТЕРМОЗМІЦНЕНИМ І ТВЕРДОСПЛАВНИМ ОСЕРДЯМ

Одним із напрямів підвищення стійкості зразків озброєння та військової техніки до дії бронебійних куль стрілецької зброї є застосування в конструкції їх захисту багатошарових захисних елементів. Ефективність багатошарових захисних елементів залежить від механічних характеристик матеріалів кожного шару, кількості цих шарів, співвідношення між товщинами кожного шару, кріпленням одного шару до іншого, співвідношенням механічних характеристик сусідніх шарів матеріалу.

На першому етапі дослідження виконана оцінка точності числової моделі за результатами проведеного експерименту. Оцінка точності чисельного моделювання проведення за значеннями каверни в багатошаровій захисній перешкоді від ураження 7,62-мм кулі Б-32 та 5,45-мм кулі патрона

7Н39 з різними ударними швидкостями. Похибка між результатами натурного експерименту та чисельного моделювання не перевищує 7%.

На другому етапі проведені дослідження із застосуванням методів чисельного моделювання пробиття сердечниками 7,62-мм кулі Б-32 та 5,45-мм кулі патрону 7Н39 багатошарових захисних елементів, що дозволили встановити певні закономірності та рекомендації, щодо підходу до виготовлення багатошарових захисних елементів. Такі рекомендації розроблені у порівнянні із еквівалентною за масою гомогенною бронею (з твердістю близько 500 НВ), а саме:

балістична стійкість захисного елементу із шарів з того самого матеріалу є гіршою порівняно із еквівалентним одношаровим захисним елементом;

збільшення кількості шарів негативно впливає на ефективність захисного елементу;

двошаровий захисний елемент з однаковою товщиною шарів має найгіршу балістичну стійкість;

комбінування механічних характеристик шарів дає значний ефект у збільшенні його балістичної стійкості, при цьому фронтальний шар повинний мати вищі механічні характеристики;

тришаровий захисний елемент має кращу балістичну стійкість порівняно з двошаровим, при цьому фронтальний шар повинний мати найвищі механічні характеристики, середній шар - менші механічні характеристики і найвищу в'язкість, тильний шар найбільшу пластичність;

співвідношення механічних характеристик шарів є визначальним для балістичної стійкості багатошарового захисного елементу.

Подальша оцінка ефективності і умов раціонального використання багатошарових захисних елементів потребує подальших систематичних досліджень із застосування теоретичних, експериментальних та числових підходів.

Бісик С.П., д-р техн. наук, проф.
Голуб В.А., д-р техн. наук, проф.
Сєдов С.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Давидовський Л.С., канд. техн. наук, ст. дослід.
Гераймович В.О.
НУОУ

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ЧАСТИН БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

На сьогоднішній день в Україні великі зусилля спрямовані для досягнення симетричного протистояння російської агресії. З цією метою розробляється велика номенклатура бойових частин для безпілотних літальних апаратів та інших систем доставки. Разом з тим ефективність однотипних бойових частин різних виробників може суттєво відрізнятись між собою, що потребує впровадження нових підходів до їх проєктування та відповідної експериментальної оцінки їх ефективності. З цією метою створено комплекс дослідження та реєстрації швидкоплинних процесів, що відбуваються в умовах взаємодії уражаючих факторів бойових частин та захисних конструкцій.

Для забезпечення натурних випробувань бойових частин проведено заходи щодо облаштування випробувальної ділянки полігону, що включає:

ділянку оцінки параметрів фронту повітряної ударної хвилі;

ділянку оцінки параметрів ударної хвилі термобаричних боєприпасів;

ділянку оцінки осколковості та кумулятивної дії боєприпасів.

Випробувальна ділянка має укриття для особового складу, що забезпечує дистанційний підрив боєприпасів із загальною масою до 50 кг.

Вимірювальне обладнання включає:

обладнання реєстрації та аналізу вибухового процесу (набір датчиків тиску (максимальне значення тиску - 5 000 psi), акселерометрів (з максимальним значенням прискорення - до 70 000 м/с^2), підсилювача, USB осцилографів, кабелів, програмного забезпечення реєстрації, оброблення та аналізу виміряних показників.

Одним із сучасних напрямів, що дозволяє швидко та із заданою точністю здійснювати оцінку прийнятих технічних рішень, що сприяють підвищенню ефективності бойових частин безпілотних

літальних апаратів є застосування чисельних методів, застосування яких дозволяє на якісно новому рівні вивчати процеси, що відбуваються при підриві бойових частин. Тому розроблено та оцінено адекватність, збіжність та точність чисельних моделей в програмному комплексі ANSYS LS-DYNA, що дозволяють проводити параметричні дослідження:

формування та взаємодія із захисними конструкціями кумулятивного струменя з різними геометричними та фізико-механічними параметрами кумулятивної лійки та бойової частини;

формування та взаємодія із захисними конструкціями бойової частини типу «ударного ядра» з різними геометричними та фізико-механічними параметрами;

дроблення корпусів природного дроблення, з напівготовими та готовими уражаючими елементами;

дослідження пробиття осколками та готовими уражаючими елементами захисних конструкцій.

Проводиться робота щодо верифікації та вдосконалення цих чисельних моделей, що дозволить проводити оцінку взаємодії кумулятивного струменю з динамічним захистом та додатковими елементами протикумулятивного захисту броньованої техніки (захисні протикумулятивні екрани, екрани зведення, надбудови та ін.).

Бісик С.П., д-р техн. наук, проф.
НУОУ
Купріненко О.М., д-р техн. наук, проф.
НАСВ
Мусієнко В.О.
ТОВ «БМ КОНСТРУКЦІЯ»
Сікора А.А.
Військова частина А 2308
Кухта В.В.
НУОУ

ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ЛЕТАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ УДАРНОЮ ХВИЛЕЮ ВИБУХУ ТЕРМОБАРИЧНОГО БОЄПРИПАСУ

Широкомасштабне вторгнення російської федерації на територію України зумовило розвиток різної номенклатури засобів ураження, одним з яких є термобаричні боєприпаси. На сьогоднішній день вплив вибуху термобаричного боєприпасу на людину є маловивченим або таким, дослідження якого є обмежені в доступі. Разом з тим використання в конструкції термобаричних боєприпасів технічних рішень, що сприятимуть підвищенню рівня їх ефективності, можливе за умови прийняття обґрунтованих критеріїв ймовірності ураження організму людини ударною хвилею вибуху термобаричного боєприпасу.

На сьогоднішній день проведено багато досліджень, щодо стійкості організму людини до дії УХ. Однак оцінка стійкості організму людини в цих роботах ґрунтується на даних підривів конденсованих вибухових речовин (типу тротил). Разом з тим процес підриву термобаричного боєприпасу відрізняється від підриву конденсованої вибухової речовини як за амплітудою тиску, так і за тривалістю його дії. Таким чином, узагальнення й аналіз часткових критеріїв оцінки дії тиску УХ вибуху термобаричного боєприпасу на організм людини є актуальним завданням.

Проведений аналіз механогенезу впливу ударної хвилі вибуху термобаричного боєприпасу на організм людини. Проаналізовано дані за допустимими значеннях критичного тиску ударної хвилі вибуху конденсованих вибухових речовин на людину, що спричиняють ураження різної важкості та ймовірні характерні види травмування.

На основі математичної моделі оцінки летальності організму людини побудовані залежності між часом дії ударної хвилі вибуху, тиском на фронті повітряної ударної хвилі вибуху та імовірністю летального ураження людини. Як головний критерій летальності людини обрано ймовірність ураження легень.

Проведені розрахунки ймовірності летального ураження людини через пошкодження її легень показують, що зростання часу дії ударної хвилі вибуху більше 80 мс значно підвищує ймовірність летального ураження організму людини. Час дії тиску ударної хвилі вибуху більше 200 мс практично не змінює ймовірність летального ураження людини, яка залишається константою. Зростання ймовірності летального ураження людини значно збільшується при її знаходженні біля відбиваючої поверхні. Очевидним є висновок, що застосовувати термобаричні боєприпаси доцільно в закритих приміщеннях.

Напрямами подальших досліджень є аналіз залежностей ймовірності травмування людини з різним ступенем та важкістю ураження для різних частин тіла (вуха, кишечник, серце, очі, мозок та ін.) з врахуванням негативної фази тиску та запалювальної (термічної) дії на організм людини, що можуть характеризувати втрату боєздатності противника на певний (визначений) час.

Богачьов О.І.
Голішевський І.Л.
НАСВ

СПОСОБИ БОРОТЬБИ З FPV-ДРОНАМИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Аналіз масштабного застосування Силами оборони України FPV-дронів свідчить про суттєве зростання їх ролі в бойових діях як ефективного засобу вогневого ураження противника. Володіючи малою вагою, вони здатні підіймати вантаж в декілька разів переважаючий власну вагу, та нести його до цілі на швидкості 100 км/год. та на дальність до 10 км. У відсотковому відношенні дрони-«камікадзе» поступово зайняли ведуче місце (до 70%) в завданні втрат живої силі та ОВТ в тактичній глибіні.

Технологічний розвиток FPV-дронів та супутніх компонентів для їх бойового застосування (збільшення дальності і часу польоту, носимого навантаження, підвищення стійкості до впливу засобів РЕБ, можливість використання в умовах обмеженої видимості, розширення типів боєприпасів, використання інтелектуальних систем захоплення і супроводу цілі) привели до розширення тактичних прийомів і спектра вирішуваних ними задач. Досвід ведення бойових дій у війні свідчить, що застосування танків та іншої бронетанкової техніки наглядно показує, наскільки вони потребують захисту від ефективного засобу повітряного нападу – FPV-дронів (БпЛА). Танки, БМП, БТР від цього виду зброї практично не захищені.

Основні види FPV-дронів: дрони-«бомбардувальники» типу «квадрокоптер» призначені для ураження ОВТ шляхом скидання боєприпасів за рахунок попадання в дах, відкриті люки; дрони-«камікадзе» оснащені кумулятивною або осколково-фугасною бойовою частиною та призначені для ураження зразків бронетанкового озброєння шляхом попадання (тарана) у верхню півсферу цілі.

Боротьба з FPV-дронами передбачає комплексний підхід щодо захисту від БпЛА у вигляді активних та пасивних заходів, які повинні бути реалізовані як в підрозділах, так і у вигляді окремих елементів кожним військовослужбовцем.

До активних заходів захисту відносяться: виявлення та знищення розрахунків операторів дронів-«камікадзе» (ймовірні місця запуску, наявність антен, спеціально підготовленого майданчику для запуску FPV); раннє виявлення БпЛА (візуально, на слух, сигнал детектора або аналізатора) та оповіщення; радіоелектронне подавлення засобами РЕБ радіочастот каналів управління, передавання відеосигналів та супутникової навігації; зменшення часу перебування в ймовірній зоні ураження за рахунок швидкості транспортного засобу; вогневий вплив – знищення дронів вогнем стрілецької зброї, в першу чергу із гладкоствольних рушниць (до 50 м); механічний вплив – захват дронів за рахунок застосування на ближніх дистанціях (20-30 м) спеціальних пристроїв – «сіткометів»; маневр – дії особового складу з ухилення від ураження дроном (розосередження, зайняття укриттів, активне переміщення); як перспективний метод протидії БпЛА ведуться розробки з оптичного впливу на відеокамеру дрона за рахунок використання лазерного приладу з широким світовим пучком.

До пасивних заходів захисту бронетанкової техніки від FPV-дронів можна віднести: обладнання танків, БМП, БТР модулями додаткового захисту даху башти (захисними дашками, навісами) та

захисними сітками; додаткове фортифікаційне обладнання позицій (підготовка антидронових ніш, вигинів при вході в бліндажі та укриття, встановлення навісних захисних сіток і загороджень); маскування позицій та бойової техніки, постановка аерозольних завіс, проведення задимлення місцевості, використання складок місцевості та обладнання хибних позицій; вчити екіпажі, що під час ведення бойових дій люки на техніці повинні бути зачинені; для боротьби з БпЛА необхідно танковому (механізованому) підрозділу додавати засоби ППО, а також працювати в тісній взаємодії з засобами повітряної розвідки та РЕБ.

Борцова М.В.
Шить О.О.
Безверхий С.А.
ХНУПС

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ҐРУНТУ ПРИ ЙОГО ПРОМЕРЗАННІ ТА ВІДТАВАННІ

В умовах ведення бойових дій спроможність військової техніки швидко пересуватися місцевістю поза шляхами є критично важливою. У загальному випадку прохідність техніки ґрунтом визначається типом ґрунту та його поточною вологістю. У регіонах з сезонними морозами при визначенні прохідності слід також брати до уваги промерзання та відтавання.

Прохідність техніки мерзлим ґрунтом визначають, як правило, за глибиною промерзання, яку оцінюють як добуток запасу холоду, коефіцієнта, який залежить від типу ґрунту, та коефіцієнта, який враховує глибину снігового покрову. Запас холоду обчислюється як сума мінусових середньодобових температур у градусах за Цельсієм, помножена на кількість днів поспіль, коли температура була нижчою за 0 °C. Аналогічним чином розраховується глибина відтавання ґрунту, при цьому запас тепла визначається як сума позитивних середньодобових температур, помножена на кількість днів поспіль, коли температура була вищою за нуль. Недоліком такого підходу до оцінювання глибини промерзання та відтавання є потреба у значному архіві середньодобових температур за досить тривалий період часу для місцевості, яка представляє інтерес.

Тому пропонується для визначення глибини промерзання та відтавання ґрунту використовувати дані щодо температури ґрунту, які надаються деякими сервісами прогнозу погоди. Наприклад, інтерфейс програмування додатків Open Meteo надає дані щодо температури ґрунту на глибинах 0 см, 6 см, 18 см та 54 см для будь-якої точки Земного шару з кроком від 1 км до 11 км. Якщо застосувати до таких даних інтерполяцію (наприклад, лінійну), то можна знайти точки переходів температури через нуль. Якщо температури на глибинах, менших за глибину переходу через нуль, негативні (похідна у точці переходу через нуль позитивна), то точка переходу температури через нуль відповідатиме глибині промерзання ґрунту. Якщо температури на глибинах, менших за глибину переходу через нуль, позитивні (похідна у точці переходу через нуль негативна), то точку переходу температури через нуль можна вважати глибиною відтавання ґрунту. Для визначення товщини мерзлого шару необхідно знайти наступну за глибиною відтавання в напрямку збільшення глибин точку переходу через нуль та обчислити різницю глибин. За результатами аналізу розподілу температур ґрунту можуть бути складені карти промерзання та відтавання ґрунтів, а також карта глибини мерзлого шару для регіонів, де є відлига.

Ванкевич П.П., д-р філософії з прикладної математики
Дробенко Б.Д., д-р фіз.-мат. наук, с.н.с.
ІППММ НАН України

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СЕНСОРИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ У ПРОЦЕСІ БОЙОВИХ ДІЙ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Виконано аналіз волоконно-оптичних сенсорів, які можуть бути використані для діагностування різних небезпечних ситуацій у процесі бойових дій у режимі реального часу, зокрема ситуацій можливого вогневого ураження військових. Наведено огляд методів визначення оптичних приладів снайперів противника та можливих технічних рішень в арміях країн - членів НАТО та збройних формуваннях кремлівського режиму, в результаті якого зроблено висновок про необхідність нової розробки, здатної в автоматичному режимі виявляти місцезнаходження снайпера, встановлювати факт проведення прихованого відеоспостереження та розвідки у складних умовах рельєфу місцевості. Важливим чинником при цьому є можливість її інтегрування в комплекс бойового екіпірування. Показано і теоретично обґрунтовано, що для цього можна використати оптичні волокна із чутливих полімерних матеріалів, які органічно інтегруються у звичайні текстильні матеріали. Виготовлена з оптичного волокна тканина здатна розгортати вузько-апертурний лазерний промінь зондування в розсіяну світлову пляму, просторовий розподіл інтенсивності якої залежить від кутів падіння променя. Для розроблення такого типу волоконно-оптичних систем попередження про небезпеку необхідно виконати низку експериментальних досліджень з метою виявлення особливостей взаємодії лазерного випромінювання з волоконно-оптичними елементами сенсорних систем і встановлення експериментальних залежностей спостережуваних явищ від кута падіння лазерного променя на елемент; розробити методику чисельної апроксимації результатів експериментальних досліджень для довільних кутів повороту волоконно-оптичних елементів, розробити математичну модель кількісного опису процесів взаємодії світлових променів з чутливими волоконно-оптичними елементами сенсорних систем, створити відповідне програмне забезпечення, яке дасть змогу в режимі реального часу отримувати інформацію про орієнтацію чутливого елемента сенсорної системи відносно спадного променя чи, іншими словами, кутові координати джерела випромінювання ворожої лазерної системи наведення.

Наведено опис результатів експериментальних досліджень, виконаних з метою виявлення особливостей взаємодії лазерного випромінювання з волоконно-оптичними дифракційними ґратками. Для створення дифракційних ґраток використано доступні поліанілінові волокна, з яких відносно просто сформувати як одновимірні, так і двовимірні періодичні структури. Наведено низку експериментально отриманих дифракційних картин залежно від фіксованого положення одно-вимірної та двовимірної дифракційної ґратки. Експериментально досліджено залежність отримуваних дифракційних кривих від кута падіння лазерного променя на гратку. Показано, що отримані в результаті експериментів смуги мають вигляд розсіяних кривих другого порядку. Репрезентовано методи опрацювання цифрових зображень, які стосуються покращення їх якості, зміни контрасту, цифрової фільтрації тощо. Детально розглянуто операцію виділення контурів (границь елементів зображень) градієнтними методами та фільтрацію цифрових зображень за допомогою різноманітних фільтрів. Приведено найоптимальніші фільтри для задачі виділення контурів. Запропоновано математичну модель для кількісного опису взаємодії одновимірної (1D) волоконно-оптичної дифракційної ґратки із лазерним випромінюванням.

Веклич О.К.
Дробик О.В., канд. техн. наук, проф.
ДУІКТ
Шубіна В.В.
ХНУПС ім. Івана Кожедуба

БАГАТОРІВНЕВИЙ МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ТРИВАЛОСТІ ЧАСОВИХ ФРАГМЕНТІВ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ ТА ЛЕВЕНБЕРГА–МАРКВАРДТА

Формування сигнальних ансамблів з низьким рівнем взаємної кореляції та одночасно високою завадостійкістю є актуальною задачею для телекомунікаційних систем. Більшість відомих методів з цього науково-практичного напряму працюють з сигналами, розбитими на рівні часові інтервали, та не передбачають гнучкого налаштування їхньої тривалості залежно від особливостей сигналу. Окрім того, існуючі підходи здебільшого не враховують структуру взаємозв'язків між фрагментами сигналу під час їх перестановки, що обмежує можливість зменшення рівня взаємної кореляції.

Запропоновано багаторівневий метод оптимізації тривалості часових фрагментів сигналів, що базується на поєднанні оптимізаційних алгоритмів градієнтного спуску та Левенберга–Марквардта. Метод дозволяє адаптивно змінювати тривалість фрагментів і керувати їх перестановкою з урахуванням взаємної кореляційної структури та енергетичних характеристик сигналу. На кожному етапі реалізується адаптивне налаштування параметрів відповідно до поточних статистичних характеристик сигналу, що забезпечує динамічне підлаштування під мінливі умови середовища. Крім того, у методі передбачено обчислення показників кореляційної стабільності та критеріїв взаємної залежності, які використовуються як цільові функції під час оптимізації перестановок.

У дослідженні проведено порівняльний аналіз двох підходів до перестановки часових фрагментів сигналів: методу випадкової перестановки та методу «найкращого сусіда», орієнтованого на мінімізацію взаємної кореляції між суміжними фрагментами. Експериментальну верифікацію здійснено на основі п'ятьох класів квазіортогональних послідовностей (М-послідовності, послідовності Касамі, Голда, Фібоначчі та експоненціальні послідовності). Результати моделювання показують, що застосування методу «найкращого сусіда» дозволяє знизити дисперсію функції взаємної кореляції до 22% і покращити ансамблеві характеристики сигналів, зокрема досягти зниження взаємних завад і підвищення рівномірності енергетичного розподілу в діапазоні 8–12% порівняно з випадковою перестановкою.

Візуальний аналіз сигналів після оптимізації підтвердив зменшення локальних амплітудних флуктуацій та формування більш упорядкованої структурної організації сигналів, що вказує на підвищену однорідність та стабільність ансамблю, важливу для функціонування завадостійких телекомунікаційних систем. Також обґрунтовано зменшення амплітуд пікових значень функції взаємної кореляції, що свідчить про зниження ймовірності міжфрагментних завад і перешкод у процесі передачі.

Отримані результати підкреслюють перспективність застосування запропонованого методу для підвищення якості передачі даних у телекомунікаційних системах з обмеженими обчислювальними та енергетичними ресурсами.

Таким чином, можна зробити висновок, що використання алгоритму «найкращого сусіда» під час перестановки часових фрагментів сигналів забезпечує ефективне зниження взаємної кореляції та підвищення завадостійкості системи у порівнянні зі стандартними методами перестановки без урахування кореляційної структури сигналу.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розширення алгоритму шляхом урахування нелінійних спотворень у каналі передачі, а також його інтеграція в системи когнітивного радіозв'язку з можливістю динамічного управління спектральними ресурсами.

Веретнов А.О., канд. техн. наук
Шишанов М.О., д-р техн. наук
Чеченкова О.Л.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЗАХИЩЕНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ УДАРНИХ БпЛА

Одним з найефективніших рішень щодо підвищення ремонтопридатності військової автомобільної техніки (ВАТ) при використанні за призначенням є застосування в ній бортової інформаційно-керуючої системи реєстрації експлуатаційних параметрів і модульного пристрою захисту зразка від ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА).

Як показано в доповіді, бортова інформаційно-керуюча система реєстрації експлуатаційних параметрів і модульного пристрою захисту зразка від БпЛА містять: блок датчиків реєстрації експлуатаційних параметрів складових частин автомобіля, блок перетворення інформації, блок інформаційної індикації, бортову цифрову електронно-обчислювальну машину, радіопередавач, електронні дроти, пошукові елементи (датчики), блок обробки сигналу, гранатомети, станцію РЕБ, єдиний пристрій для кріплення пошукових елементів, гранатометів тощо.

Вказана система призначена для реєстрації і збереження інформації, що відображає експлуатаційні параметри зразка ВАТ при експлуатації, а саме: стан і режими роботи його силової установки, обслуговуючих систем, агрегатів та різноманітних допоміжних систем, а також контроль правильності дій водія.

При використанні радіопередавача в бортовій системі реєстрації даних експлуатаційних параметрів забезпечуються оперативне та своєчасне прийняття рішення щодо евакуації та виду ремонту зразка ВАТ при його ураженні на полі бою, а також об’єктивність оцінки технічного стану основних складальних одиниць автомобіля.

Також розглянута система, призначена для захисту зразка ВАТ від ураження ударних БпЛА шляхом фіксування й інформування водія в разі виявлення у повітрі низьколітних ударних БпЛА за допомогою пошукових елементів (датчиків) під час руху автомобіля (або на місці) та автоматичного (або в ручному режимі) включення станції РЕБ та відстрілу з гранатометів гранат двох типів (димових та зі шрапнеллю) з одночасною передачею сигналу про застосування противником ударних БпЛА за допомогою радіопередавача.

Як показано в доповіді, застосування бортової інформаційно-керуючої системи реєстрації експлуатаційних параметрів і захисту зразка ВАТ від ударних БпЛА дозволить значно підвищити рівень ремонтопридатності зразків ВАТ та підвищити їх живучість при використанні за призначенням.

Галкин С.О., канд. техн. наук
Германенко Л.М., канд. екон. наук
Олійник Н.О.
ДНДІ ВС ОВТ

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ/ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

В умовах сучасної війни значного поширення набуло застосування високотехнологічної зброї, що, у свою чергу, сприяло розвитку систем, здатних ефективно протистояти новим загрозам. У зв’язку з цим дедалі більшої значущості набувають системи радіоелектронної боротьби (РЕБ), від ефективності застосування яких безпосередньо залежить подавлення бойового потенціалу противника, результативність застосування високоточної зброї, зниження ефективності використання противником засобів повітряного нападу (ЗПН).

Для оцінки ефективності ведення РЕБ, виявлення найбільш доцільних способів та форм застосування сил та засобів протидії ЗПН необхідно визначити відповідні показники та критерії. Як показник ефективності РЕБ можуть використовуватися імовірнісні, часові, просторові або інші характеристики (параметри), що відображають вплив способів та форм радіоелектронної боротьби на ефективність виконання бойових завдань. Показник ефективності бойових дій, направлених на досягнення будь-якої мети, повинен у кількісній формі відбивати їх вплив на ступінь досягнення цієї мети, тобто на ступінь відповідності реального (отриманого) результату необхідному (бажаному).

Розгляд ефективності як ЗПН, так і заходів радіоелектронної протидії (РЕП) доцільно здійснювати на підставі загальної теорії дослідження операцій. Як показник ефективності застосування ЗПН можна розглядати ймовірність ураження заданим типом ЗПН заданого наземного об'єкта (цілі ураження); як показник ефективності заходів/засобів РЕП системі навігації заданого типу ЗПН – відношення умовної ймовірності ураження заданим типом ЗПН заданого наземного об'єкта; за умови відсутності заходів РЕП до умовної ймовірності ураження заданим типом ЗПН заданого наземного об'єкта за умови застосування заходів РЕП системі навігації.

Для обчислення указаних ймовірностей відповідно до загальної теорії дослідження операцій необхідно обчислити інтеграл добутку координатного закону ураження заданого наземного об'єкта заданим типом ЗПН та щільності розподілу ймовірності точок влучання цього ЗПН, яка розглядається як одна з форм представлення закону розсіювання точок влучання ЗПН. Характеристики можливості ураження об'єкта засобом ураження залежать від міцності конструкції об'єкта ураження та від ТТХ ЗПН (в першу чергу від конструкції бойової частини та ваги вибухової речовини). Реалізувати запропоновану методику оцінки ефективності заходів/засобів РЕП системам навігації ЗПН можна за допомогою відповідного програмного забезпечення.

З практичної точки зору така оцінка ефективності засобів РЕБ може застосовуватися у двох аспектах:

- для порівняння між собою засобів РЕБ за результатами випробувань та визначення кращого з точки зору прийняття на озброєння (постачання);
- виконання оперативно-тактичних розрахунків для визначення бойових можливостей засобів РЕБ та варіантів їх бойового застосування в операціях (бойових діях), що плануються.

Галузінський А.Г.
Іванець Г.В., канд. техн. наук, доц.
Ставицький О.М., канд. техн. наук, доц.
Кириченко М.І.
ХНУПС

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПІДТРИМАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Боєздатність підрозділів Сухопутних військ визначається потенційною технічною спроможністю та рівнем професійної й морально-психологічної підготовленості особового складу підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій). Боєздатність є визначальним елементом бойової готовності військ і найважливішою умовою ефективного виконання бойових завдань.

Рівень боєздатності підрозділів Сухопутних військ безпосередньо залежить від ефективності функціонування систем всебічного забезпечення, підтримання та відновлення їх можливостей для успішного виконання завдань за призначенням.

Комплексна система забезпечення, підтримання та відновлення боєздатності підрозділів уявляє собою сукупність функціонально пов'язаних систем, документації та виконавців з метою всебічного забезпечення успішного виконання ними завдань за призначенням.

Під ефективністю комплексної системи розуміють вплив її на досягнення та підтримання на достатньому рівні боєздатності та боєготовності військ для максимальної реалізації бойових можливостей підрозділів Сухопутних військ в ході бойових дій.

Комплексна система повинна сприяти організації та здійсненню заходів, спрямованих на підтримання постійної готовності підрозділів, створення сприятливих умов для успішного та своєчасного виконання поставлених бойових завдань. Вона включає:

систему матеріально-технічного забезпечення;

систему технічного обслуговування та ремонту;

систему відновлення боєздатності озброєння та військової техніки підрозділів Сухопутних військ;

систему професійної підготовки особового складу;

систему морально-психологічного забезпечення та психологічної підготовки особового складу підрозділів;

систему медичного забезпечення;

систему фінансового забезпечення.

Узагальнений показник ефективності комплексної системи уявляє собою суму показників ефективності всіх систем з врахуванням коефіцієнтів важливості кожної системи.

Коефіцієнти важливості складових комплексної системи визначаються методом експертних оцінок на основі аналізу досвіду ефективності функціонування існуючої системи забезпечення боєздатності підрозділів Сухопутних військ. При цьому повинна виконуватися умова, що сума коефіцієнтів важливості всіх систем дорівнює одиниці.

На основі оцінки ефективності комплексної системи здійснюється планування, корегування та проведення організаційно-технічним заходів, спрямованих на підвищення якості функціонування всіх систем забезпечення з метою підтримання та відновлення боєздатності підрозділів Сухопутних військ.

Гера В.Я., PhD
Баган А.В., PhD
НАСВ

ІННОВАЦІЙНА АКУСТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЙ ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах війни з російською федерацією Збройні Сили України потребують високотехнологічних рішень для підвищення ситуаційної обізнаності та ефективного ведення контрбатарейної боротьби. Одним із напрямів, що вимагає оновлення, є акустична розвідка, яка дозволяє визначати координати артилерійських позицій противника за допомогою фіксації звукових хвиль, спричинених пострілами. Існуючі зразки радянських систем, такі як АЗК-7, мають значні обмеження, зокрема громіздкість, тривалий час розгортання, потребу у численному обслуговуванні та нездатність працювати автономно, що робить їх використання ризикованим і малоефективним.

Актуальним технічним рішенням виступає новітня інноваційна акустична система, призначена для виявлення артилерійських пострілів противника в реальному часі. Вона дає змогу здійснювати автономне спостереження за допомогою компактних сенсорних модулів, які можуть бути доставлені у визначені точки безпілотними літальними апаратами. Це дозволяє вести моніторинг навіть у глибокому тилу ворога без участі оператора, знижуючи ризики для особового складу. Водночас мобільність системи забезпечує її гнучке використання відповідно до змін тактичної обстановки на полі бою.

Принцип дії системи базується на реєстрації звукових хвиль за допомогою високочутливих мікрофонів і подальшому аналізі отриманих сигналів із використанням штучного інтелекту. Зокрема, згорткові нейромережі аналізують спектральні характеристики звуку, тоді як рекурентні мережі використовуються для обробки послідовностей аудіоданих. Такий підхід дозволяє ідентифікувати

момент пострілу, визначити напрямок і відстань до джерела, а також оцінити калібр використаного боєприпасу. Це значно підвищує точність визначення координат вогневих позицій.

Система може працювати у двох режимах: стаціонарному та мобільному. У стаціонарному режимі сенсори встановлюються в стратегічних точках для довготривалого моніторингу, а в мобільному - інтегруються з наземними платформами або дронами, що дозволяє оперативно змінювати їх розташування залежно від ситуації. Завдяки низькому енергоспоживанню система здатна функціонувати автономно, протягом кількох діб без підзарядки, що забезпечує її використання у важкодоступних і небезпечних районах без технічного обслуговування.

Окрім основної функції виявлення ворожої артилерії, система може бути інтегрована в загальну мережу бойового моніторингу, об’єднану з іншими розвідувальними платформами - радіоелектронною розвідкою, аеророзвідкою, командними пунктами. Це сприяє створенню єдиного інформаційного простору для оперативного ухвалення рішень. Впровадження таких рішень дозволяє не лише зменшити час реакції на обстріли, але й ефективніше планувати дії артилерії ЗСУ.

Таким чином, інноваційна акустична система становить якісний прорив у засобах звукової розвідки. На відміну від застарілих зразків, вона забезпечує автоматизовану, точну та безпечну фіксацію артилерійських загроз, що дозволяє суттєво підвищити бойову ефективність підрозділів і зберегти життя українських військовослужбовців у сучасних бойових умовах.

Гламаздін В.В.
Мальцев В.П., канд. техн. наук
Могила А.А., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
Натаров М.П., канд. фіз.-мат. наук, ст. дослід.
Шубний О.І., канд. фіз.-мат. наук, ст. дослід.
ІРЕ НАН України

ЦИФРОВА АНТЕННА РЕШІТКА *С*-ДІАПАЗОНУ

Останнім часом в радіолокаційній літературі широко обговорюються цифрові антенні решітки (ЦАР). Вони використовуються у радарних системах виявлення, супроводження, вимірювання координат повітряних цілей, в тому числі і для завчасного виявлення ударних БпЛА противника з метою забезпечення захисту озброєння, військової техніки та особового складу.

Тому доповідь присвячена розробці систем пошуку, виявлення та супроводження повітряних цілей з використанням стохастичних радіосигналів, які дозволяють усунути неоднозначності при вимірюванні дальності та радіальної швидкості.

У режимі пошуку цілі передавальні елементи радара з ЦАР випромінюють стохастичні взаємоортогональні сигнали. Кожен елемент решітки передавача формує промінь, котрий визначається діаграмою направленості (ДН) елемента, яка може охоплювати весь сектор огляду. Через взаємну ортогональність зондувальних сигналів вони на цілі підсумовуються некогерентно. Кожен приймальний елемент виділяє множину випромінених передавачем сигналів після їх відбиття ціллю. Приймач ЦАР має однакову структуру для усіх канальних приймачів. Множина сигналів кожного приймального елемента обробляється окремим каналом приймача за допомогою узгоджених фільтрів. У результаті формується повний набір вузьких приймальних променів, котрі покривають сектор огляду.

У режимі супроводу цілі за координатами усі передавальні елементи радара з ЦАР можуть випромінювати когерентні радіосигнали, котрі мають однакову форму і тому з’являється можливість формувати вузьку ДН, яка спрямована на ціль. У цьому випадку радар з ЦАР може перетворитися на радар, який набуває властивостей, що притаманні радару зі звичайною фазованою антенною решіткою і сфокусувати енергію, що випромінюється усіма елементами передавальної антенної решітки на виявленій цілі.

Розроблено антенну решітку, приймально-передавальний модуль, алгоритм обробки оцифрованих відбитих ціллю стохастичних зондувальних радіосигналів.

Цифрова антенна решітка складається з визначеного числа передавальних та приймальних елементів. Випромінювальний елемент решітки має діаграму направленості, ширина якої близько 80° у Е- та Н-площинах і перехідне ослаблення між елементами більше ніж 20 дБ. Ширина діаграми направленості решітки 16×16 елементів близько 8° в Е- та Н-площинах, коефіцієнт стоячої хвилі елемента у складі решітки не перевищує 1,2. Кожен елемент решітки підключається до приймально-передавального модуля через розроблений оригінальний коаксіально-хвилевідний перехід.

У режимі пошуку цілі для радара з цифровою антенною решіткою властиво мати широкі діаграми направленості на передавання та повний набір вузьких діаграм направленості на приймання, які покривають весь сектор огляду радара. Це виключає необхідність сканування зони огляду. Завдяки використанню у радарі для зондування стохастичних імпульсних радіосигналів область однозначного вимірювання дальності та радіальної швидкості суттєво розширюється.

Головняк Д.В., д-р філософії
Мокринський О.В.
Салогор В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ОГЛЯД ЗРАЗКІВ БРОНЬОВАНОГО ЗАХИСТУ КУЛЕНЕПРОБИВНИХ ЖИЛЕТІВ

Висока швидкість розробки та використання нових матеріалів визначає наявність великої кількості технічних рішень в області кулестійкості та броньованого захисту в умовах постійного вогневого впливу. Різні типи броньованої кераміки та підкладок, які гасять енергію, форми фронтальних елементів та ін. напряму впливають як на балістичну стійкість та ефективність, так і на живучість броньованих пластин.

Початковими умовами для розрахунку кулестійкості матеріалів беруть швидкість кулі на момент зіткнення з конструкцією. Значення швидкостей, які приймаються як оцінні характеристики, отримують багатоітераційним розрахунком, що визначає високу ускладненість даного моделювання. Критерієм ефективності броньованого захисту є співвідношення мінімального значення кінетичної енергії рухомої кулі, яка дозволяє проникнути через перешкоду, та на виході має нульову енергію відносно до маси відібраного варіанта конструкції.

Традиційно куленепробивний жилет складається з куртки та куленепробивних панелей.

Куртка виготовляється з тканин хімічного волокна, яка дуже легка по масі та служить для покриття і захисту куленепробивного шару. Основним матеріалом для виготовлення використовують поліетиленові волокна надвисокої молекулярної маси (волокна високої удільної міцності та удільного модуля). Крім того, балістична стійкість поліетиленового волокна вище, ніж у арамідного, але термостійкість його нижче.

Броньовані панелі є основним елементом бронежилета, мають різну будову та конфігурацію і виготовляються з твердих та м’яких матеріалів, але при цьому вага його залишається великою. Вони розташовані у фронтальній та дорсальній проєкції органів грудної клітини. Призначення матеріалу броньованої панелі – зупинити уражаючі елементи, максимально розсіяти його кінетичну енергію і розподілити решту на можливо велику площину поверхні тіла. Призначення визначає жорсткість та габарити, а отже при використанні можуть виникнути ергономічні незручності. Залежно від габаритів, маси, жорсткості броньовані панелі обмежують рух торса. Тому зниження масогабаритних характеристик броньованих панелей при заданій кулестійкості матеріалу є актуальною задачею для досягнення високих ергономічних, економічних характеристик, а також міцності бронежилетів.

Для збільшення ергономічних характеристик бронежилетів як матеріал броньованих панелей використовують зміцнену кераміку. Конкуренцію такій кераміці можуть скласти мінеральні сплави, які отримані за технологією кам’яного лиття. Матеріал кулезахисних броньованих пластин поглинає або розсіює кінетичну енергію куль стрілецької зброї та уражаючих елементів, крім того керамічні матеріали мають цінні характеристики, серед яких, зменшена щільність, висока твердість та модуль пружності, збереження міцності при нагріванні і термостійкість. Найкращим зразком, як бронезахист служать ударостійкі керамічні матеріали на основі карбіду бора, якій знижує масу броньованого

захисту, а також на основі дибориду титану, якій має найбільшу міцність та модуль пружності. Найбільш перспективним для серійного виробництва рахують оксид алюмінію броньованої кераміки.

На даний час проводяться розробки “рідкого куленепробивного жилета”, вага якого складає 2/3 від звичайного куленепробивного жилета. Його принцип роботи заснований на “рідині, яка загущує зрушення” – ньютонівська рідина. Ця рідина твердіє при влучанні кулі, щоб її блокувати. Куленепробивні жилети, виготовлені з такої рідини, набагато легші за існуючи, але вартість технічного наповнення і масового виготовлення досі залишається високою.

Голуб С.П.
Могила А.А., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України

КОМБІНОВАНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИГНАЛІВ, ЩО ВІДБИТІ ЦІЛЯМИ ТИПУ БпЛА, ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ В СИСТЕМАХ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ

Для забезпечення ефективного захисту озброєння і військової техніки від ударних БпЛА противника актуальними є питання проблем розвитку систем ситуаційної обізнаності щодо повноти інформації на поточний момент про повітряні загрози: кількість цілей, їх координати, курс руху, їх вірогідний тип - від чого залежить прийняття відповідних адекватних рішень.

Широковідома велика кількість моделей взаємодії різноманітних сигналів (радіолокаційних, акустичних, лазерних) з об’єктами повітряного простору типу БпЛА та подальша обробка з метою їх виявлення, аналізу, цілевказання.

Кожний, хто стикається з завданням захисту від повітряних цілей, постає перед проблемами обрання підходів, техніки, безпечного використання.

Звісно, підхід має бути найрезультативнішим, тобто найдостовірнішим за висновком, швидкісним, а також сучасним, мінімально помітним для об’єкта (цілі) або інших засобів радіотехнічної розвідки противника, економічним щодо ресурсів, отже, ефективним.

Розглядаємо радіолокаційні сигнали, отримані когерентними радіолокаторами в різноманітних режимах щодо активної/пасивної локації, несучих частот і завадової ситуації. Фізико-математична модель комбінована - багатопараметрична з використанням непараметричних характеристик, з організацією на етапі досліджень (“навчання” системи), всіх доступних даних та програмно-мовного інструментарію - в “ансамблі” (“кортежі”, “гурти”) ознак, з аналізом їх інформативності для побудови відповідних швидкісних вирішувальних алгоритмів і програм.

Побудова системи відбувається у два етапи: 1) навчання (з формуванням признакового простору) і 2) побудови вирішувальних правил (для аналізу ситуації потрібно вирішити, до якого з класів належить “екзаменаційна” вибірка і, зрештою, реальна ціль).

На етапі навчання застосовуються попередньо отримані або змодельовані реалізації кожного класу з узагальненими признаками, в якості яких використовуються ЕПР, швидкість (за Допплером та зміною координат), спектральні характеристики (енергетичні спектри, їх змінність / швидкість змінності максимумів, ширини, відношення ширин, модальності / бокові складові, “псевдоспектри”. Аналізується їх інформативність для побудови відповідних швидкісних вирішувальних алгоритмів і програм. Інформативність зауважує ймовірнісні характеристики, які вдається отримати під час аналізу, а також внесок тих чи інших признаків на розділення класів. Все це впливає на комбіновану модель.

Система прийняття рішень включає як ймовірнісні підходи із застосуванням статистичних характеристик так і детерміновано-статистичні з побудовою дихотомічних правил та граничних еталонів класів.

Кінцева мета досліджень - побудова працюючого макета системи розпізнавання.

Висновки: актуальним для забезпечення ефективного захисту озброєння і військової техніки від ударних БпЛА є розпізнавання типу цих цілей.

Пропозиції: провадити дослідження та побудову засобів розпізнавання, в тому числі із застосуванням систем штучного інтелекту (ШІ).

Грабчак З.М., д-р філос. ОВТ
Вільгуш Д.В.
Билиця І.О.
НАСВ

ВИКЛИКИ І ОБМЕЖЕННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТА ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ Й ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

При веденні сучасних бойових дій командири тактичної ланки стикаються зі зростаючим обсягом інформації, який необхідно швидко обробляти та використовувати для прийняття своєчасних і обґрунтованих рішень. В таких умовах традиційні методи управління військами стають недостатньо ефективними, що зумовлює необхідність впровадження технологічних рішень, здатних підтримати командирів у їхній діяльності. Ключовими елементами ефективного тактичного управління є системи ситуаційної обізнаності (СО) та об'єктивного контролю (ОК), які тісно взаємопов'язані та забезпечують командира необхідною інформацією для планування, виконання та оцінки бойових завдань. Важливість систем СО та ОК для прийняття рішень на тактичному рівні є надзвичайно великою. Вона забезпечує своєчасне, релевантне та точне оцінювання обстановки, що є критично важливим для успішного виконання місій. СО та ОК командирів може суттєво зменшити вірогідність таких випадків, як дружній вогонь, та інших помилок, спричинених недостатнім розумінням обстановки.

Використання цих систем в освітньому процесі у ВНЗ може підвищити рівень підготовки військових фахівців завдяки можливості моделювання бойових ситуацій та отримання зворотного зв'язку в реальному часі. Це дозволить курсантам краще засвоювати тактичні прийоми та сприяти розвитку стратегічного мислення майбутніх командирів, надаючи їм більш глибоке розуміння оперативного середовища та потенційних наслідків їхніх рішень. У Національній академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного створені навчально-тренувальні комплекси систем інформаційної (ситуаційної) обізнаності командирів тактичної ланки управління для проведення занять з використанням ІКС "DELTA", "HERMES-C2" та ПК "Кропива", "Вежа".

Збройні Сили України успішно застосовують системи СО та ОК, які сприяють підвищенню ефективності виконання завдань та оптимізації використання ресурсів за рахунок кращого планування та розподілу. Досвід ведення російсько-Української війни показав, що успіх військових дій визначається не тільки співвідношенням сил і засобів, а й досягненням переваги в управлінні. Забезпечує таку перевагу система управління, побудована на основі сучасних засобів та комплексів.

Незважаючи на численні переваги, впровадження та використання систем СО та ОК пов'язане з певними викликами та обмеженнями. Однією з ключових проблем є інтеграція нових технологій з існуючими застарілими системами, що може бути складним та ресурсномістким процесом. Висока вартість розробки, впровадження та підтримки таких систем є значним обмеженням, особливо в умовах скорочення бюджетних ресурсів. Ще однією значною проблемою є перевантаження інформацією (Data Overload). Зі збільшенням кількості датчиків та джерел інформації командири можуть зіткнутися з надмірним обсягом даних, що ускладнює їхню фільтрацію та аналіз для отримання дійсно важливої інформації. Очікується, що штучний інтелект буде відігравати ключову роль в обробці та аналізі даних. Також серйозним викликом стала кібербезпека, оскільки системи управління військами є потенційною ціллю для кібератак, які можуть призвести до катастрофічних наслідків, включаючи розкриття важливої інформації противнику або навіть втрату контролю над військами.

Для подальшого розвитку систем СО та ОК необхідно розвивати інтеграцію штучного інтелекту, автономних систем, технологій AR/VR та мереж 5G.

Гречаний М.П.
ДНДІ ВС ОВТ

РІШЕННЯ З ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БпЛА ВІД УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

Використання противником ударних БпЛА набуло масового характеру та стало однією із головних загроз для військ та інфраструктури.

Групою моніторингу відкритих джерел інформації за напрямком інноваційних розробок озброєння та військової техніки здійснюється постійний пошук рішень з протидії ворожим БпЛА.

Наразі найбільш дієвими рішеннями визначено “Сіткомет” ТОВ “Центр протидії БпЛА” та FPV-БпЛА-винищувач “CHIEF-1”, AST Defender в кооперації з приватним підприємством НВФ “ТАХО” (боєприпас).

“Сіткомет” виконано у варіантах для використання як з БпЛА, так і з рук. Система складається із механізму відстрілу та картридж-пострілу із сіткою розміром 3,5х3,5 м. Дистанція максимального розкриття сітки становить 4-5 м та 10 м відповідно.

“CHIEF-1” являє собою БпЛА мультироторного типу. В нижній частині БпЛА змонтовані 2 стволи під патрон 12 калібру. Патрони ініціюються електрозапальним механізмом за командою з пульта управління. З метою уникнення віддачі пострілу кожен ствол спороджується двома діаметрально розташованими патронами, що відстрілюються одночасно. Зараз зазначений виріб проходить апробацію в умовах бойових дій у складі експериментального бойового підрозділу та попередньо має позитивні результати.

Значний інтерес становлять стріляючий механізм до FPV-БпЛА “Летигорошко” ТОВ “СпейсРей”, дробовик “Меч Джедая” ФОП Давидова Л.О., підвісна рушниця під дрон 12-го калібру (ПРПД 12) ТОВ “SKY MT”. У цих розробках реалізовуються рішення, схожі з рішеннями, які використані у FPV-БпЛА-винищувачі “CHIEF-1”, проте рівень готовності цих проєктів значно нижчий.

Українською дослідницькою компанією ТОВ «Лазеркортех» розробляється лазерна установка для віддаленого знищення легких повітряних цілей (БпЛА) на відстані до 2 км, як летять зі швидкістю до 250 км на годину. В ході експериментів з дистанційного ураження (наскрізного пропалювання або підпалу) залізних та пластикових цілей на відстані 200 та 100 м їх загоряння в більшості випадків, відбувалося за 2-3 секунди, а наскрізне пропалювання - протягом 10–25 секунд. Зазначене підтверджує правильність прийнятих концептуальних рішень та доводить можливість реалізації проєкту з заданими характеристиками. Робота триває.

ТОВ “АУРА-Україна” розробляє магнітно-імпульсну рушницю проти БпЛА - AURA MPG (MAGNETIC PULSE GUN). Її принцип дії - направлені електромагнітні імпульси. На відстані 200-500 м AURA MPG знищує електроніку БпЛА (у роторних моделей першими вибухають двигуни). Пристрій складається з блока живлення та малогабаритного випромінювача ламінарного потоку у формфакторі пістолета. Наразі отримано результати, що підтверджують правильність прийнятих концептуальних рішень та доводять можливість реалізації проєкту з заданими характеристиками. Робота триває.

Отже, на сьогоднішній день готовими та ефективними рішеннями з кінетичного ураження ударних БпЛА мультироторного типу є вироби “Сіткомет” та FPV-БпЛА-винищувач “CHIEF-1”. Вбачається за доцільне сприяти масштабуванню виробництва та досвіду застосування зазначених виробів у військах з метою протидії ударним БпЛА противника.

Розробки українських зразків озброєння на нових фізичних (нетрадиційних) принципах дії мають високий потенціал та потребують підтримки для їх появи в найближчій перспективі.

Гулей Б.С.
Оліярник Б.О., д-р техн. наук, проф.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ПЕРЕБУВАЄ НА ОЗБРОЄННІ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

У сучасних умовах ведення бойових дій військова автомобільна техніка (ВАТ) є не просто допоміжним елементом, а критично важливою складовою бойового потенціалу механізованих та танкових підрозділів. Вона забезпечує оперативну мобільність, логістичну підтримку, евакуацію поранених (загиблих, хворих), підвезення боєприпасів, пального тощо. Саме від ефективності машин цього класу багато в чому залежить успішність бойових завдань.

Значна частина автомобільного парку Збройних Сил (ЗС) України – це техніка радянського виробництва, що потребує проведення капітального ремонту або модернізації. У багатьох випадках машини не відповідають вимогам сучасного бою, зокрема щодо захищеності, маневреності та сумісності з новітніми системами зв'язку.

Виходячи із зазначеного вище, можна окреслити основні напрями розвитку ВАТ у ЗС України:

- модернізація парку – оновлення застарілих машин, встановлення сучасного обладнання (GPS-навігація, цифрові системи управління, нові двигуни);

- підвищення захищеності – розробка броньованих вантажівок і медичних евакуаторів, здатних діяти в зоні бойових дій;

- автоматизація – впровадження безпілотних транспортних засобів для доставки боєприпасів чи евакуації під вогнем противника;

- гібридні та електричні технології - поступовий перехід до альтернативних джерел живлення для зниження залежності від пального;

- уніфікація платформ - спрощення обслуговування та ремонту за рахунок використання одних і тих самих базових елементів у різних типах техніки.

Зважаючи на євроатлантичний курс України, важливо адаптувати ВАТ до стандартів країн - членів НАТО, що передбачає забезпечення відповідності систем зв'язку, можливості буксирування техніки відповідно до союзницьких стандартів, проведення спільних навчань та обслуговування техніки на багатонаціональних полігонах тощо.

Україна має значний інженерний і промисловий потенціал для створення сучасної ВАТ, зокрема: Державним підприємством "АвтоКрАЗ" – виробництво потужних вантажівок; приватними оборонними компаніями – створення броньованої техніки ("Козак", "Варта", "Новатор" тощо). Співпраця з міжнародними партнерами також відкриває перспективи для локалізації виробництва та передаванні технологій. Після 2022 року ЗС України отримали безцінний практичний досвід використання техніки в умовах інтенсивного бою, завдяки чому: зросла потреба у швидкому ремонті та евакуації техніки; доведено доцільність використання броньованих машин навіть у тилу; з'явилися нові вимоги до мобільності – здатність працювати в умовах зруйнованої інфраструктури.

Перспективи розвитку ВАТ ЗС України пов'язані з поєднанням трьох стратегічних напрямів: модернізації, інновації та інтеграції в НАТО. Тому слід пам'ятати, що автомобільна техніка – це не лише "логістика", а бойовий інструмент, який має бути сучасним, захищеним і мобільним. Лише інвестуючи ресурси в цей напрямок, Україна зможе забезпечити високу боєздатність вітчизняних механізованих і танкових підрозділів у тривалій перспективі.

Гурнович А.В., д-р техн. наук, проф.
Сенаторов В.М., канд. техн. наук, доц.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАСОБАМИ БЛИЖНЬОГО БОЮ

Система сучасних засобів ураження в ближньому бою являє собою приклад складних комплексів дискретно-розподілених об'єктів управління. Всі ці об'єкти пов'язані між собою й функціонують паралельно у часі. У сукупності вони утворюють складне розподілене дискретно-безперервне технічне середовище, яке потребує від системи управління рішення досить великого набору різноманітних логіко-обчислювальних задач, пов'язаних зі збором й обробкою значного обсягу інформації, її класифікацією, прийняттям рішень і плануванням дій у багатокомпонентному середовищі. У цих умовах одним з перспективних шляхів розвитку пристроїв управління є побудова їх як інтелектуальних систем управління, що дозволяють найбільш раціонально реалізувати необхідні функції обробки складної інформації на основі моделей знань і логічних методів.

Основні передумови доцільності побудови систем управління дискретними засобами ураження, як інтелектуальних систем, полягають у такому:

умови функціонування систем характеризуються різноманіттям даних й якісних характеристик;

компоненти розподілених об'єктів, з якими працюють системи, потребують для опису свого складу, структури й стану створення складно-організованої інформаційної моделі;

дані про поточний стан об'єктів впливають на процес вироблення реакцій системи;

процеси розглянутого класу мають скоріше логічний, ніж обчислювальний характер.

У розглянутому проблемному середовищі для інтелектуальних систем автоматизованого управління можуть бути виділені такі класи прикладних задач: моніторингу; управління; контролю; діагностики.

Задачі управління комплексами дискретно-розподілених об'єктів у реальному часі є найбільш функціонально ємними й містять у собі задачі оптимального розподілу вогню неоднорідних вогневих засобів по неоднорідних об’єктах (цілях), контролю й діагностики. Найбільш простим розвитком розглянутих вище систем контролю, у тому числі інтелектуальних, є управління компенсацією виявлених небажаних відхилень від заданої ідеальної цільової траєкторії системи в просторі станів. Необхідним додатковим елементом тут стає модель, що описує структуру комплексу об'єктів, їх властивості й середовище функціонування, а також динаміку їхньої поведінки.

У більш повному варіанті задача припускає вироблення впливів, що забезпечують їх задану цільову траєкторію в просторі станів. У загальному випадку така траєкторія має вигляд мережі, кожна вершина якої зіставляється з певним логічним вираженням, що описує необхідний стан об'єктів управління, з якими працює система. Вироблення закону управління реалізується як процес ухвалення рішення в складному середовищі, а при плануванні багатокрокових ланцюжків досягнення цільових станів задача має безпосередній логічний висновок.

Давіденко С.В., канд. техн. наук, доц.
Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІДСТЕЖУВАЛЬНО-НАВІДНОМУ КОМПЛЕКСІ ДЛЯ ШВИДКОЇ ТА ТОЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦІЛІ

У сучасних умовах російсько-Української війни на перший план виступає проблема завчасного виявлення, ідентифікації та точного наведення на ціль в умовах обмеженої видимості, оскільки стандартні оптичні системи в умовах обмеженої видимості мають досить низьку ефективність. Особливо яскраво вони проявляються в повній темряві, під час туману, дощу, задимленості чи інших умовах обмеженої видимості.

Одним зі шляхів подолання цих проблем є застосування штучного інтелекту, інтегрованого у тепловізійний модуль, що дозволяє автоматично розпізнавати рухомі й нерухомі об'єкти за їх тепловими сигнатурами, включаючи людей, техніку і дрони.

Завдяки потужним алгоритмам ШІ модуль швидко аналізує великий обсяг даних, що робить його особливо корисним для виявлення малих цілей, таких як дрони, які важко ідентифікувати традиційними методами. Інтеграція з ППО та НРК дозволяє передавати інформацію про загрози для швидкої координації оборонних дій. Алгоритми ШІ вдосконалюються з часом, навчаючись на нових даних, що підвищує точність системи. Використання YOLOv8 підвищує ефективність виявлення загроз і забезпечує надійний аналіз у режимі реального часу.

Прикладом застосування технології ШІ є відстежувально-навідний комплекс серії "МТІ".

Він є високотехнологічним рішенням, що об'єднує передові тепловізійні та лазерні модулі з інтегрованим штучним інтелектом. Така комбінація забезпечує високу ефективність, точність і мобільність системи. Інтегрований штучний інтелект аналізує великі обсяги даних у режимі реального часу та класифікує об’єкти, що значно підвищує швидкість реагування на загрози. Це особливо важливо для виявлення малих безпілотних літальних апаратів (БпЛА), таких як дрони-камікадзе типу "Шахед". Комплекс "МТІ" керується однією людиною, що значно підвищує мобільність та ефективність системи, це рішення ідеально підходить для мобільних вогневих груп, які потребують швидкого розгортання та реагування. Завдяки компактним розмірам та легкій конструкції комплекс легко транспортується та швидко розгортається в польових умовах,

забезпечуючи оперативне реагування на будь-які загрози, забезпечує мобільні вогневі групи інструментом швидкої та точної ідентифікації та наведення на ціль, знижує ризики для екіпажів та об’єктів, та підвищує бойову готовність підрозділів протиповітряної оборони.

Тепловізійний модуль з високою роздільною здатністю дає можливість працювати на відстані до 4000 метрів, чітко розпізнавати об’єкти та точно наводити на ціль для ураження.

Отже, відстежувально-навідний комплекс "MTI" збалансовано поєднує передові технології і розширені функціональні можливості, що забезпечує значні переваги для мобільних вогневих груп за рахунок оснащення тепловізійним модулем з інтегрованим штучним інтелектом та термографічною камерою, які є ключовими елементами системи розпізнавання та відстеження цілей. Завдяки цьому Збройні Сили України отримують інструмент для автоматизації процесів виявлення та класифікації цілей у реальному часі.

Давіденко С.В., канд. техн. наук, доц.
НАСВ
Скиба К.С.
Олійник О.О.
ТОВ "Хімера Юкрейн"

СУЧАСНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ: НЕОБХІДНІСТЬ І ВИКЛИКИ ДЛЯ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

В умовах сучасних бойових дій, які ведуть Сили оборони України, надійний, захищений та функціональний зв'язок тактичної ланки є критично важливим. Особливої ваги набуває здатність систем зв'язку забезпечувати безперебійний обмін даними для формування повної ситуаційної обізнаності командирів. Доповідь аналізує ключові проблеми існуючих систем, з якими стикаються українські військові, та представляє комплексне рішення на базі вітчизняної системи HIMERA, розробленої саме для потреб Сил оборони, з особливим акцентом на стійке передавання даних ситуаційної обізнаності в умовах РЕБ завдяки Mesh-архітектурі та ретрансляції.

Основні тези:

1. Актуальні виклики тактичного зв'язку для Сил оборони України включають: недостатнє забезпечення засобами зв'язку; високу уразливість до РЕБ та РЕР противника; відсутність або неефективність ППРЧ; критичну проблему обмежених можливостей або повної відсутності передавання цифрових даних (координат, повідомлень, цілей) у багатьох наявних системах, що унеможливлює ефективну цифровізацію поля бою; невідповідність тривалості автономної роботи та стійкості мережі реальним потребам тривалих операцій.

2. Система HIMERA пропонує рішення, фокусуючись на передавання даних та стійкості мережі. Вона забезпечує надійне одночасне передавання голосу та цифрових даних (GPS, позначки, повідомлення). Завдяки саморегульованій Mesh/MANET мережі (Teneta Групи), де кожен пристрій є потенційним ретранслятором, гарантується доставка даних навіть при втраті вузлів або в складних умовах. Стійкість до РЕБ при обміні даними (ППРЧ, AES-256) дозволяє зберігати можливість обміну критичними даними навіть під час активної радіоелектронної протидії (продемонстровано стабільну роботу під РЕБ). Це - комплексне вітчизняне рішення з тривалою автономністю та легкістю розгортання.

3. Інтеграція з системами ситуаційної обізнаності, такими як "Кропива" та Combat Vision 4.0, посилює можливості шляхом прямого обміну тактичними даними через радіомережу HIMERA. Це забезпечує стабільний потік даних ситуаційної обізнаності між підрозділами та командними пунктами, зберігаючи цю можливість навіть під час руху та в умовах активної протидії РЕБ, що критично для підтримки актуальної та достовірної картини бою.

Для підвищення боєздатності Сил оборони України необхідні системи тактичного зв’язку, які гарантують надійний та захищений обмін даними ситуаційної обізнаності. Такі системи, як HIMERA, що використовують саморегульовані мережі з ретрансляцією та стійкі до РЕБ протоколи, дозволяють підтримувати цей критичний обмін даними навіть у найскладніших умовах сучасного поля бою, забезпечуючи інформаційну перевагу та ефективну координацію дій.

Данилик В.М.
Висоцька В.А., д-р техн. наук, доц.
Національний університет «Львівська політехніка»

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ

Система для автоматичного виявлення ймовірності дезінформації у текстах має важливе значення для сучасного інформаційного простору, зокрема в умовах великого обсягу недостовірної або маніпулятивної інформації в інтернеті. Вона допомагає користувачам швидко й ефективно визначати рівень довіри до текстів, що поширюються з різних джерел, що є особливо актуальним для журналістів, дослідників, медіа-аналітиків і звичайних користувачів соціальних мереж. Можливість автоматизованого аналізу текстів на основі їх порівняння з базою даних довірених і ненадійних джерел робить цей інструмент корисним для всіх, хто прагне отримувати достовірну інформацію. Програма поєднує в собі сучасні технології обробки природної мови, алгоритми машинного навчання та ефективний пошук на основі FAISS, що дозволяє швидко аналізувати тексти українською мовою. Використання багатомовної моделі MiniLM дозволяє коректно працювати з текстами на кількох мовах, що розширює сферу її застосування. Інтелектуальний модуль системи у вигляді парсера виконує функцію автоматизованого збору текстової інформації з визначених джерел, основою яких у даній реалізації є Telegram-канали. Його структура та принципи роботи забезпечують ефективний процес вилучення, обробки та збереження текстових даних, що є основою для подальшого аналізу. Парсер запускається одночасно з основною програмою, функціонуючи паралельно з іншими компонентами системи. Це дозволяє забезпечити безперервність роботи та інтеграцію його результатів у загальний процес. Головне завдання полягає у витягу текстового контенту з Telegram-каналів, перелік яких визначений у конфігураційному файлі. Кожне джерело має чітко визначені атрибути, такі як URL і рейтинг довіри, що забезпечує можливість формування бази даних із класифікацією за рівнем достовірності. Алгоритм роботи парсера побудований таким чином, що під час обробки Telegram-каналів кожна публікація аналізується на предмет новизни. Тому зберігається час останнього парсингу для уникнення дублювання даних і включення до бази лише нових текстів. Такий підхід забезпечує економію ресурсів і знижує обсяг непотрібної інформації в системі, концентруючись на актуальних даних. Обробка текстів передбачає очищення від зайвих символів, форматувань і посилань, що гарантує структурованість і чистоту текстового матеріалу. Зібраний контент зберігається разом із метаданими, що включають URL джерела, час отримання та рейтинг довіри до джерела, визначений у конфігурації. Ці дані уніфіковано передаються для подальшого аналізу іншими модулями системи. Архітектура парсера побудована на засадах гнучкості та розширюваності. Хоча основна увага приділяється Telegram-каналам, загальна структура забезпечує можливість адаптації та інтеграції додаткових джерел у майбутньому без необхідності суттєвих змін у реалізованій логіці. Система може масштабуватися відповідно до нових завдань та вимог. Парсер забезпечує точність, ефективність і адаптивність у процесі збору текстової інформації як невід'ємна частина загального функціонування системи аналізу достовірності даних.

Дана доповідь підготована завдяки грантової підтримки Національного Фонду Досліджень України, реєстраційний номер проєкту 33/0012 від 3/03/2025 (2023.04/0012) «Розроблення інформаційної системи автоматичного виявлення джерел дезінформації та неавтентичної поведінки користувачів чатів» за конкурсом «Наука для зміцнення обороноздатності України».

Дихановський В.М., д-р техн. наук, с.н.с.
Лещенко М.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Гусєв Ю.В., канд. екон. наук, доцент
Національний університет «Острозька академія»

ВТП: ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО У СФЕРІ ОБОРОНИ

Вже три роки Україна бореться за свою землю та свою свободу, виборює право на незалежне існування без панування країни-агресора на своїй території. На жаль, бюджет, який виділяється

Міністерству оборони, не покриває необхідних витрат на найголовніші потреби війська. Складні виклики, з якими ми стикаємося сьогодні, часто вимагають навичок і підходів, що виходять за рамки традиційних військових сил і засобів. Співпраця держави та громадян дозволяє нам вирішувати ці проблеми, використовуючи специфічний досвід, отриманий у приватному секторі. Приватний сектор може забезпечити гнучкість, швидкі інновації та унікальний набір ресурсів. Яскравим прикладом використання державно-приватного партнерства (далі – ДПП) у сфері національної безпеки України в умовах воєнного часу є діяльність волонтерських, благодійних та громадських організацій, простих громадян. Саме вони у надзвичайно складний період взяли на себе вирішення найбільш нагальних і болючих проблем держави. Для залучення бізнесу Україні потрібно забезпечити прозорі та зрозумілі механізми. ДПП - досить поширена форма співпраці між державою та приватним бізнесом. Це - більш ширше розуміння співпраці задля досягнення головних цінностей у тій чи інші сфері застосування. Уряд отримує доступ до досвіду та ресурсів приватного сектора, а суб'єкти приватного сектору отримують вигоду від обміну інформацією, пов'язаною зі співпрацею, та легітимності, отриманої від вирішення складних завдань для забезпечення загального блага. Демократизація військової могутності – це створення і застосування нових засобів озброєння громадянами та громадськими об'єднаннями. Серед них є висококваліфіковані спеціалісти у сферах науки і технологій, вони не обмежені військовими догмами, тому спроможні створювати нові засоби озброєння, поєднуючи в одній технічній системі різноманітні високотехнологічні гаджети, завантажувати в них програми власного розроблення. Це - тенденція, яка змінить те, як інші країни вестимуть війни у майбутньому. Створюючи нові засоби озброєння в ініціативному порядку, громадяни і громадські об'єднання використовують технології, що закладені в комерційному та академічному секторах, та інтегрують їх у військове русло. Це дозволяє швидко розробляти нові засоби озброєння, постачати їх у війська і допомагати військовослужбовцям результативно їх використовувати в бою. Про готовність приватних підприємців сприяти зміцненню оборони України свідчить багаторічний досвід відбиття російської агресії. Зокрема, приватні підприємці вкладають свій капітал у розвиток високотехнологічного озброєння для Збройних Сил України, значна частина якого постачається у війська. Але, на жаль, цей процес залишається стихійним – підприємці самі вирішують, що потрібно Збройним Силам, ризикуючи своїми ресурсами, створюють нові засоби озброєння і очікують дива – державного замовлення на свою продукцію. На превеликий жаль, до сьогоднішнього дня в Україні досі не реалізовано і навіть на законодавчому рівні не прописано про ДПП у сфері оборони, а це дало б змогу підвищити ефективність ОПК і залучити інвестиції.

Державно-приватне партнерство в оборонній сфері – це співпраця між державою та приватними компаніями, спрямована на спільне вирішення завдань оборони та безпеки, що реалізується заради спільної цінності українців – свободи. Саме таку співпрацю ми бачимо через залучення приватних інвестицій, спільне фінансування та реалізацію проєктів, укладення форвардних контрактів.

Дроздов М.О., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Оленєв В.М., канд. військ. наук, проф.
Військова академія (м. Одеса)

КОНЦЕПЦІЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ

Розвідка та знешкодження (в тому числі радіоелектронні) ворожих БПЛА можуть входити до тактичних завдань окремих бійців та підрозділів спеціального призначення, що вимагає енергетичного забезпечення. Досвід сучасних бойових дій свідчить, що засоби енергозабезпечення існуючих комплексів бойового екіпірування (КБЕ) бійця підрозділу спеціального призначення мають недоліки, які вимагають термінового усунення. Найважливішими з них є недостатні енергоємність, навантажувальні характеристики, швидкість та прихованість відновлення заряду, надійність, надмірні масогабаритні параметри. Між тим розвиток електронних, інформаційних і електромеханічних технологій у системах озброєння, руху й керування перспективного КБЕ призвів до росту потреб у його енергозабезпеченні, що в перерахунку на один індивідуальний комплект сьогодні становить не

менш 15А·год при електрорушійній силі 12 В і за масою наближується до 8 кг. Тому є актуальним для перспективного КБЕ бійця підрозділу спеціального призначення зменшення такої маси не менше ніж вдвічі, з одночасним збереженням чи навіть підвищенням запасу енергії. Важливо щоб окремий боєць або підрозділ спеціального призначення мали можливість поповнювати запас електричної енергії автономно і постійно, без застосування спеціальних зарядних станцій і робити це достатньо приховано від противника з використанням природних або інноваційних джерел енергії. Зазвичай енергозабезпечення окремих спеціальних пристроїв екіпірування бійця спеціального призначення уявляє собою комплект електрохімічних джерел електричного струму, які здатні забезпечувати функціонування всього КБЕ на термін, не менший тижня, без заміни чи перезарядження. В реальних бойових умовах стало очевидним, що така вимога не може бути виконана без подальшого вдосконалення принципів дії і технології таких джерел, а також суттєвого зменшення енергоспоживання деяких пристроїв, наприклад, тактичного ноутбука чи засобів радіоелектронної боротьби та розвідки (РЕБ та РЕР).

Автори пропонують варіант концепції енергозабезпечення перспективного КБЕ.

1. В комплекті системи енергозабезпечення перспективного КБЕ, з точки зору авторів, велику роль має відігравати високочастотний DC-DC інвертор як засіб узгодження наявних електрорушійних сил з приладами та пристосуваннями, зокрема, які мають вирішальне значення у виконанні даного тактичного завдання.

2. Генераторами для постійного підзарядження електрохімічних акумуляторів або суперконденсаторів в умовах виконання тактичних завдань бійцями спеціальних підрозділів автори бачать сонячні та термоелектричні батареї, виконані як елементи одягу чи окремих пристосувань (можливо з радіоактивним ізотопним джерелом випромінювання та тепла), а також генератори електромагнітної дії з використанням зворотно-поступальних та коливальних форм механічного руху, пов’язаних з рухами людини або транспортного засобу.

3. В перспективному КБЕ має бути реалізований автоматичний контроль поточного стану зарядженості джерел електричного струму всіх спеціальних приладів та пристосувань з їх пріоритетним автоматичним зарядженням.

4. Основним напрямком подальшого удосконалення електронних, інформаційних та електромеханічних приладів та пристосувань КБЕ має бути всебічне зниження їх енергоспоживання і маси разом із збереженням та покращенням їх потенціальних функціональних можливостей.

Дурач В.М.
Ісакова Н.М.
НАСВ

ДО ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ВІД КЕРОВАНИХ АВІАБОМБ

Моніторинг літературних джерел сьогодні свідчить про те, що розробка методів, способів і систем ефективного захисту озброєння і військової техніки від засобів повітряного нападу переважно ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) противника і керованих авіаційних бомб (КАБ) з уніфікованими модулями планування та корекції (УМПК) пройшла шлях від простої системи радіоелектронного подавлення до складної інтегрованої системи. Дедалі глибше удосконалюються комплексні технічні засоби для виявлення, відстеження, ідентифікації, встановлення перешкод або знищення КАБ з УМПК.

Щоб скинути ворогу з літака КАБ з УМПК на максимальну дальність і з використанням для цілевказання штатного прицільного комплексу Су-34, російський пілот має піднятися на висоту близько 12000 метрів. Позитивним моментом для Сил оборони України є те, що виявити таку повітряну ціль завчасно просто, а це, в свою чергу, дозволяє організувати раннє попередження про майбутній удар і розпочати протидію.

Загальновідомо, що в Україні продовжується розгортання елементів національної системи радіоелектронної боротьби "Покрова". Хоча технічна інформація про вказану систему у засобах масової інформації вкрай обмежена, відомо, що основною функцією "Покрови" є підміна

супутникового навігаційного поля для ворожих засобів ураження та придушення супутникової радіонавігації уздовж всієї лінії бойових дій.

Поки що саме засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) стали основним засобом ефективної протидії загрозі КАБ з УМПК. При цьому комплекс РЕБ не дозволяє знищити самі КАБ, але робить їх безпорадними, оскільки заважає їм уразити ціль. Як відомо, у комплектах УМПК використовується супутникова навігація, тому її пригнічення чи підміна координат дозволяє з різним ступенем ефективності відводити бомбу від цілі.

У початковому періоді російсько-Української війни у комплектах УМПК ворог використовував завадозахищені елементи з антенами "Комета-М" власного виробництва. Їх кількість упродовж останніх двох років зростала, спочатку це були елементи на 4 антени, потім на 6, 8 та зараз є 12 приймальних антен. У підсумку таке просте масштабування не дозволило росіянам зберегти ефективність своїх УМПК на відповідному рівні.

Як вітчизняні, так і надані Україні країнами-партнерами окремі засоби РЕБ, можуть використовувати уразливість російських КАБ з УМПК до радіоперешкод. Таким чином, у випадку втрати сигналу системою керування КАБ вона може продовжувати лінійний політ у бік цілі, але вже без коригування курсу для компенсації впливу руху повітряних мас. Це, в свою чергу, призводить до відхилень з похибкою до 2,5% на кожні 50 км, отже у разі втрати керуючого сигналу зв'язку похибка для ворожої КАБ складе до 5 км через 100 км польоту.

КАБ з УМПК є помітними для сучасних радіолокаційних станцій (РЛС) типу (AN/MPQ-64 Sentinel), контрбатарейних радарів (COBRA, MAMBA) тощо. Теоретично можна знищити бомбу в повітрі зенітним комплексом з гарматним озброєнням, де є інтегрована РЛС наведення. Тобто для виявлення КАБ з УМПК в ідеалі система ППО повинна мати трикоординатну РЛС, яка використовує Ka, W та міліметровий діапазон для виявлення. Щоправда, для таких РЛС потрібне потужне джерело енергії, яке неможливо розмістити на невеликих платформах та причепах. Розв'язання проблем енергоживлення і поєднання таких РЛС із системами (Gepard, Crotale та ін.) змогли б забезпечити знищення російських КАБ з УМПК в повітрі.

Дядюшкін О.В.
НАСВ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ КОМАНДИРА ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Ситуаційна обізнаність (СО) – критично важливий елемент ефективного управління підрозділами в сучасному бою. Вона визначається як здатність командира сприймати елементи обстановки у певному часі та просторі, розуміти їх значення та прогнозувати їхній стан у найближчому майбутньому.

Досвід бойових дій в Україні висвітлив комплекс взаємопов'язаних проблем, що ускладнюють формування адекватної СО у командирів тактичної ланки: 1) інформаційне перевантаження: командири отримують величезні обсяги даних з різноманітних джерел: доповіді підлеглих, дані розвідки (включаючи масове використання БпЛА різних типів), інформація від вищого штабу, дані від суміжних підрозділів. Ефективне фільтрування, аналіз, пріоритезація та інтеграція цієї інформації в єдину картину в умовах обмеженого часу є надскладним завданням; 2) проблеми інтеграції даних та систем управління: Відсутність єдиної, інтегрованої системи бойового управління на тактичному рівні або її фрагментарне впровадження. Командири змушені використовувати захищені месенджери на смартфонах/планшетах, що ускладнює створення цілісної оперативної картини в реальному часі та швидкий обмін даними; 3) вразливість систем зв'язку та управління: Інтенсивне застосування противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) призводить до придушення або перехоплення каналів зв'язку. Це руйнує потоки даних, необхідних для СО, ізолює підрозділи та унеможливлює своєчасне отримання наказів і доповідей. Постає гостра потреба у стійких, захищених та резервованих каналах комунікації; 4) своєчасність та достовірність інформації: Висока динаміка

бойових дій призводить до швидкого старіння розвідувальних даних. Існує ризик прийняття рішень на основі неактуальної або навмисно спотвореної противником інформації (заходи маскування, дезінформація). Процеси верифікації даних потребують часу, якого часто бракує; 5) протидія засобам розвідки противника: Активне застосування ворогом засобів РЕБ проти БПЛА, маскування та інших заходів знижує ефективність власних засобів розвідки та спостереження, створюючи "білі плями" в СО командира; 6) когнітивне навантаження та підготовка командирів: обробка великих масивів даних, прийняття рішень в умовах стресу, невизначеності та дефіциту часу створює значне когнітивне навантаження. Недостатній рівень підготовки до роботи з сучасними цифровими системами управління та аналізу інформації може нівелювати їхні переваги.

Вирішення зазначених проблем потребує комплексного підходу: 1) технологічний: розробка та впровадження інтегрованих, інтуїтивно зрозумілих систем СО з елементами штучного інтелекту для автоматизації аналізу даних, виявлення загроз та підтримки прийняття рішень. Впровадження стійких до РЕБ систем зв'язку. Подальший розвиток засобів розвідки (особливо БпЛА) та їх інтеграція безпосередньо в тактичну ланку; 2) організаційно-тактичний: удосконалення процедур збору, обробки та розповсюдження інформації. Забезпечення підрозділів достатньою кількістю сучасних засобів зв'язку та відображення інформації; 3) підготовка особового складу: модернізація програм підготовки командирів з акцентом на розвиток навичок критичного мислення, роботи з цифровими системами управління, прийняття рішень в умовах інформаційного перевантаження та стресу.

Досвід російсько-Української війни переконливо довів, що досягнення та підтримка високого рівня ситуаційної обізнаності командирами тактичної ланки є ключовою передумовою успіху на сучасному полі бою. Виявлені проблеми, зокрема інформаційне перевантаження, недостатня інтеграція систем, уразливість зв'язку та високе когнітивне навантаження вимагають негайного реагування через впровадження новітніх технологічних рішень, удосконалення тактики та модернізацію системи підготовки командних кадрів. Комплексний підхід до вирішення цих проблем дозволить суттєво підвищити ефективність управління військами та досягти переваги над противником.

Єгоров С.А., PhD
Єгоров В.А., канд. фіз.-мат. наук
Єгоров А.Д., канд. фіз.-мат. наук
Соболяк О.В, канд. фіз.-мат. наук
ІРЕ НАНУ

ПРИЛАД ПРОСТОРОВОГО АКУСТИЧНОГО ЗОРУ У СИСТЕМАХ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПЕРЕДНЬОГО КРАЮ

В умовах сучасних бойових дій, коли традиційні засоби спостереження можуть бути обмежені або взагалі непридатні через погодні умови, дії засобів радіоелектронної боротьби чи необхідність збереження маскування, актуальним є використання пасивних методів моніторингу. Акустичний моніторинг та пеленгація забезпечує визначення напрямку на джерело звуку та дає можливість ідентифікації звуку.

Акустичні методи мають низку переваг: вони прості у реалізації, недорогі, не випромінюють сигналів і можуть працювати в умовах відсутності оптичної та радіолокаційної видимості. Вони дозволяють фіксувати широкий спектр джерел: дрони (включаючи апарати на оптоволоконному управлінні чи у режимі радіомовчання), постріли зі стрілецької зброї, у тому числі снайперської, роботу мінометів і артилерії, вибухи, а також рух техніки - як важкої, так і легкої (наприклад, мотоциклів). Особливо актуальним такий підхід є для підрозділів, що перебувають у захищених або закритих позиціях, а інтеграція з оптоелектронними, радіотехнічними чи радіолокаційними засобами суттєво підвищує загальну ситуаційну обізнаність.

Найбільша ефективність досягається при мережевому розгортанні системи з кількох акустичних сенсорів, що дозволяє визначати не лише напрям, а й відстань до джерела звуку. Разом з тим

акустичні методи мають і свої недоліки: обмежену дальність, повільну швидкість розповсюдження сигналу, високий рівень завад та складність у розпізнаванні типу джерела.

З метою перевірки ефективності методу створено експериментальний зразок акустичної системи, що складається з восьми мікрофонів, синхронізованих засобів оцифрування та передавання даних через Ethernet-мережу. Обробка і візуалізація даних здійснюється на підключеному комп'ютері або планшеті. Алгоритм обробки включає частотну фільтрацію, локалізацію джерела за методом Батлера, оцінку потужності сигналів та виведення результатів у вигляді кругової діаграми ("водоспад") з розділенням у 1° і кольоровим кодуванням інтенсивності. Автоматично визначається пеленг на найгучніше джерело звуку, що також відображається у числовому вигляді. Реалізовані методи обробки дозволяють виокремити сигнал з певного напрямку для подальшого прослуховування або розпізнавання.

Проведені випробування підтвердили здатність системи виявляти БПЛА типу "мультикоптер" на відстані до 100 метрів із точністю визначення пеленга менш ніж 2º, що свідчить про перспективність подальшого розвитку і застосування такого обладнання на передньому краї.

Єрилкін А.Г., канд. військ. наук, доц.
Афанасьєв В.В., канд. техн. наук, доц.
Пужай-Череда С.К.
Коробецький О.В.
ХНУПС

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА

Одним з основних елементів ведення бойових дій є комплексне застосування засобів ураження по цілях (об'єктах) противника. Воно включає застосування різних видів озброєння частин (підрозділів) Сил оборони України. Вогневе ураження противника (ВУП) здійснюється протягом всього періоду бою (операції), що направлено на реалізацію визначених планів бойових дій частин (підрозділів). Постійна зміна умов виконання бойових завдань, асиметричність кількісно-якісного складу протидіючих сторін обумовлюють необхідність пошуку та реалізації раціональних рішень щодо порядку розподілу та застосування сил і засобів за етапами операцій.

В основі пошуку ефективних підходів щодо комплексного ВУП розглядаються положення теорії Джона Бойда, яка включає такі процесі, як: спостереження, орієнтація, рішення та дія. Джоном Бойдою було доведено, що перевага над противником можлива за умови оперативного прийняття рішень, що забезпечує резерв часу для уточнення дій в умовах швидкозмінної обстановки, а також визначення ефективного порядку дій для відповідних умов. Так, до комплексного аналізу обрано принципи гнучкості, оперативності.

У сучасних умовах розвитку озброєння та військової техніки такі принципи притаманні авіаційній компоненті. Особливо це відноситься до безпілотних авіаційних систем (БпАС), які включають різні за складом, призначенням, тактико-технічними характеристиками безпілотні авіаційні комплекси (БпАК). Дані системи (комплекси) стали невід'ємною складовою в системі ситуаційної обізнаності, що дозволяє приймати рішення в часі, наближеному до реального. Застосування всіх засобів ураження, що задіяні у ВУП, мають бути узгоджені за часом та цілями (об'єктами) і проводитися за єдиним планом для всіх частин (підрозділів), що беруть у ньому участь. Такі властивості, як просторова розподіленість, ієрархічність системи управління ускладнюють вирішення задачі щодо визначення раціонального варіанта дій у фактичних умовах. Це обумовлено невідповідністю таких вимог, як: з одного боку централізації планування бойових дій для забезпечення координації, а з іншого - необхідності децентралізації у виконанні завдань у зонах відповідальності, де є можливість оперативно оцінювати обстановку та корегувати рішення.

Узгодження даних питань можливе шляхом застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР) на різних рівнях підпорядкованості. Такий підхід дозволяє обґрунтовано приймати рішення на основі виконаних розрахунків. Перевагою такого підходу є збільшення вихідних умов за рахунок

цільового обміну даними. В результаті дії підрозділів на ділянках відповідальності мають ситуаційну обізнаність, яка перевищує власні можливості щодо контролю в реальному часі. Розподіл задач в СППР за ієрархічним рівнем пунктів управління, за зонами відповідальності та іншими ознаками створює умови до прогнозування бойових дій в часі, що наближений до реального. Така властивість, в свою чергу, дозволяє здійснювати інформаційно-розрахункову підтримку в концепції багато-доменних операцій, де як ознака доменів можуть бути не тільки простори (земля, море, повітря, космос), а й система ознак, за якими можуть бути об'єднані етапи виконання бойових (спеціальних) завдань.

Завадський Д.С.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Досвід відсічі збройної агресії показав застосування широкої номенклатури противником засобів повітряного нападу. Засоби дальнього ураження типу Х-101, 3М-14, 9М723, KN-23, Х-22/32, Х-59, Х-69, 9М728/9, 9-С-7760, Х-31, 3М55, Х-35/38, 3М22 та Shahed-136/131 використовуються противником для ударів по об'єктах критичної інфраструктури та цивільних об'єктах. Засоби тактичного призначення типу FPV-дронів та дронів зі скидами використовуються на лінії зіткнення та у тактичній глибині для ураження бойової техніки і особового складу.

Враховуючи використання противником тактики польотів у режимі радіомовчання, а також тенденцію до використання оптико-волоконних каналів управління, набувають додаткової актуальності методи радіолокаційного виявлення повітряних цілей. Особливістю застосування засобів повітряного нападу стало активне використання рельєфу місцевості, а також прогалин суцільності радіолокаційного поля для скритного наближення до призначених цілей з метою забезпечення раптовості дій і зменшення ймовірності ураження. Також активно застосовуються заходи зниження радіолокаційної помітності, пасивні та активні перешкоди у радіолокаційному діапазоні, використання імітаторів для викривлення повітряної обстановки.

Отже актуалізувалося питання удосконалення питань виявлення повітряних цілей для вжиття заходів протидії. Для відпрацювання всіх аспектів виявлення сучасних повітряних загроз було удосконалено модель радіолокаційного виявлення та супроводження повітряних цілей, яка, на відміну від існуючих: базується на методі дискретизації просторових та часових показників спостереження; враховує координатні (траєкторні) дані про рух повітряної цілі протягом всього польоту; використовує метод оцінювання прямої видимості з урахуванням рельєфу місцевості; враховує взаємний ракурс РЛС та цілі для оцінки ЕПР цілі і рівня відбитого сигналу; дозволяє моделювати як моностатичні, так і мультистатичні радіолокаційні системи.

Практичне застосування удосконаленої моделі полягає у наступному:

- задається тип повітряного об'єкта (ПО) та траєкторія його руху, тобто маршрут і висота;
- задається позиція радіолокаційного засобу і висота антени;
- маршрут руху ПО розбивається на дискрети;
- для кожної дискрети траєкторії оцінюється умови прямої видимості, максимальної дальності, а також визначається ракурс спостереження і оцінюється усереднене значення ЕПР для цього ракурсу;
- процес обчислень повторюється для наступної дискрети траєкторії. Для розширеного аналізу обирається не одна позиція РЛС, а певний набір можливих позицій. У ході руху повітряної цілі перераховані етапи обчислень проводяться для кожної окремої РЛС.

Після обчислень проводиться постобробка результатів: оцінюються показники загального часу спостереження, середнє за маршрутом значення ЕПР цілі, значення радіальної швидкості.

Отримані результати дозволяють обґрунтувати, наприклад, оптимальні позиції РЛС, тактико-технічні вимоги до перспективних зразків РЛС, необхідний склад радіолокаційних засобів при масованих ракетних ударах.

У доповіді наведені результати застосування методики виявлення і супроводження повітряних цілей з використанням удосконаленої автором моделі радіолокаційного виявлення.

Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЙ ЗВЕДЕНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ ЩОДО БОРОТЬБИ З РОЗВІДУВАЛЬНИМИ ТА УДАРНИМИ БпЛА ПРОТИВНИКА

У реаліях сьогодення, коли авіація противника завдає ударів без входження в зону дії наших засобів протиповітряної оборони (ППО), основними об’єктами для ураження підрозділами ППО угруповань (частин) СВ є розвідувальні та ударні БпЛА противника.

Одним із основних способів бойового застосування сил і засобів ППО для боротьби з БпЛА противника є дії зведених підрозділів дронів-перехоплювачів з позиційних районів на напрямках та в районах їх інтенсивного застосування.

За результатами проведеного аналізу щодо дій зведених підрозділів дронів-перехоплювачів на фоні збільшення інтенсивності застосування противником БпЛА, можна зробити висновок, що роль таких підрозділів у протидії БпЛА противника лише зростає.

З метою підвищення ефективності дій підрозділів зі знищення розвідувальних та ударних БпЛА противника необхідно:

постійно здійснювати детальний аналіз маршрутів їх прольоту та обирати райони виконання завдань для зведених підрозділів дронів-перехоплювачів з урахуванням проведеного аналізу;

систематично проводити тренування розрахунків РЛС та екіпажів дронів-перехоплювачів для підвищення їх спроможностей з виявлення та знищення розвідувальних та ударних БпЛА противника, причому тренування обслуг РЛС здійснювати у поєднанні з виконанням польотів екіпажів дронів-перехоплювачів;

вивчати з особовим складом зведених підрозділів дронів-перехоплювачів ТТХ БпЛА противника, їх вигляд (силуети), тактику та способи застосування;

застосовувати дрони-перехоплювачі літакового типу, які мають більший час польоту, більший радіус дії та висоти застосування;

застосовувати FPV-дрони 8" та 10" зі збільшеною ємністю акумуляторних батарей типу LiPo, замість поширених LiOn, що надає можливість збільшити час польоту дронів;

збільшити кількість дронів-перехоплювачів які мають можливість передавання відеосигналу цифровими каналами зв’язку;

збільшити кількість дронів-перехоплювачів, здатних виконувати польоти на перехоплення повітряних цілей вночі;

застосовувати стандартизовані боєприпаси для зменшення ризику їх самовільного спрацювання;

постійно проводити аналіз робочих частот засобів РЕБ противника та налаштовувати робочі частоти дронів-перехоплювачів у діапазонах, що не підпадають під вплив засобів РЕБ противника;

регулярно проводити обмін досвідом бойового застосування, підвищувати рівень знань та удосконалювати професійні навички зовнішніх пілотів та операторів РЛС (створення спеціалізованих груп в месенджерах (WhatsApp), проведення семінарів, конференцій тощо).

Таким чином, виконання зазначених заходів з підготовки та застосування зведених підрозділів дронів-перехоплювачів дозволить наростити їх спроможність та підвищити ефективність дій щодо боротьби з розвідувальними та ударними БпЛА противника.

Зубарєв В.В., д-р техн. наук, проф.
Шишанов М.О., д-р техн. наук, проф.
Веретнов А.О., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ЗРАЗКІВ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Зразки військової автомобільної техніки (ВАТ) є зразками військового призначення, а отже, до них мають висуватись відповідні вимоги, які значно відрізняються від вимог до зразків цивільного призначення і потребують особливого дослідження властивостей з відповідними показниками, що найбільш проявляються при використанні за призначенням.

Для комплексного обґрунтування вимог до зразків військового призначення необхідно вирішити цілий комплекс завдань на основі системного підходу, до основних з яких відносяться: аналіз причин виходу з ладу зразків; класифікація можливих пошкоджень в процесі експлуатації; проведення функціонально-морфологічної декомпозиції зразка; аналіз ураження зразків; аналіз особливостей відновлювального ремонту; обґрунтування взаємозв'язку між ураженістю, живучістю зразків та їх надійністю; визначення найбільш важливих властивостей зразка, їх показників та завдання відповідних вимог до зразків ВАТ; обґрунтування стратегії експлуатації зразків; моделювання процесу відновлення зразків ВАТ.

При обґрунтуванні і висуванні вимог до перспективних зразків ВАТ необхідним є визначення їх експлуатаційних властивостей, що проявляються в найбільш жорстких умовах експлуатації – при використанні за призначенням. Проведені дослідження і досвід застосування зразків ВАТ в бойових умовах показали необхідність до обґрунтування основних показників надійності та живучості.

Для встановлення взаємозв'язку між надійністю і живучістю зразків ВАТ та виявлення інших властивостей, які необхідно досліджувати, виникає необхідність у проведенні декомпозиції зразка. Особливістю проведення такої декомпозиції є використання функціонально-морфологічного принципу з наданням переваги функціональному принципу. Відповідно до цього підходу функціональний опис зразка є описом процесів його застосування за призначенням, в якому відображена мета функціонування і засоби її досягнення.

Сутність декомпозиції зразка ВАТ за функціонально-морфологічним принципом полягає в тому, що початковим моментом декомпозиції є визначення основних властивостей зразка ВАТ, що проявляються при використанні за призначенням. За результатами проведення такої декомпозиції з'явилась можливість визначити такі властивості як рухомість, надійність, універсальність та виявити ще одну складову живучості - відновлювальний ремонт. На відміну від ремонту в стаціонарних умовах, відновлювальний ремонт проводиться з метою усунення наслідків впливу засобів ураження противника. По суті відновлювальний ремонт є своєрідним містком між надійністю та живучістю зразків ВАТ, і дозволяє встановити ще одну властивість – відновлюваність.

Як показано в доповіді, застосування системного підходу для комплексного обґрунтування вимог до зразків військового призначення дозволяє висувати відповідні вимоги до зразків ВАТ з відповідними властивостями та їх показниками та визначити ще одну дуже важливу властивість – відновлюваність. Стає необхідним здійснення подальших досліджень щодо відновлюваності як важливої властивості, притаманної для зразків військового призначення, та внесення відповідних змін до нормативної документації щодо цього поняття.

Іщенко Д.А., канд. техн. наук, доц.
Стрінада В.В., канд. техн. наук, доц.
ЖВІ

ОСОБЛИВОСТІ ВИМОГ ДО ЗАСОБУ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНОЇ НАЗЕМНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ФОРМУВАННІ ЇЇ ЗАДУМУ

Аналіз досвіду ведення бойових дій в період широкомасштабної агресії рф проти України дозволяє визначити певні стійкі тенденції сучасного періоду розвитку озброєння та військової

техніки та прогнозувати відповідні тренди на оглядну перспективу. Стосовно сфер наукових інтересів безпілотних систем і радіоелектронної боротьби, можна стверджувати про взаємозалежність процесів розвитку засобів ураження та технологій боротьби з ними, у тому числі ефектів використання електромагнітного середовища.

Проблема ефективності безпілотних систем на початковому етапі життєвого циклу – формуванні задуму, передбачає визначення складових і вимог до них, що враховують цілі та прогнозовані умови застосування:

підтримання та набуття бойових спроможностей з розвідки, вогневого ураження, забезпечення та підтримки за рахунок нарощування можливостей безпілотних систем за функціональним призначенням, з одночасним забезпеченням їх фізичної захищеності від засобів вогневого ураження та підвищенням перешкодостійкості;

ймовірність високої прогнозованої ефективності використання ударних (розвідувально-ударних) безпілотних літальних апаратів (БпЛА) разового та багаторазового застосування (мультироторного типу зі скидами, а також із системою First Person View – FPV-БпЛА) для вогневого ураження техніки наземних безпілотних систем, за випереджальним розвитком безпілотних авіаційних систем;

можливість використання бойового досвіду військових частин (підрозділів) безпілотних систем щодо взаємної боротьби безпілотних (безекіпажних) комплексів між собою, а також з пілотованими (екіпажними) засобами.

Безпілотна наземна система (БпНС) і засіб активних перешкод її індивідуального захисту – радіоелектронної боротьби (РЕБ), розглядаються за цільовим призначенням і відповідним до нього складом як “комплекси” (за ДСТУ В 8821-1:2018 “Стандартизація у сфері озброєння та військової техніки. Частина 1. Основні терміни та визначення понять”), що виконують певні тактичні завдання.

Надано цільове призначення засобу – радіоелектронне прикриття БпНС (ділянки місцевості – позиції БпНС) від прицільних ударів з повітря (ураження боєприпасами) сучасними та перспективними радіокерованими БпЛА противника.

Основні завдання РЕБ з БпЛА (виявлення каналів керування та контролю, передавання даних, навігаційної системи, ідентифікація, формування та випромінювання радіоперешкод і подавлення відповідних каналів) виконуються автоматично або/та автоматизовано (дистанційно з укриття) складовими – засобами (розвідувальний приймач, передавач перешкод; акумулятор електроживлення; пульт керування та індикації) за схемою швидкого включення / відключення (вмикання / вимкнення) усіх діапазонів та їх роздільного включення (вимкнення) у визначених діапазонах робочих частот, формуючи діаграму спрямованості, що повністю прикриває БпНС (позицію) – по горизонталі (азимут 0^0 – 360^0) і вгору (кут місця 0^0 – 90^0) , утворюючі у просторі область дії та кругову зону прикриття радіусом, що забезпечує недопущення (зниження ефективності) ударів по БпНС із повітря з використанням БпЛА мультироторного типу зі скидами, а також FPV-БпЛА.

Кадук С.О.
Лисечко В.П., д-р техн. наук, проф.
Сургай М.В., д-р філософії
ХНУПС ім. Івана Кожедуба

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИВЧЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ДОСВІДУ У НАУКОВО-ТЕХНІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Повномасштабна російсько-Українська війна з 2022 року виявила критичну необхідність оперативного впровадження реального бойового досвіду в науково-технічну діяльність. Ефективність застосування озброєння та військової техніки безпосередньо залежить від своєчасного врахування уроків, отриманих у бойових умовах.

Основні проблемні питання, які виникають при розробці та експлуатації зразків озброєння та військової техніки:

1. Недосконалість системи збору та обробки технічних даних, до яких належать: відсутність єдиних стандартів документування технічних характеристик та результатів експлуатації озброєння та слабка координація між бойовими підрозділами та науковими центрами щодо передавання інформації.

2. Повільне впровадження інновацій та результатів наукових досліджень, причиною якого є надмірна бюрократизація процесу прийняття рішень щодо впровадження нових технологій та інертність інженерно-технічних служб у застосуванні нових розробок, перевірених у бойових умовах.

3. Недостатня інтеграція між науково-технічними закладами і підрозділами ЗСУ, що полягає у відсутності ефективного механізму взаємодії між науковцями, конструкторами та військовими фахівцями та недооцінці потенціалу спільних проєктів та випробувань.

4. Проблеми забезпечення інформаційної безпеки, які виникають через складнощі з оперативним і безпечним обміном інформації технічного характеру та недостатній захист каналів комунікації (що обмежує доступ до критично важливої інформації).

Пропозиції щодо вирішення проблемних питань:

1. Формування та застосування єдиної цифрової платформи, що полягає у створенні спеціалізованої електронної системи для збору, аналізу та поширення технічного досвіду, а також впровадження стандартних форм звітності та документування результатів експлуатації озброєння.

2. Прискорення процедури впровадження результатів науково-технічної діяльності, що досягається за рахунок розробки гнучких механізмів та скорочення бюрократичних процедур для швидкого затвердження інноваційних рішень, та залучення фахівців із реальним бойовим досвідом до процесу проєктування та експлуатації техніки.

3. Посилення інтеграції органів, які здійснюють науково-технічну діяльність та військових частин і підрозділів шляхом організація регулярних спільних заходів, випробувань та експериментальних досліджень та започаткування спільних науково-технічних проєктів за участю бойових частин та науковців.

4. Підвищення рівня інформаційної безпеки, що досягається створенням надійних захищених каналів зв'язку для передавання технічної інформації та розробкою та впровадженням чітких інструкцій і правил доступу до інформації.

Таким чином, підвищення ефективності розробки та експлуатації озброєння можливе за умов оперативного і системного врахування реального бойового досвіду. Існує необхідність радикально реформувати існуючі методи збору, обробки і використання бойового досвіду у науково-технічній діяльності.

Каламурза О.Г.
НУОУ

РОБОТИЗОВАНА ІНДИВІДУАЛЬНА ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА ПІХОТИНЦЯ – ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІХОТНОГО ПІДРОЗДІЛУ

У сучасних умовах ведення бойових дій питання мобільності та автономності окремого піхотинця стає критично важливим. Зростаючий обсяг необхідного екіпірування, боєкомплекту та засобів виживання потребує нових рішень у сфері тактичної логістики. Роботизовані платформи є одним із перспективних напрямів технологічного забезпечення піхоти.

Роботизована індивідуальна логістична система піхотинця - це наземний колісний роботизований комплекс, призначений для індивідуального використання солдатом. Його основне призначення - істотне збільшення кількості спорядження, яке може транспортувати боєць, з 20 кг до 120 кг без додаткового фізичного навантаження. Також даний роботизований комплекс повинен використовуватись як платформа для евакуації поранених.

Комплекс має являти собою повноприводну платформу з вантажністю 130 кг, яка рухається позаду піхотинця на дистанції близько 1 м, повторюючи його дії - зупинки, повороти, зміни траєкторії та швидкості. Система має підтримувати три режими керування:

- автоматичне слідування за допомогою камер, машинного зору та штучного інтелекту (в перспективі – повна автономність);
- дистанційне керування через провідний пульт;
- радіокерування на відстані до 200 метрів.

Інноваційність розробки полягає в підвищенні військових спроможностей рядового бійця завдяки можливостям роботизованого комплексу та використанню машинного зору, що дозволяє не лише зменшити фізичне навантаження, але й підвищити боєздатність піхотних підрозділів.

Запровадження даної системи дозволить оптимізувати логістичні процеси на рівні окремого бійця, підвищити мобільність, витривалість і загальну бойову ефективність піхоти. Застосування машинного зору відкриє перспективи повної автоматизації та подальшого розвитку роботизованих помічників на полі бою.

З огляду на позитивні характеристики роботизованих систем, можна стверджувати, що їх впровадження стане важливим кроком на шляху до модернізації Сухопутних військ, а саме піхотних підрозділів. Подібні рішення дозволять не лише зберегти фізичні ресурси військовослужбовців, а й створять нову парадигму ведення бойових дій, де головну роль відіграють ефективність, технологічність та безпека.

Кисільов В.І.
Середенко М.М.
Юрченко Р.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОВТ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК

Використання іноземних танків (“Leopard-2”, “Challenger-2” (“CR2”), “Abrams”) на українському фронті виявили низку суттєвих недоліків, які сильно впливають на подальше застосування їх на полі бою.

Недосвідчені фахівці можуть сказати, що прийшов кінець епохи танків після 110 років їх застосування, протягом яких вони були “королями” поля битви. Але це було б помилкою, тим більше що провідні країни продовжують розробку новітніх зразків ОВТ, в тому числі і танків. При розробці необхідно враховувати всі недоліки, які були виявлені під час ведення бойових дії.

Сучасні танки мають дуже складні системи керування вогнем, потужні силові установки та чудові 120-мм гармати. Але танки дуже чутливі до атак безпілотників та бойових гелікоптерів, до вчасного та якісного обслуговування. В разі пошкодження або поломки їх важко відновити в польових умовах.

Перша проблема, яка виникає, - важко ремонтувати та підтримувати в боєздатному стані. Якщо виникає поломка двигуна, його треба везти за сотні кілометрів в спеціалізовані майстерні або підприємства, в той час, коли двигуни старого зразка можна було відремонтувати на місці силами екіпажу.

По-друге, танки, які коштують багато мільйонів, стали дуже уразливими для БпЛА, які знищують їх з великою швидкістю. “Leopard-2”, “CR2”, “Abrams” були створені тоді, коли не існувало загроз безпілотниками. Певною мірою, металевий захист, який зараз встановлюється на танки, дійсно протистоїть даній загрозі, але тільки після того як ці танки будуть оснащені новітніми комплексами засобів захисту, що включає РЕБ, лазерні та інші види зброї і захисту, які зведуть загрозу до допустимих пропорцій.

Третій недолік - це чисельність танків “Leopard-2”, “CR2”, “Abrams”. Під час 2-й Світової війни було вироблено біля 60 000 танків "Шерман", та 52 000 танків “Т-34”, які отримали перевагу над більш складними танками "Тигр" и "Пантера", яких у німців було всього декілька тисяч. Відповідно, 18 “Leopard-2”, 14 “CR2” і 30 “Abrams” не можуть відігравати якусь рішучу роль. Більша кількість старих і простих “Leopard-1” на полі бою показали себе ефективніше за більш сучасні та нові танки.

Є багато важливих уроків, які необхідно врахувати західним партнерам та танкістам з визначених питань. Треба засвоїти ці уроки зараз для того, щоб створити ефективну бойову машину в майбутньому.

Необхідно виключити можливість робити танки дуже складними, які легко уразити, дуже складними в обслуговуванні та невеликої чисельності.

Німецькі фахівці проаналізували бойовий досвід використання своєї техніки, зробили висновок – чим простіше, тим краще. Генерал Ханс-Лотар Домрезе наголошує: “Не можна покладатись лише на старе або лише на нове – потрібен баланс між кількістю і технологіями”.

Книш Д.В.
Порохончук О.М.
ХНУПС

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО БОРОТЬБИ З КЕРОВАНИМИ (КОРЕГОВАНИМИ) АВІАЦІЙНИМИ БОМБАМИ ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Російська федерація продовжує нарощувати удари авіаційними засобами ураження типу: керовані (кореговані) авіаційними бомбами (КАБ), планерувальніі боєприпаси, вільнопадаючі бомби, що оснащені універсальним модулем планування та корекції, уніфікованим міжвидовим плануючим боєприпасом, УПАБ (рос: управляемая планирующая авиационная бомба). Кількість ударів за 2024 рік сягає близько 40000 ударів, а за три місяці 2025 року - більше ніж 10500, калібр досяг ФАБ-3000.

Зазначені засоби мають відносно просту конструкцію, дешеві у виробництві, оснащуються бомбами, що завчасно виготовлені противником у великій кількості. Застосування КАБ без відповідної ефективної протидії обумовлюють перевагу ударного потенціалу противника на ключових ділянках стримування. Тому завдання дослідження заходів і засобів протидії застосуванню КАБ вважається важливим і актуальним.

Досвід збройного протистояння України збройній агресії російської федерації свідчить, що на сьогодні одним з найбільш ефективних способів прикриття прифронтових міст та угруповань військ (сил) від повітряних ударів противника із використанням КАБ, які обладнані універсальним модулем планування та корекції, є комплекси (засоби) радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Боротьба з цим типом авіаційних боєприпасів є важливим завданням Збройних Сил (ЗС) України. Системи протиповітряної оборони малоефективні, тому що ЗС України немає такої кількості зенітних ракет, деяку користь приносять системи раннього попередження.

Системи РЕБ що подавлюють супутниковий зв’язок, системи навігації бомби з JPS наведенням досить ефективні, вони значно збільшують розсіювання авіабомб до 1 км від точки прицілювання. Застосування комплексів (засобів) РЕБ є найбільш ефективним способом боротьби з КАБ за критерієм “ефективність-вартість”.

Ефективним способом боротьби з застосуванням противником КАБ є радіоелектронне подавлення елементів його навігаційних приймачів, в якості яких використовуються малогабаритні адаптивні антенні решітки типу “Комета”.

Проаналізовано застосування засобів повітряного нападу (ЗПН), обладнаних сучасними системами передавання інформації та управління з розширенням спектра, свідчить про нагальну потребу у суттєвому збільшенні енергетичного потенціалу перспективних зразків засобів РЕБ для захисту озброєння та військової техніки насамперед за рахунок впровадження малогабаритних широкосмугових антенних решіток.

Глибокий аналіз характеристик та можливостей систем управління та наведення ЗПН продемонстрував, що різноманітні радіо та оптико-електронні засоби наведення мають свої як переваги, так і недоліки оскільки до їх складу входять приймально-передавальні тракти, які є уразливими збоку впливу засобів протидії різних принципів дії.

Розглянуті шляхи протидії та надано пропозиції щодо боротьби з КАБ противника за допомогою засобів РЕБ Повітряних Сил Збройних Сил України.

Ковальчук Р.А., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖИН ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Забезпечення потреб Сил оборони України зразками військової автомобільної та інженерної техніки є актуальним завданням, оскільки це дозволяє покращувати боєздатність Українських сил оборони, підвищувати мобільність бойових підрозділів та, щонайважливіше, зберігати життя військовослужбовців. Виходячи з того, що експлуатація зразків військової техніки під час ведення бойових дій здебільшого відбувається на межі їхніх технічних можливостей, дуже часто вони піддаються вогневому впливу та зазнають різноманітних бойових пошкоджень, існує гостра потреба у визначенні можливостей використання справних пружних елементів для відновлення пошкоджених зразків.

Пружинні пристрої у автомобільних системах та механізмах бувають декількох видів, а саме виті пружини, що оберігають автомобіль від ударів, вони можуть бути стандартними та посиленими. Крім того, до пружинних елементів відносяться ресори однолистові та багатолистові, що передають навантаження від кузова на ходову частину автомобіля. Наступним пружинним пристроєм є торсіони, які використовуються на автомобілях з незалежними підвісками, і служать для зв’язку коліс та кузова автомобіля під час руху і відрізняються від попередніх тим, що вони виключені із безпружинної маси автомобіля. Поряд із тим на переважній більшості сучасних автомобілів, які використовуються в тому числі і під час ведення бойових дій у сучасній російсько-Українській війні, встановлюються пружинні амортизатори. Крім того, циліндричні виті пружини застосовуються у газорозподільних механізмах двигунів внутрішнього згоряння для притискання клапанів.

Таким чином, виходячи з того, що експлуатація зразків військової автомобільної та інженерної техніки під час ведення бойових дій здебільшого відбувається на межі їхніх технічних можливостей, дуже часто вони піддаються вогневому впливу та зазнають різноманітних бойових пошкоджень, існує гостра потреба у визначенні можливостей використання справних пружних елементів для відновлення пошкоджених зразків.

Пружні характеристики визначали на прикладі клапанних пружин. Для цього було зроблено заміри геометричних розмірів пружин, розраховано осьову пружну деформацію та жорсткість. Розрахункові пружні характеристики були отримані за допомогою програмного середовища MathCad. За допомогою пружних характеристик пружин можна визначити максимальну деформацію пружини, переднатяг та інших показників, що впливають на роботу систем та механізмів. Поряд з тим для більш точного визначення можливостей пружини запропоновано розробити відповідний дослідний стенд, який дозволить визначати експлуатаційні характеристики пружини шляхом її стиснення. Порівнявши реальні (фактичні) параметри вживаної пружини з теоретичними можна зробити висновок про придатність пружини для подальшої її експлуатації у відповідних зразках військової автомобільної та інженерної техніки.

За результатами проведених досліджень можна стверджувати про важливість розрахунку пружної характеристики пружин, які використовуються у механізмах та системах як автомобільної, так і гусеничної техніки. Запропоновано науково-методичний апарат для обґрунтування характеристик пружних елементів, необхідних для можливості визначення їх справності для відновлення пошкоджених під час бойових дій зразків військової автомобільної та інженерної техніки. Також запропоновано остаточне рішення про заміну приймати після порівняння масогабаритних параметрів пружин. Для розрахунків та побудови пружних характеристик пружин застосовано програму MathCad, що дозволяє спростити та зменшити витрати часу на відповідні розрахунки.

Королько С.В., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ВІД ВОРОЖИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ

Збройна агресія російської федерації після трьох років збройної боротьби від повномасштабного вторгнення стала переростати від традиційних боїв між угрупованнями, що ведуться під час безпосередніх зіткнень з ворогом, в систему збройної боротьби між сучасними технологіями та засобами дистанційного управління. Підвищення точності та ефективності ведення бойових дій забезпечується використанням сучасної техніки. На фронті застосовують сучасне технологічне озброєння, дрони, супутникові оптичні пристрої для фото- і відеофіксації, системи та засоби радіоелектронної боротьби, що на даний час значно змінює стратегію ведення військового бою. Разом з тим актуальним і надалі залишається захист особового складу, навіть якщо особовий склад знаходяться на достатньо безпечній відстані.

Одним із недоліків захисту особового складу на полі бою є виявлення наших військ за допомогою тепловізійних камер, особливо з використанням сучасних технічних засобів ворога. Останнім часом використання тепловізорів набирає все більших обертів і все більш актуальним стає питання, як же захиститись від теплового випромінювання. Якщо раніше тепловізійна оптика використовувалася переважно для спостереження в горизонтальній площині і дозволяла виявляти противника на горизонті, то з появою дронів, оснащених інфрачервоними камерами (наприклад, квадрокоптер DJI Mavic 3T та ін.), необхідність укриття від теплового випромінювання вимагає нових технічних рішень для захисту людини в 3D-проєкції. Системи захисту необхідно облаштовувати та враховувати аспект виявлення з повітря. В умовах ведення сучасних бойових дій це вимагає нових підходів та стратегії для побудови елементів маскування і приховування об'єктів від тепловізійного спостереження. Ці маскувальні елементи являють собою теплоізоляційні покриття з відбиваючою здатністю від дії інфрачервоного випромінювання. Щоб зрозуміти, як захиститись від дії теплових променів, слід детально зупинитися на основних поняттях технології виявлення інфрачервоного випромінювання. В основі роботи тепловізійної оптики лежить метод термографії, який виконує візуалізацію теплових потоків, що виходять від об'єкта спостереження. Основою будь-якого тепловізійного приладу є мікроболометрична матриця, (так званий ІЧ-сенсор). На ньому за допомогою об'єктива фокусується теплове випромінювання від об'єктів. Спектральна чутливість сенсорів лежить в межах довгохвильової частини ІЧ-випромінювання (long wave length infrared), тобто від 8 до 14 мкм. Саме ця частина спектра потрапляє в одне з «вікон прозорості» атмосфери Землі. Тому тепловізійна оптика добре бачить об’єкти як в умовах повної темряви, так і крізь невеликі атмосферні перешкоди у вигляді туману або задимлення території. Термодетектор являє собою мікроболометричну матрицю фокальної площини, яка складається з величезного масиву чутливих давачів, що уловлюють теплове випромінювання. Давачі формують потік незалежних електричних сигналів, які передаються в блок оброблення та виведення підсилених цифрових даних, для побудови термографічного зображення на дисплеї пристрою. В процесі обробки кожному градієнту температури присвоюється певний відтінок того чи іншого кольору. Сучасні тепловізори включають в себе декілька колірних палітр, які допомагають адаптувати систему відображення під різні умови видимості. Градієнт того чи іншого колірного відтінку допомагає оператору оцінити ділянки зображення з найбільшою чи найменшою температурою. В результаті роботи будь-якого тепловізора користувач бачить на дисплеї звичну картинку з чітко помітними контурами і кордонами.

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, с.н.с.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЛАЗЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ДЕРЖАВ – ЧЛЕНІВ НАТО

У сучасних умовах, зокрема за досвідом російсько-Української війни, спостерігається постійна еволюція засобів збройної боротьби, вдосконалюються та проходять модернізацію наявні види

озброєння, розробляється нове, у тому числі засноване на нетрадиційних принципах дії. Під таким мають на увазі озброєння, уражальна дія якого ґрунтується на процесах і явищах, які раніше широко не застосовувались у військовій справі. Одним із них є лазерне озброєння (далі – ЛО).

Упродовж кількох останніх десятиліть роботи зі створення ЛО ведуться у низці країн світу, які мають потужний науково-технічний потенціал, зокрема у державах – членах НАТО. Так, на думку фахівців Північноатлантичного альянсу, одними із пріоритетних є програми розроблення ЛО Сухопутних військ. Тенденції розвитку зазначеного озброєння такі: удосконалення процесу виявлення, ідентифікації та супроводжування цілей; підвищення точності ураження (подавлення) цілі та ефективності роботи; забезпечення мобільності, можливість встановлення на різноманітні платформи; інтеграція з іншими засобами ураження, розвідки, спостереження, контролю; розвиток спроможностей щодо обміну даними з іншими підрозділами (засобами); забезпечення безперервної роботи та вибірковості потужності ураження цілей; збільшення потужності випромінювання, розвиток модульної побудови та універсальності конструкцій, їх уніфікація, зменшення габаритних розмірів та маси.

Тенденції розвитку ЛО Сухопутних військ держав – членів НАТО свідчать про те, що основними вимогами до нього є:

щодо цільового призначення – спроможність виявляти, ідентифікувати, безперервно відстежувати (супроводжувати) та точно уражати (нейтралізувати) цілі;

щодо умов застосування – спроможність ефективної роботи у складних метеорологічних умовах та в будь-який час доби; забезпечення мобільності, можливість встановлення на різноманітні платформи військової техніки;

щодо умов взаємодії – можливість інтеграції з іншими засобами ураження, розвідки, спостереження, контролю тощо; можливість постійного обміну даними про цілі з іншими підрозділами (засобами) у режимі реального часу;

щодо бойових можливостей – спроможність безперервної роботи відповідно до заявлених характеристик та вибірковості потужності ураження цілей; можливість зміни (збільшення) потужності випромінювання; модульна побудова та універсальність конструкції; максимальне зменшення габаритних розмірів та маси; забезпечення стабільного живлення та компактності.

Наведені тенденції розвитку та основні вимоги до ЛО Сухопутних військ держав – членів НАТО підтверджують важливість розроблення цього виду озброєння у Збройних Силах України.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є продовження формування основних сфер застосування і вимог до ЛО Сухопутних військ Збройних Сил України, що дозволить удосконалити його загальний обрис та уточнити можливості щодо виконання визначених завдань.

Костюк В.В.
Витрикуш Р.В.
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Досвід бойового застосування бронетанкового озброєння та техніки (далі – БТОТ) Збройних Сил України у ході повномасштабної війни рф проти України свідчить про високу ймовірність їхнього ураження сучасними протитанковими засобами (ПТКР, РПГ), інженерними мінно-вибуховими загородженнями, а також різними типами та видами повітряних цілей, а саме: літаками-винищувачами, вертольотами, безпілотними авіаційними комплексами (БпАК) та FPV- дронами.

Проведений аналіз рівня захищеності БТОТ в збройних силах країн НАТО, рф та України свідчить, що основними напрямками у цій сфері є оснащення зразків БТОТ такими засобами і системами:

- активними системами захисту, до складу яких входять новітні електронні системи та багатофункціональні РЛС, які в автоматизованому режимі виявляють ціль, визначають її швидкість руху, траєкторію польоту, супроводжують і на встановленій дистанції від зразка БТОТ її знищують;

- новітніми комплексами оптико-електронної протидії, які попереджають екіпаж про наведення на зразок БТОТ високоточних боєприпасів з лазерною системою керування, активують постановку аерозольної (димової) завіси і дають можливість екіпажу швидко зреагувати на атакуючу загрозу та відкрити вогонь на її ураження;

- додатковим навісним броньованим і динамічним захистом з використанням різних проти-кумулятивних екранів для підвищення захищеності лівого і правого бортів, кормової частини та башти з озброєнням від ураження РПГ та ПТРК;

- засобами зниження помітності та ймовірності виявлення зразка БТОТ в оптичному, радіолокаційному і тепловому діапазонах;

- дистанційно керованими бойовими модулями (далі – ДКБМ), до складу яких входить автоматичний гранатомет із високошвидкісними гранатами дистанційного вибуху, блок управління вогнем, який визначає тип атакуючого боєприпасу (БпАК, FPV-дрон тощо), вимірює відстань до нього і розраховує час вибуху гранати з метою найбільш ефективного знищення виявленої цілі.

Відповідно, враховуючи результати проведеного аналізу, запропоновано технічні рішення за напрямком модернізації компонувальних і структурних схем допоміжного озброєння зразка БТОТ, до складу яких входять зенітно-кулеметна установка (далі - ЗКУ) або ДКБМ.

Запропоновані технічні рішення повинні включати введення у склад структурної схеми ЗКУ або ДКБМ сучасних приладів та засобів прицілювання і спостереження, а саме: лазерного далекоміра коліматорного прицільного пристрою, потенціометрів зворотного зв’язку на електромеханічних приводах наведення по горизонталі і вертикалі, таймера, електронного (бульбашкового) рівня на вертикальній осі наведення та бортового процесора.

Реалізація зазначених технічних рішень у комплексі з портативними засобами РЕБ на зразку БТОТ забезпечить своєчасне виявлення різних типів повітряних цілей, а також підвищить точність та ефективність зенітної стрільби ЗКУ або ДКБМ.

Костенко О.О., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
Кузьмичов І.К., д-р фіз.-мат. наук, проф.
Войтович О.А., канд. техн. наук, доц.
Завертаний В.В.
ІРЕ НАНУ

МІКРОХВИЛЬОВИЙ ТРАКТ РАДАРА K_a ДІАПАЗОНУ ЗІ ЗМІНОЮ ВИДУ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ЗОНДУЮЧОГО СИГНАЛУ

Для досягнення максимальної інформативності моніторингу в реальному часі метеорологічної обстановки та визначення координат повітряних об’єктів поблизу, наприклад, аеропорту, потрібно максимально використовувати можливості сканування головною пелюсткою діаграми спрямованості (ДН) антени у необхідному секторі кутів місця та азимута. Важливу роль відіграє можливість швидкого перемикання поляризації зондуючого сигналу для забезпечення роботи приймально-передавального пристрою з однією антеною.

У доповіді наведені результати розробки окремих елементів НВЧ тракту радара K_a діапазону, призначеного для моніторингу в реальному часі метеорологічної обстановки та визначення координат повітряних об’єктів.

Для забезпечення сканування як по куту місця, так і по азимуту, мікрохвильовий тракт радара пропонується розділити на блоки антенної системи та приймально-передавального пристрою. Він має розташовуватися на платформі, яка обертається в азимутальній площині із заданим кутом місця (до 90º). Поворотне з’єднання забезпечує обертання антенної системи, яка розташована на незалежній платформі, в площині кута місця в необхідному секторі.

До складу антенної системи входять рупорний опромінювач, параболічне дзеркало та перетворювач поляризації для комутації режимів “вертикальна поляризація” та “горизонтальна поляризація”. Обертове з’єднання та перетворювач поляризації виготовлені з використанням хвилеводних секцій диференційного фазового зсуву, які забезпечують фазовий зсув 180°. Перехід на

режим «кругова поляризація» може бути проведений встановленням величини диференційного фазового зсуву 90°.

При розробці приймально-передавального пристрою та в процесі експериментальних досліджень його характеристик використовувався генератор на ЛПД типу М-31148 (робоча частота 35,1 ГГц, безперервна потужність 0,75 Вт). Вимірювання характеристик всіх компонентів мікрохвильового тракту та пристрою у цілому проводилось у смузі частот ±8,5%. Для вимірювань був спеціально розроблений та виготовлений шлейфовий спрямований відгалужувач. Відгалужувач забезпечив низький рівень перехідного послаблення при малих габаритних розмірах. Прямі втрати відгалужувача складають 0,5 дБ, а перехідне послаблення - 10дБ.

Одним з основних елементів НВЧ тракту є поляризаційні обертові з'єднання, які можна реалізувати в двох варіантах:

- з використанням двох 90° диференціальних фазових секцій (ДФС);
- з використанням однієї 180° секції.

Були розроблені та виготовлені експериментальні зразки обертових з'єднань на базі хвилеводів з розмірами 7,2×3,4; 5,2×2,6; 3,6×1,8 мм на основі 180° ДФС. Секція виготовлена у вигляді еліпса з берилієвої бронзи, яка стискається. Це дає можливість багато разів проводити налаштування пристрою. Вхідний та вихідний хвилеводи виготовлені у вигляді переходів з прямокутного на круглий розріз. Для видалення паразитних резонансів на "закритих" модах перпендикулярно вузьким стінкам встановлені поглинаючі пластини.

На основі 180° ДФС з двома фіксованими положеннями кута повороту секції був створений пристрій, який забезпечував перемикання режимів поляризації сигналу: горизонтальна/вертикальна. 90° ДФС була використана для пристрою формування сигналу з круговою поляризацією. У цьому випадку секція жорстко з'єднана з вхідним переходом від прямокутного хвилеводу до круглого.

Частина розглянутих вище пристроїв була використана для створення технологічних радарів K_a діапазону, призначених для контролю над виробничими процесами та для наукових досліджень.

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

РОЛЬ НАДЛЕГКИХ НАЗЕМНИХ ТАКТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ У ЗАХИСТІ ВІД БпЛА

Сучасна війна – це війна дронів, чим більша і повільна ціль, тим краще вона уражається.

З 2024 року Сили оборони України (СО України) і окремі підрозділи рф почали застосовувати малогабаритні, надлегкі наземні транспортні механізми (ННТМ) для різного тактичного і логістичного призначення, для забезпечення підрозділів високою мобільністю в умовах, коли стандартні тактичні транспортні засоби є занадто важкими, помітними і великими, або іншим чином непридатними. Ці транспортні засоби менші за легкі тактичні автомобілі і до них відносяться: наземні мобільні платформи, мотоцикли, квадроцикли, скутери.

Для кращого розуміння причин появи ННТМ і оцінки їхніх можливостей на полі бою потрібно звернутися до робіт дослідницької організації "RAND", яка провела дослідження щодо використання ННТМ у В'єтнамі, Африці, Близькому Сході і Афганістані, а також до наукових робіт сучасних українських і закордонних фахівців та медійних матеріалів, що аналізують та висвітлюють етапи війни рф проти України.

У результаті аналізу війни і конфліктів автори можуть розробити прогнозовані рекомендації щодо подальшого розвитку СО України та вдосконалення мобільності з використанням ННТМ.

Висновки звіту, наукових матеріалів, медіа є актуальними для командних структур, які займаються визначенням вимог та розробкою програм використання транспортних засобів для підтримки Збройних Сил України. Одним із ключових спостережень є те, що армійське командування почало перебільшувати можливості HMMWV та інших великих транспортних засобів, недооцінюючи постійну потребу в маневреності підрозділів в умовах загроз з неба, обмеженої

місцевості та під час транспортування військової техніки. Усі ці фактори призводить до зниження ролі ННТМ у плануванні майбутніх операцій.

Хоча окремі армійські підрозділи, такі як десантно-штурмові та Сили спеціальних операцій (ССО), вже оцінили переваги використання ННТМ на полі бою. Відсутність скоординованої програми розвитку ННТМ, стратегії використання створює довгострокові труднощі для піших підрозділів СО України.

Висновки. Основні негативні наслідки при відсутності ННТМ у підрозділах Сил оборони України:

- “зменшення тактичної гнучкості”. Без ННТМ армія втрачає здатність використовувати альтернативні маршрути та пристосовувати мобільність підрозділів до різних оперативних середовищ, особливо коли підвищена повітряна загроза (FPV-дрони, БпЛА), рельєф місцевості чи тактична ситуація вимагають застосування мобільних малогабаритних транспортних засобів;
- “неможливість зменшити навантаження на солдатів”. За відсутності ННТМ солдати змушені покладатися на рюкзаки, особливо в умовах активного застосування FPV – дронів, БпЛА і складного рельєфу місцевості, що унеможливлює використовувати інші транспортні засоби;
- “втрата можливостей для покращення вогневої підтримки та маневру”. Платформи ННТМ дозволяють перевозити або маневрувати з важким озброєнням (ДШК, НСВ, “Браунинг М-2”) у важкодоступних районах, де пересування легких тактичних автомобілів неможливе, а основні шляхи знаходяться під контролем “дроноводів” противника.

Кошкаров Ю.Ю., канд. техн. наук, с.н.с.
Бобров О.Г.
Варакута М.В.
ВІТВ НТУ “ХПІ”

АНАЛІЗ ЗАГРОЗ ДЛЯ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Ефективність функціонування підрозділів багато залежить від наявності техніки, яка бере участь під час виконання ними бойових завдань. З погляду на російсько-Українську війну, у зв’язку зі збільшенням поширення інтелектуальної протитанкової зброї бронетехніці загрожує кругова та тривимірна загроза як з землі, так і з повітря, що призводить до істотної зміни сучасних форм та способів застосування військ (сил), а живучість техніки та екіпажу набуває актуальності, як ніколи раніше.

Але із усього різноманіття засобів ураження найбільшу загрозу представляють баражуючи боєприпаси типу “Ланцет” та FPV-дрони з кумулятивним боєприпасом. За інформацією проєкту “Oryx” від дій противника протягом 2022-2024 років втрати бойових броньованих машин (ББМ) склали 4003 одиниці, з них: отримали пошкодження та були знищені 3115 одиниць бронетехніки (знищено – 2884, пошкоджено – 231), покинуто – 348, захоплено – 540). Візуально зафіксована втрата ЗС України понад 1400 одержаних від партнерів бронемашин. Дані OSINT-аналітиків показують, що за три роки повномасштабного вторгнення близько 35% бронетанкової техніки ЗСУ, пошкоджуються (знищуються) за допомогою FPV-дронів, тобто 1090 одиниць.

FPV-дрони з кумулятивними гранатами використовуються противником для ураження критичних зон, основними з яких (на прикладі танка) є:

- верхня частина корпусу та башти – це найбільш уразливі зони для ББМ, у т.ч. і іноземного виробництва, оскільки броня там зазвичай тонша, ніж у передній проєкції;
- місця розташування екіпажу – удар по люках або дахових секціях може вивести з ладу екіпаж, що фактично зупиняє машину;
- система озброєння – удари по гарматі, башті, модулям озброєння, приладам спостереження та прицілювання можуть вивести з ладу головне озброєння або прилади управління ним, що робить техніку небоєздатною;

- двигун та система охолодження – задня частина бронетехніки часто має менш захищений моторний відсік;
- ходова частина (гусениці, котки, колеса) – атака по гусеницях або колесах може знерухомити машину, зробивши її легкою мішенню для подальших ударів;
- боєкомплект – якщо дрон уражає місце зберігання боєприпасів, це призводить до детонації й знищення об’єкта.

Враховуючи масове застосування БпЛА різних типів, які застосовуються противником у тактичної зоні виконання завдань, для захисту озброєння та військової техніки доцільно впроваджувати технічні рішення, такі як:

- для важкої гусеничної техніки доцільно використовувати конструкції у вигляді решіток, які можуть витримувати значну кількість пострілів без порушення цілісності та зі збереженням захисних властивостей конструкції;
- для легких ББМ більш доцільно розробляти захисні екрани у вигляді сітки, яка має легшу вагу та більш зручна для встановлення.

Технічні рішення щодо захисту бойових броньованих машин дозволили збільшити середню ефективність встановленого захисту від FPV-дронів до 79%, протикумулятивних екранів: металевих решіток - 73%, сіток - 61%, що беззаперечно підтверджує підвищення живучості бойової техніки на полі бою, захищеність екіпажу та десанту.

Краснорyцький А.О., канд. техн. наук
Грицишин В.П., канд. ф. наук
Неминущий С.В.
Мірошніченко О.С.
ХНУПС

КОНЦЕПЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРУПОВОГО ЗАХИСТУ АВІАЦІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРТОЛЬОТІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Здобуті уроки застосування авіаційних груп армійської авіації у складі Сил оборони України під час відсічи збройної агресії рф свідчать про значне зростання значення радіоелектронної боротьби (РЕБ), як одного з важливіших видів оперативного і бойового забезпечення. Аналіз бойового досвіду виконання завдань екіпажами прикриття дій механізованих підрозділів Сухопутних військ від вогневих засобів противника свідчить про те, що застосування вертольотів виконується переважно для нанесення авіаційного удару по позиціям противника. За відсутності належного озброєння екіпажі повинні перед пусками некерованими авіаційними ракетами (НАР) заходити в зону поразки з боку протиповітряної оборони (ППО) противника. Крім того, як негативний фактор противник постійно модернізує і нарощує засоби РЕБ, що впливає на системи та засоби навігації вертольоту. Тому з метою виконання бойового завдання використовується тактика "несподіваності" виходу на ціль. Переважно такий підхід досягається при пілотуванні літального апарату на малих і гранично малих висотах. Виходячи з цього одним з найбільш значимих чинників підвищення ефективності заходів застосування тактики "несподіваності" (щодо зниження помітності) виходу на ціль та об’єкти, є засоби РЕБ, застосування яких призводить до істотного зниження імовірності виявлення й ідентифікації повітряної цілі.

Важливе значення в даному випадку має існуючий парк вертольотів, на яких встановлене спеціальне обладнання РЕБ. Їхнє завдання – створити безпечні умови для застосування авіації в умовах ведення противником ППО. Баражуючи неподалік лінії зіткнення, постановники перешкод здатні з легкістю подавити засоби виявлення та наведення авіаційних і наземних засобів ураження ворога на глибині понад сто кілометрів. При цьому встановлене на вертольоти обладнання РЕБ однаково ефективно глушить бортові прицільні комплекси літаків й наземні засоби радіотехнічних військ (РТВ) та зенітно-ракетних військ (ЗРВ).

Засоби РЕБ таких вертольотів призначені для виявлення та зниження ефективності дії радіоелектронних систем (РЕС) противника, які працюють в діапазоні сантиметрових та дециметрових хвиль, з метою ускладнення отримання (обробки) інформації від РЕС. Також є можливість прикриття бойових порядків авіації від виявлення з боку радіолокаційних станцій (РЛС) противника, з метою зриву прицільної стрільби по наших повітряних суднах. Крім того, ці засоби можливо використовувати для ускладнення повітряної обстановки і закриття окремих секторів і ділянок від сканування РЛС противника та подавлення радіоліній управління авіації.

Надана концепція перспективних напрямів підвищення ефективності захисту бойових місій авіації Сухопутних Військ за рахунок використання комплексу групового захисту на базі вертольотів РЕБ. Надаються рекомендації щодо модернізації (розробки) авіаційних засобів РЕБ групового захисту; рекомендації тактики застосування авіаційних засобів РЕБ групового захисту; рекомендації тактичних дій виконання бойового вильоту вертольотів РЕБ групового захисту для прикриття ударних авіаційних груп та механізованих підрозділів Сухопутних військ від вогневих засобів противника.

Кривизюк Л.П., канд. іст. наук, доц.
Дутко О.М.
НАСВ

ТАНКИ УКРАЇНИ ПЕРЕД РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЮ ВІЙНОЮ: ЛЮТИЙ 2022 РОКУ

На початку повномасштабного вторгнення Збройні Сили України переважно були озброєні радянською військовою технікою.

Основним танком Збройних Сил України був Т-64БВ, а також модернізовані у різний час машини на його базі. Окрім того, на озброєнні були Т-72 різних модифікацій та газотурбінні Т-80БВ, які у невеликій кількості проходили програми оновлення під час капітального ремонту або зняття зі зберігання.

Перелічені вище моделі танків перебували на озброєнні механізованих, мотопіхотних, танкових бригад і частин морської піхоти та десантно-штурмових військ і Нацгвардії.

Основний танк на озброєнні СВ ЗС України був Т-64БВ - це модифікація радянського основного бойового танка Т-64, озброєного 125-міліметровою гладкоствольною гарматою, зі ствола якої можна запускати керовану ракету. Він має механізм заряджання, що зменшило екіпаж до трьох військовослужбовців. Випускали Т-64БВ з 1984 до 1987 року у Харкові. Ця модель отримала, зокрема, навісний динамічний захист «Контакт-1» для посилення бронезахисту від кумулятивних снарядів.

Після здобуття Україною незалежності танк Т-64 проходив модернізацію. Більшої активності ця модернізація набула після анексії Криму та російського вторгнення на Донбас.

До повномасштабного вторгнення ці бойові машини модернізували до рівня Т-64БВ зразка 2017 року. Вони отримали сучасні нічні прилади спостереження з електронно-оптичним перетворювачем третього покоління. Їх встановлювали на штатні кріплення та підключали до електричної мережі танка без її змін, що дало можливість значно зменшити час та витрати для їх інтеграції у системи танка. У прицільний комплекс навідника вмонтували тепловізор, який забезпечив виявлення та розпізнавання цілей на відстані 3-5 км та забезпечив знищення противника вогнем 125-міліметрової гармати цілодобово та за будь-яких погодних умов.

До повномасштабного вторгнення провели випробовування модернізації танка Т-64БВ зразка 2022 р. Бойову машину оснастили новими приладами спостереження та прицілювання 3-го покоління, протикумулятивними кормовими решітчастими екранами та гумовими щитками на башті.

Заслуговує уваги модернізація танка Т-64Б, це - БМ «Булат» у 2005 р. Модернізація була здійснена за основними компонентами танка: захист, рухливість, вогнева потужність. На танк було встановлено нову систему керування вогнем та приціл 1Г46М, а також надана можливість додатково оснащувати тепловізійним прицілом. Для збільшення рухливості замінили двигун із 5ТДФ (700 к.с) на 5ТДФМ (850 к.с.). А для підвищення захисту наростили пасивну броню та встановили елементи

динамічного захисту третього покоління «Ніж». Додатковий захист встановили на лобовій деталі корпусу, на башті та бортових екранах.

У модулях динамічного захисту розмістили подовжені кумулятивні заряди, які після детонації уражають атакуючі боєприпаси зустрічними кумулятивними струменями (кумулятивними ножами). Це руйнує або дестабілізує атакуючий боєприпас і значно знижує його уражаючі характеристики, це забезпечує здатність протистояти сучасним кумулятивним боєприпасам та бронебійним підкаліберним снарядам.

Черговою модернізацією був танк Т-64БМ2. Всього було модернізовано 12 од. На цій модифікації встановили двигун 6ТД (1000 к.с.). Встановили приціл 1Г46 та інші сучасні компоненти системи управління вогнем. У прилад інтегрували тепловізійну матрицю, що дало можливість розширити дальність розпізнавання цілей вночі до 3 км. Також встановили цифровий захищений зв'язок та систему навігації.

Підсумовуючі: при модернізації танка основна увага надається трьом основним компонентам, це - захист, рухливість, вогнева потужність. Танк і надалі є грізною зброєю на полі бою для підтримки піхоти.

Кузьміч О.Є.
Андрушко М.В.
Аркушенко П.Л.
Кузнецов В.О.
ДНДІ ВС ОВТ

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ НАВІГАЦІЇ, ВІЗУАЛЬНОГО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ І ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОГЛЯДОВО-ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

З огляду на широкомасштабну агресію росії проти України, значущим напрямом модернізації електронного обладнання є створення нових принципів застосування засобів ураження, організації та взаємодії різних систем зв'язку, навігації і спостереження, застосування багатофункціонального інтегрованого бортового обладнання.

Аналіз сучасного бойового досвіду показує, що основна роль у вогневому ураженні об'єктів агресором відводиться безпілотним авіаційним комплексам. Особливо широко застосовуються ударні безпілотні літальні апарати «Shahed-131/136» іранського виробництва та їх різновиди російського виробництва.

При ураженні безпілотних літальних апаратів противника спочатку використовуються радіоелектронні та візуальні засоби розвідки, а після цього безпосередньо застосовуються засоби вогневого ураження.

Важливу роль в цьому аспекті відіграє система NOTAS, яка призначена для розширення можливостей застосування вертольотів для вирішення задач навігації та візуального пошуку об'єктів з використанням оглядово-прицільної системи.

До складу системи входить:

- оглядово-прицільна система;
- генератор цифрової карти;
- інерціально-супутникова навігаційна система;
- два багатофункціональні індикатори;
- бортовий комп'ютер;
- блоки: аудіо-, відеореєстратора, повітряних даних, живлення;
- органи керування та інше додаткове обладнання.

Інформаційне поле при роботі з системою NOTAS складається з двох багатофункціональних індикаторів та органів керування системою, що розміщені на спеціальному робочому місці, встановленому у вантажній кабіні вертольота.

Слід зазначити, що важливу та значиму роль в процесі виконання бойових (спеціальних) завдань за призначенням (перехоплення безпілотних літальних апаратів противника, виконання пошуку та рятувальних робіт, інше) відіграє бортовий оператор, його навченість та практичні вміння з експлуатації встановленого на повітряному судні обладнання (при використанні іншої апаратури для фото- та відеофіксації).

Разом з тим застосування системи NOTAS дасть можливість поєднати в одному вертольоті функції навігації та візуального пошуку об'єктів і компоненту вогневого ураження.

Таким чином, використання системи NOTAS дозволить удосконалити тактику застосування вертольотів з вирішення задач навігації та візуального пошуку об'єктів з використанням оглядово-прицільної системи і вогневого ураження безпілотних літальних апаратів, що, в свою чергу, значно підвищить ефективність дій вертольотів та його економічний аспект.

Кутовой О.В.
Поліщук В.Л.
НАСВ

МОБІЛЬНІ ТРЕНАЖЕРИ - НОВИЙ ЕТАП У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАТОРІВ ДРОНІВ

У сучасному світі, де воєнні конфлікти набувають високотехнологічного характеру, а в небі панують ворожі "дрони", ефективність реагування набуває вирішального значення, а мобільні тренажери відіграють важливу роль у вдосконаленні системи підготовки військових фахівців. Вони поєднують практичну складову з інноваційними технологіями, забезпечуючи гнучкість, адаптивність і високу ефективність підготовки персоналу до умов ведення бойових дій з постійним удосконаленням озброєння, техніки і способів використання FPV-дронів і БпЛА.

З кінця 2024 року країни НАТО та інші держави почали активно впроваджувати мобільні тренажери як базовий інструмент для підготовки особового складу. Основний акцент у їх розробці спрямовано на створення тренажерів з вивчення озброєння, військової техніки (ОВТ), а також удосконалення практичних навиків операторів FPV-дронів і БпЛА із урахуванням досвіду, отриманого під час реальних бойових дій.

Застосування мобільних тренажерів дає змогу формувати мережеві симуляційні системи, у яких підрозділи можуть здійснювати спільну підготовку операторів FPV-дронів і БпЛА, незалежно від географічного розташування. Це особливо актуально для оперативного узгодження дій між різними елементами військових формувань.

Ключовими технологічними складовими сучасних мобільних тренажерів є елементи доповненої та віртуальної реальності, які забезпечують високу реалістичність моделювання бойових умов. Такі системи дозволяють імітувати складні сценарії, які складно або неможливо відтворити в умовах традиційного полігону.

Перевагою мобільних тренажерів є їхня оперативність і автономність, що дозволяє проводити навчання безпосередньо у зоні розгортання військ. Це значно скорочує час між тренуванням та практичним застосуванням набутих навичок у реальних бойових умовах.

Мобільні тренажери забезпечують як індивідуальну підготовку військовослужбовців, так і тренування злагоджених дій у складі підрозділів. Останнє є особливо важливим під час виконання складних операцій, де критичною є ефективність командної взаємодії.

Мобільні тренажери також відкривають широкі можливості для міжнародних навчань. Військові з різних країн можуть брати участь у симуляціях, обмінюватися досвідом та синхронізувати свої дії, що зміцнює не лише двосторонні зв'язки, а й колективну безпеку.

У перспективі мобільні тренажери матимуть ще ширше застосування. Очікується інтеграція систем штучного інтелекту (ШІ) з метою персоналізації тренувального процесу, впровадження розширених аналітичних можливостей для оцінки ефективності підготовки, а також створення гібридних тренажерів, що поєднують фізичні та віртуальні елементи.

Метою даної наукової роботи є дослідження можливостей використання тренажерного обладнання для операторів FPV-дронів і БпЛА у процесі підготовки висококваліфікованих військових спеціалістів.

Таким чином, застосування сучасних мобільних тренажерів сприятиме покращенню навичок особового складу у вогневій підготовці, а розробки мобільних тренажерних комплексів для FPV-дронів і БпЛА збільшать тактичні і логістичні можливості під час бою і знизить ризики втрати особового складу.

Куцька О.М., д-р іст. наук, проф.
Кмін А.О., Ph.D.
НАСВ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОТОЦИКЛІВ, ПІКАПІВ, КВАДРОЦИКЛІВ І БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

У ході російсько-Української війни засоби мобільності набули особливого значення. Швидкість, маневреність, вартість, рівень захисту та універсальність стали вирішальними факторами при виборі транспортних засобів для ведення бойових дій. Найбільш поширеними у Збройних Силах України стали мотоцикли, пікапи, квадроцикли та бронетехніка. У цьому дослідженні здійснюється порівняння цих чотирьох засобів на основі реальних фактів та прикладів їх застосування.

Мотоцикли використовуються здебільшого для розвідки, швидкої доставки боєприпасів, евакуації поранених із передньої лінії та рейдових операцій. Сучасні моделі, як-от китайські Kove 450 Rally, які застосовують добровольці 3-ї штурмової бригади, забезпечують швидкість до 130 км/год. Їхня висока маневреність дозволяє переміщатися у складних умовах, таких як лісиста місцевість, руїни чи міські завали. Вартість одного мотоцикла становить близько 5 000–10 000 доларів, що робить їх доступними для широкого кола підрозділів. До того ж мотоцикли мають незначний тепловий слід, що знижує ризик виявлення за допомогою дронів або тепловізорів. Разом з тим вони мають низький рівень захисту, і солдати залишаються відкритими до вогню противника.

Пікапи, зокрема Toyota Hilux та Ford Ranger, стали улюбленими засобами мобільності для оснащення мобільних груп із ПТРК, ПЗРК або евакуації поранених. Вони забезпечують хорошу швидкість - до 160 км/год - на дорогах та в умовах пересіченої місцевості. Вартість таких автомобілів коливається у межах 15 000–40 000 доларів. Пікапи іноді обладнують броньованими панелями, що частково компенсує їхню уразливість. Разом із тим вони залишаються досить помітними для ворожої розвідки та дронів-камікадзе.

Квадроцикли також активно застосовуються, особливо у важкодоступних районах, зокрема взимку або в заболочених місцевостях. Наприклад, моделі Can-Am Outlander здатні рухатися зі швидкістю до 100 км/год і долати бездоріжжя, де інші засоби зупиняються. Їхня вартість - 10 000–25 000 доларів. Вони менш помітні, ніж пікапи, але мають ще нижчий рівень захисту та обмежену вантажність.

Бронетехніка - це основа наступальних і оборонних дій. Бронетранспортери М113, передані союзниками, активно застосовуються для евакуації поранених у гарячих точках, зокрема на бахмутському напрямку. Вартість одного такого бронетранспортера перевищує 500 000 доларів. Вони мають високий рівень захисту, однак є пріоритетною ціллю для FPV-дронів і протитанкової зброї. Бронетехніка повільна (до 40–80 км/год.) і дуже помітна, що ускладнює її використання в умовах насиченого дронового спостереження.

Підсумовуючи: мотоцикли виграють у швидкості, вартості та маневреності, однак поступаються у захисті. Пікапи є універсальними платформами, але уразливими. Квадроцикли чудово працюють у складному ландшафті, а бронетехніка забезпечує захист, але потребує відповідного супроводу та маскування. Комбіноване застосування всіх чотирьох типів транспорту дозволяє максимально ефективно адаптуватися до умов сучасного бою.

Кучеренко Ю.Ф., канд. техн. наук, с.н.с.
Володін М.І., канд. техн. наук, с.н.с.
Беспалько О.В.
ХНУПС

ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ БЕРЕЖЛИВОСТІ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ЗІ СТВОРЕННЯ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ТА ЗАСОБАМИ

Реалізація складних і дуже витратних проєктів, що пов'язані зі створенням певної мережецентричної системи управління військами та засобами (МЦСУ ВЗ) в сучасних умовах, в яких знаходиться економіка країни (в умовах війни, а потім значного за термінами після воєнного стану відновлення країни) вимагає за кінцеву його мету впровадження такої системи, яка б забезпечувала суттєву перевагу в частині виконання нею завдань за призначенням у порівнянні з існуючими іноземними аналогами за рахунок застосування інновацій та забезпечення високого рівня її технічного вдосконалення (за рахунок застосування новітніх інформаційних технологій та елементів штучного інтелекту), при виконанні умов щодо збереження мінімальних витрат на її створення.

Дані обставини вимагають при реалізації таких складних і об'ємних проєктів (с точки зору витрат певних ресурсів) застосовувати принципи бережливості.

Процес забезпечення бережливості життєвого циклу такої інтегрованої і складної системи, що має за мету скорочення витрат в процесі зміни її станів, взаємопов'язаний з застосуванням різних методів при реалізації відповідних стадій проєкту, створення МЦСУ ВЗ, а саме:

мережеве планування;

управління вартістю проєкту;

управління проєктними ризиками та ін.

Методи мережевого планування дозволяють здійснювати контроль над тимчасовими параметрами проєкту і управляти вартістю використання відповідних ресурсів для якісної реалізації проєкту. Концепція критичного шляху забезпечує концентрацію уваги на слабких (критичних) роботах (заходах), дозволяючи маніпулювати термінами виконання решти заходів і збалансовувати виконання проєкту в цілому.

Методи управління вартістю проєкту забезпечують певні гарантії того, що проєкт буде виконаний в межах затвердженого бюджету (кошторису) і забезпечити адаптацію бази вартості проєкту відповідно до модифікацій проєкту і створення системи відповідної якості, з необхідним її науково-технічним рівнем.

Застосування методів управління проєктними ризиками необхідно для оцінювання рівня ризиків виконання того чи іншого етапу проєкту або загалом всього проєкту створення МЦСУ ВЗ та направлене на проведення певних заходів, що здійснюються з метою виявлення, оцінки і прогнозування появ подій непередбачуваного характеру, які здатні перервати нормальний процес виконання проєкту.

Одночасне використання вказаних методів дозволяє здійснити динамічний підхід щодо управління проєктом створення МЦСУ ВЗ, що забезпечить якісну його реалізацію з врахуванням ряду обмежень і забезпечить загальносистемне вирішення питання щодо визначення потреби і можливостей, а також формування альтернативних варіантів створення системи, що розробляється.

Кучеренко Ю.Ф., канд. техн. наук, с.н.с.
Закіров З.З., канд. техн. наук, с.н.с.
Коломійцев О.В.
ХНУПС

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПРИ СТВОРЕННІ ЗРАЗКІВ НОВІТНЬОГО ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Аналіз ведення повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України, що відбувається вже більше ніж три роки, показує, що перемога в цій війні буде залежати не тільки від

кількості сил і засобів угруповань військ, що ведуть збройну боротьбу, але і від їх технологічності та можливості впровадження новітніх технологій для управління ними, створення єдиного командно-інформаційного простору в зоні ведення бойових дій для надання командирам всіх рівнів управління, органам управління, екіпажам, бойовим розрахункам більшої усвідомленості про ситуацію, що складається в зоні їх відповідальності, і прийняття ними своєчасних та обґрунтованих рішень щодо застосування підпорядкованих сил і засобів.

Такі обставини висувають не тільки вимогу щодо необхідності інтегрованого і синхронізованого застосування наявного озброєння і військової техніки (ОВТ) у відповідності до певних умов ведення бойових дій, але і розробки та впровадження новітнього ОВТ Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил України (ЗС України), що повинно здійснюватися на інноваційній основі. В частині інноваційних аспектів при створенні зразків ОВТ СВ ЗС України необхідно визначити основні напрямки виконання стратегії ведення інноваційної діяльності при реалізації таких проєктів.

Загалом стратегія інноваційної діяльності щодо зразків ОВТ СВ ЗС України повинна бути спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень і розробок у сфері впровадження різних засобів і систем (специфічної техніки) та орієнтуватись на випуск конкурентоздатних зразків ОВТ СВ ЗС України і вестися за наступними основними напрямками: організаційно-функціональним; технологічного забезпечення; фінансового забезпечення; інформаційного забезпечення.

Для успішної реалізації складних проєктів щодо створення зразків ОВТ СВ ЗС України необхідно здійснювати обмін досвідом реалізації таких проєктів, забезпечити поширення інформації про необхідність застосування еволюційного підходу і використання спіральної моделі при створенні зразків ОВТ СВ ЗС України та розробки системи прогнозування дії певних ризиків при реалізації цих проєктів. Головною метою впровадження інноваційних заходів при створенні зразків ОВТ СВ ЗС України є забезпечення переваги над відомими іноземними аналогічними зразками в основних їх властивостях і характеристиках, при мінімальних витратах на їх проєктування, розробку, впровадження та експлуатацію.

При створенні новітнього ОВТ СВ ЗС України необхідно використовувати модульний принцип побудови структури зразка, що дозволяє доопрацьовувати нові зразки, що поставляються до частин СВ ЗС України, з доведенням їх якості до більш високого рівня, без втручання в інші модулі даного зразка, що є особливо важливим при скороченні термінів їх випробування і впровадження.

Також треба враховувати взаємопов’язаність зразків ОВТ, що розробляються, з іншими засобами системи ОВТ СВ ЗС України, що застосовується, а також передбачити можливості їх подальшого еволюційного розвитку за рахунок впровадження інноваційних рішень.

Лаврут О.О., д-р техн. наук, проф.
Лаврут Т.В., канд. геогр. наук, доц., ст. досл.
НАСВ
Нагорний Є.І., д-р філос.
КСП ЗС України
Шинкар Є.В.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНТЕРЕСАХ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ

Одним із головних завдань інформаційних технологій в інтересах логістичного забезпечення є оптимізація процесу організації забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів тактичної ланки. Для цього потрібно використовувати інформаційні системи та програмні продукти, що мають широкий функціонал та позитивну практику використання. Також ці технології повинні вирішувати задачі організації перевезень та оптимізації транспортного процесу.

Розробка сучасних методів для автоматизації рутинних завдань організації перевезень становить практичний інтерес, це збільшить економію виділених матеріальних ресурсів, суттєво скоротить час необхідний для прийняття рішень, та водночас підвищить ефективність управління запасами.

Інформаційні технології в логістичному забезпеченні розглядаються як автоматизовані системи управління логістичними процесами, які в свою чергу складаються з апаратного забезпечення, спеціального програмного забезпечення, кодифікації матеріальних засобів та інтерфейсу користувача.

Сьогодні для автоматизації функціонування забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів в ЗС України використовують наступні програми: спеціалізоване програмне забезпечення LOGFAS, яке використовується для обліку військового майна, отриманого як міжнародна технічна допомога; специфічне програмне забезпечення державного оператора тилу (DOT), що забезпечує Збройні Сили України; автоматизовану систему управління оборонними ресурсами на базі System Analysis Program Development (SAP) тощо.

Проте для користування даними програмами потрібно проходити певні види навчань як начальника, діловода, начальника складу відповідної служби, так і командира підрозділу тактичної ланки. Щоб встановити програмне забезпечення до ПК висуваються високі вимоги щодо продуктивності системи. Тому потрібно розробити таку модель розрахунків, інформаційну технологію, які могли б використовуватись на ПК без високих вимог до користувача.

Також дана розробка повинна пройти постійні випробування в умовах реальних бойових дій, з реальною інформацією та іншими типами даних, що дасть змогу аналізувати помилки та безперервно доопрацьовувати рішення з метою постійного їх удосконалення. Саме сьогоднішні масштабні бойові дії формують реальні умови для випробування новітніх інформаційних військових технологій, а поточна ситуація надає можливість постійно збирати дані для навчання та вдосконалення інформаційної технології в реальних бойових умовах, а не штучно створених або спеціально симульованих масивах даних.

Отже, питання системи забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів ЗС України з використанням інформаційних технологій є актуальним, має вплив на ступінь досягнення визначених бойових завдань в цілому та потребує подальшого пошуку нових інноваційних рішень в інтересах логістичного забезпечення для підвищення ефективності забезпечення матеріально-технічними засобами підрозділів тактичної ланки.

Лаврут О.О., д-р техн. наук, проф.
Кацемір О.В.
Маліневський В.В.
Ващик В.В.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ

Технології штучного інтелекту (ШІ) активно розвиваються провідними державами, які прагнуть отримати перевагу у сфері оборони та безпеки. Штучний інтелект сьогодні став невід'ємною частиною сучасного військового розвитку, забезпечуючи нові можливості для планування бойових дій, управління військами, оперативного та стратегічного планування.

Сьогодні одним із ключових напрямків використання ШІ у військовій сфері є автономні бойові системи, такі як безпілотні літальні апарати (БпЛА), наземні роботизовані системи та морські дрони. Наприклад, США активно використовують БпЛА «Reaper» та «Predator», оснащені алгоритмами машинного навчання для автономної навігації та розпізнавання цілей. Подібні розробки ведуться і в інших країнах, таких як Китай та росія, що стимулює гонку озброєнь у сфері ШІ.

Україна, яка вже понад три роки веде війну з росією, активно використовує ШІ для аналізу розвідданих, управління дронами та ведення бойових дій на полі бою.

Силами оборони України використовуються системи, які здатні за допомогою алгоритмів штучного інтелекту аналізувати супутникові та аеророзвідувальні дані, визначаючи місцезнаходження ворожої техніки та угруповань. Це дозволяє автоматизувати процес управління артилерією, що значно прискорює передавання даних від розвідки до бойових підрозділів.

Додатково, варто відзначити використання морських дронів-камікадзе, які за допомогою алгоритмів ШІ можуть самостійно визначати оптимальні маршрути для ударів по ворожих кораблях. Українські розробки вже довели свою ефективність у Чорному морі, завдаючи значних втрат російському флоту.

Важливим напрямом також є використання ШІ для кібербезпеки. Українські фахівці активно розробляють алгоритми для протидії ворожим кібератакам та ідентифікації хакерських вторгнень. Такі системи дозволяють аналізувати та прогнозувати потенційні кібератаки, допомагаючи захищати критичну військову інфраструктуру від російських хакерських угруповань. Окрім того, українські ІТ-фахівці розробляють системи, здатні виявляти фейкові інформаційні атаки та автоматично блокувати пропагандистський контент у медіапросторі.

Однак використання ШІ у військовій сфері викликає низку етичних та правових питань. Однією з головних проблем є автономність бойових систем, оскільки рішення про застосування сили можуть ухвалюватися без прямого контролю людини. Це піднімає питання відповідальності за дії автономних систем та можливі порушення міжнародного гуманітарного права. Крім того, існує загроза кібератак на військові системи ШІ, що може призвести до катастрофічних наслідків, якщо технології потраплять у руки противника. Наприклад, росія намагається атакувати українські військові сервери, щоб дестабілізувати роботу автоматизованих систем управління військами.

Ще однією проблемою є можливість гонки озброєнь у сфері ШІ. Провідні країни, такі як США та Китай, активно розробляють новітні військові системи на основі штучного інтелекту, що може призвести до дестабілізації міжнародної безпеки та збільшення ризику збройних конфліктів.

Підсумовуючи, штучний інтелект відіграє дедалі важливішу роль у військовій сфері, забезпечуючи нові можливості для підвищення ефективності бойових дій, розвідки та логістики. Водночас існують серйозні виклики, пов’язані з етикою, правовим регулюванням та безпекою таких технологій. Необхідно розробляти міжнародні механізми контролю та співпраці для запобігання неконтрольованого розвитку військового ШІ та можливих загроз для глобальної безпеки. Україна, як держава, що протистоїть російській агресії, вже активно застосовує та вдосконалює технології ШІ у військових цілях, що робить її одним із лідерів у цій сфері.

Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доц.
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Курилас Х.О.
НУ «Львівська політехніка»
Степанюк О.І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
ЛНУВМБ

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ БРОНЕТЕХНІКИ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ

Із зростанням міжнародних військових конфліктів розробка матеріалів для бронетехніки стала новою сферою в наукових колах і промисловості. Процеси зміцнення поверхневих шарів деталей спеціалізованої техніки з використанням концентрованих потоків енергії є перспективним напрямом сучасного матеріалознавства. Дані методи дозволяють суттєво покращити експлуатаційні характеристики виробів шляхом спрямованої зміни структури та властивостей поверхневих шарів без модифікації основного обсягу матеріалу.

Математичне моделювання процесів зміцнення концентрованими потоками енергії базується на комплексному підході, що враховує фізичні особливості впливу високоенергетичних джерел на матеріал. В основі даних моделей лежить вирішення пов'язаних між собою задач теплопровідності,

структурно-фазових перетворень та формування залишкових напружень. Найбільш поширеними методами моделювання є аналітичні та числові методи, що дозволяють враховувати нелінійний характер теплофізичних та механічних властивостей матеріалів.

Принципово важливим аспектом моделювання є коректний опис джерела енергії: лазерне випромінювання, електронний пучок або плазмовий потік. Розподіл енергії по плямі впливу, часові характеристики енергетичного імпульсу, коефіцієнти поглинання поверхнею та відбиття від поверхні – саме ці параметри потребують точного визначення для адекватного прогнозування результатів обробки. Сучасні моделі враховують також явища екранування випромінювання плазмовим факелом та зміну оптичних властивостей поверхні тіла у процесі нагрівання.

Для коректного опису структурно-фазових перетворень при зміцненні концентрованими потоками енергії застосовуються термокінетичні моделі, що дозволяють прогнозувати утворення нерівноважних структур в умовах надшвидкого нагріву та охолодження, характерних для високоенергетичних методів обробки поверхні деталі.

Особлива увага приділяється моделюванню геометрії поля залишкових напружень, що істотно впливають на експлуатаційні характеристики та властивості зміцнених виробів. Розрахунок напружено-деформованого стану базується на вирішенні рівнянь термопружності з урахуванням як пружних, так і пластичних деформацій та об'ємних ефектів при фазових перетвореннях.

Верифікація розроблених моделей здійснюється шляхом зіставлення результатів розрахунків із експериментальними даними, отриманими методами металографічного аналізу, дюрометрії, рентгеноструктурного аналізу та іншими сучасними методами дослідження матеріалів. Це дозволяє оптимізувати параметри зміцнення процесів для досягнення необхідного комплексу властивостей поверхневого шару деталей машин.

Запропонована в роботі математична модель може мати застосування для прогнозування та дослідження зон термічного впливу, які виникають при обробці поверхонь деталей кругової форми висококонцентрованими потоками енергії, що може значно збільшити експлуатаційний ресурс військової техніки.

Литовченко В.В.
Барвінок Р.Д.
Ракша В.М., канд. фіз.-мат. наук
Цуканов Я.О.
ДНДІ ВС ОВТ

ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ ЗА ВІДСУТНОСТІ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

На сьогодні успіх захисту озброєння та військової техніки (ОВТ) залежить від застосування сучасних технологій. До них належать супутникові радіонавігаційні системи (СРНС) для визначення координат, такі як GPS. Однак сигнали СРНС можуть бути недоступними через придушення, збої чи відсутність покриття в зонах проведення бойових дій, захищених спорудах чи віддалених районах. Це створює ризики для навігації та безпеки. Розробка альтернативних методів вимірювання координат є актуальною для військових, рятувальних і логістичних задач, де критично важливе стабільне позиціонування.

Для вирішення проблеми вимірювання координат за відсутності сигналів СРНС авторами пропонується інтеграція кількох технологій і методів. Основою може слугувати інерційна навігаційна система (ІНС), яка використовує акселерометри та гіроскопи для вимірювання прискорення і кутової швидкості рухомих платформ. Ці параметри дозволяють обчислити її положення та орієнтацію в просторі. Проте ІНС має недолік – накопичення похибок з часом, що вимагає додаткових методів корекції.

Одним із таких методів є одометрія, яка базується на аналізі обертання коліс або руху гусениць для оцінки переміщення наземних рухомих платформ. Цей підхід простий у реалізації, але його точність залежить від стану поверхні та відсутності ковзання. Іншим перспективним рішенням є

візуальна навігація, що використовує камери для обробки зображень і визначення координат відносно відомих об’єктів або попередньо створеної мапи місцевості. Комбінація ІНС з одометрією та візуальною навігацією дозволяє компенсувати їхні індивідуальні недоліки, забезпечуючи більш надійний результат.

Додатково можуть застосовуватися наземні радіонавігаційні системи, такі як LORAN або eLORAN, які надають навігаційні сигнали на великих відстанях і є стійкими до придушення. Також перспективним є використання технологій 5G-зв’язку, що дозволяють визначати координати методом трилатерації чи тріангуляції на основі сигналів від базових станцій. Такі підходи особливо ефективні в урбанізованих районах.

Розробка пристроїв для вимірювання координат без СРНС має велике значення. Комбінація ІНС, одометрії, візуальної навігації та наземних систем забезпечує надійне позиціонування. Теоретично важлива інтеграція даних, практично – створення універсальних рішень для асиметричної боротьби або оборони. Подальші дослідження вдосконалять технології, підвищивши їх стійкість і доступність.

Лячин С.В.
Таран В.І.
Хардель Р.З., доктор філософії
НАСВ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ КОМПЛЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ ТА ЇХ ЗАХИСТУ ВІД УДАРНИХ БпЛА

Сучасний досвід бойових дій в умовах російсько-Української війни висвітлив як переваги, так і недоліки автомобільної техніки, що застосовується у Збройних Силах України. Особливу загрозу для військової інфраструктури і техніки становлять безпілотні літальні апарати (БпЛА), особливо FPV-дрони та дрони-камікадзе.

Російсько-Українська війна спричинила безпрецедентні зміни у веденні бойових дій, зокрема на рівні використання транспортної техніки. Зросла роль мобільних, броньованих і технологічно адаптованих автомобілів. Одночасно виникла нова загроза - масове застосування ударних БпЛА.

Комплектування військ транспортними засобами стикається з низкою труднощів: відсутність уніфікованої платформи, потреба в модернізації застарілої техніки, необхідність адаптації імпортованих машин, висока вартість нових зразків, логістичні проблеми та ремонт у польових умовах.

Розвиток військової автомобільної техніки розвивається у напрямі імпортозаміщення, активізації виробництва вітчизняних бронеавтомобілів ("Козак", "Варта", "Новатор"), адаптація західної техніки, освоєння експлуатації та ремонту машин НАТО (Humvee, Oshkosh, MAN та ін.) та модульність і універсальність.

FPV-дрони та дрони-камікадзе стали серйозною загрозою для військової техніки. Вони легко уражають легкі та середні автомобілі, Їх важко помітити завчасно. Вони використовуються для атак на боєприпаси, медичні евакуації, живу силу.

Особливу небезпеку становить використання БпЛА в умовах насиченого електронного середовища.

Захист техніки реалізується завдяки комплексам РЕБ Piranha – Armored Vehicles Dome 360 - купольна система української розробки, яка ефективно пригнічує частоти дронів, зокрема FPV та "Ланцетів". Kvertus AD Kraken, ТИС-424, Нептун ЛТ-3, Магура Амага 3.2, Синиця 3.5 - мобільні рішення для захисту машин.

Всі ці комплекси створюють електромагнітний «купол», який блокує управління дронами, а також GPS, GLONASS та інші сигнали навігації.

Технічна реалізація, переваги РЕБ-систем для авто це простота встановлення, підключення до штатного живлення, відсутність необхідності у ручному супроводі дронів та можливість захисту від широкого діапазону частот.

Такі системи працюють в автономному режимі та не потребують постійної уваги оператора.

Захист автомобільної техніки від ударних БпЛА є одним з пріоритетних напрямів у військових технологіях. Розвиток вітчизняних РЕБ-комплексів та адаптація транспортних засобів до нових реалій війни забезпечують підвищення живучості особового складу та ефективність виконання бойових завдань.

Манзяк М.О.
Грубель М.Г., д-р техн. наук, проф.
Андрієнко А.М., канд. техн. наук, с.н.с.
НАСВ

ІНТЕГРОВАНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЕКІПАЖ ЗРАЗКА КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Сучасні умови експлуатації зразків військової автомобільної техніки (ВАТ) потребують ретельного аналізу впливу вібраційних навантажень на організм людини. Особливо критично це для водіїв та інших членів екіпажу, оскільки надмірні вібрації можуть спричиняти фізичну втому, погіршення концентрації та зниження рівня готовності під час виконання завдань. Рух бездоріжжям і сильно пересіченою місцевістю створює складні вібраційні коливання, які негативно впливають як на вбудоване обладнання, так і організм людини. З урахуванням діючого стандарту ДСТУ ISO 2631-1:2004 існує потреба в розробці комплексного підходу, який дозволить оцінити віброколивні навантаження шляхом комбінування результатів польових випробувань та комп'ютерного моделювання.

Апробація методики порівняльного аналізу віброколивних навантажень на екіпаж зразка ВАТ (на прикладі багі "МАМАЙ") передбачала моделювання у середовищах Simulink та Matlab і проведення польових випробувань. Дослідження включало моделювання вібраційних процесів у Simulink із розрахунковим кроком 0,01 с та збір експериментальних даних з інтервалом 0,05 с. Для вирівнювання часових рядів застосовано метод сплайн-апроксимації, що забезпечило однорідність вхідних даних та дозволило отримати точний спектральний аналіз. Дані оброблені у середовищі Matlab, де за допомогою визначених функцій здійснено дискретне перетворення Фур'є та нормування отриманого спектра. Розроблена функція дозволила розподілити спектральну потужність за октавними та третинно-октавними смугами з можливістю врахування нижчих частот (до 3 Гц), що є важливим для оцінки впливу вібрацій на організм людини. Аналіз спектральних даних виявив два чітко виражених діапазони підвищеної вібронавантаженості: перший – у частотному діапазоні 1-1,6 Гц, другий – 3-8 Гц. Порівняння результатів експериментальних вимірювань із моделлю показало високу збіжність як за якісними, так і за чисельними характеристиками, що свідчить про коректність застосованої методики. Отримані дані дозволяють зробити висновок про те, що система підресорювання багі "МАМАЙ" відповідає нормативним вимогам для руху в складних умовах протягом 3-4 годин, проте за певних режимів експлуатації підвищені вібраційні навантаження можуть скорочувати робочий час водія до менше 1 години.

На основі проведеного дослідження зроблені наступні висновки: комбінований підхід, що інтегрує польові експерименти, та комп'ютерне моделювання за допомогою Matlab і Simulink, дає змогу отримати повну картину спектрального розподілу вібраційних навантажень, що впливають на екіпаж зразка колісної ВАТ; розроблений алгоритм обробки даних із використанням перетворення Фур'є та поділу спектральної потужності за октавними смугами дозволяє точно оцінити вплив вібрацій у широкому частотному діапазоні, включаючи критично важливі нижчі частоти (< 3 Гц); отримані результати вказують на наявність двох основних діапазонів підвищеної вібріонавантаженості, що дозволяє оцінити як відповідність стандартам, так і потенційні обмеження щодо тривалості роботи водія без виникнення втомлюваності та зниження бойової ефективності зразка. Проведене дослідження підтверджує доцільність використання сучасних програмних засобів для моделювання й аналізу вібраційних навантажень, що є важливим для подальшої оптимізації конструктивних рішень у ВАТ.

Марченко О.В.
Чорний М.В., канд. техн. наук, доц., с.н.с.
Матузко Б.П., канд. техн. наук, доц.
НАСВ
Макогон О.А., канд. техн. наук, доц.
ВІТВ НТУ "ХПІ"

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ AMAP-ADS НА ЗРАЗКАХ БТОТ, ЩО Є НА ОЗБРОЄННІ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Досвід ведення бойових дій на території України показує на зменшення ефективності застосування бронетанкової техніки у зв'язку з неможливістю протидіяти інноваційним засобам ураження броньованого захисту. З метою протидії інноваційним засобам ураження виникає нагальна потреба в створенні чи модернізації існуючих систем захисту броні, які були б спроможні захистити техніку в сучасних умовах. Одним з варіантів вирішень даної проблеми є інтегрування компонентів системи активного захисту в пасивну рознесену броню. В існуючому варіанті система не призначена для повної заміни пасивної броні, оскільки снаряди більшого калібру будуть лише роздроблені, а не повністю відхилені, і для поглинання залишкової енергії осколків потрібна пасивна броня.

Система активного захисту (САЗ) AMAP-ADS в останньому варіанті виконання інтегрує компоненти в пасивну рознесену броню. Завдяки модульній конструкції САЗ може бути адаптована до широкого спектра зразків бронетанкового озброєння та військової техніки і здатна захистити техніку від великокаліберної зброї, яку не зупинить легка броня.

Розташування датчиків і засобів протидії забезпечує напівсферичний захист. Перекриття секторів модулів датчиків протидії дозволяє системі перемагати атаки з кількох напрямів. У порівнянні з іншими системами жорсткого знищення у системі AMAP-ADS немає рухомих частин, що робить ADS легким за вагою і зменшує потребу в електроенергії.

У системі AMAP-ADS не передбачені SMART-технології, зокрема виявлення і розпізнання піхоти, яка знаходиться у зоні контролю. Безумовно, надлишкове використання захисту підвищує його надійність, але не є оптимальним з точки зору ресурсозатратності. Ефективне застосування AMAP-ADS можливо при диференційованому спрацюванні датчиків. Однак, такий підхід вимагає розроблення алгоритму дій, який б мінімізував ймовірність хибного спрацювання датчиків або пропуску удару та "дружнього" придушення.

Сенс адаптації САЗ AMAP-ADS до використання її на зразках БТОТ, що є на озброєнні ЗСУ, полягатиме у визначенні оптимального набору компонентів і підсистем та додаткових елементів для забезпечення їх взаємодії із заданим рівнем надійності. В цьому випадку виникає завдання об'єднання інформації, отриманої від модулів підсистеми управління та/або підсистеми виявлення, ідентифікації та цілевказівки без втрати якості.

Введення додаткових елементів у роботу системи пропонується передбачити з метою дотримання балансу потужності та забезпечення SMART-взаємодії існуючих та доданих елементів захисту. Комплекс активного захисту може бути механічно інтегрований у гібридні броньові плити зразка БТОТ.

Ефект від реалізації технічних рішень щодо адаптації САЗ AMAP-ADS до використання її на зразках БТОТ полягатиме у мінімізації ймовірності хибного спрацювання датчиків шляхом їх диференційованого спрацювання при забезпеченні достатнього рівня надійності (шкоди "дружнього" придушення).

Масесов М.О., канд. техн. наук, с.н.с.
ВІТІ імені Героїв Крут

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОБ'ЄКТІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

У ході відбиття повномасштабної збройної агресії російської федерації значно зросла актуальність впровадження та використання сучасних технологій у сфері оборони України. Завдяки

впровадженню сучасних інформаційних (автоматизованих) систем, новітнього озброєння та масштабного застосування безпілотних систем постійно зростає об'єм інформації, що передається, підвищується рівень вимог до швидкості передавання даних, достовірності передавання інформації та її безпеки. Вищезазначені фактори стимулюють впровадження в комунікаційні системи нових мережевих та інформаційних технологій, що, в свою чергу, призводить до значного ускладнення системи зв'язку ЗС України в ході її планування, побудови, розгортання та управління.

Існуючі підходи до побудови систем зв'язку військового призначення не можуть задовольнити сучасні вимоги щодо швидкості та якості процесу побудови системи зв'язку в повному обсязі. Тому однією з актуальних проблем, що виникає при плануванні зв'язку, є вирішення протиріччя між складністю процесів планування та побудови системи зв'язку, вимогами системи управління, що висуваються, і можливостями посадових осіб.

Одним із найбільш оптимальних шляхів виходу з існуючого стану є розробка єдиної методології побудови системи зв'язку, що враховує досвід застосування існуючих (раніше побудованих) систем зв'язку та їх гетерогенність, охоплює сукупність моделей системи, її елементів і процесів їх функціонування, моделей процесу планування і побудови, документів по зв'язку, методів, моделей і алгоритмів, що реалізують обробку, передавання, зберігання і відображення інформації на всіх етапах роботи посадових осіб.

Для реалізації та опису процесів побудови системи зв'язку слід використовувати глибинні та онтологічні знання про предметну область системи військового зв'язку, що враховують принципи організації зв'язку, правила організаційно-технічної побудови системи зв'язку та фундаментальні фізичні закони функціонування елементів системи зв'язку. Можливість маніпулювання такими знаннями представляється запропонованою автором теорією об'єктів побудови системи зв'язку, яка призначена для задання та використання моделей об'єктів побудови (у вигляді множини відношень між змінними, що відображають структуру, параметри і функціонування елементів системи зв'язку, факторів, які на них впливають, показники ефективності та ін.). Основу зазначеної теорії складають сімейство моделей, що описують об'єкти побудови для реалізації процесів побудови системи зв'язку: концептуальна модель предметної області; моделі структури і параметрів об'єктів побудови; моделі процесів функціонування об'єктів побудови.

Розроблені моделі дозволяють: узагальнити опис предметної області і сформувати часткові моделі об'єктів побудови системи зв'язку; компактно подати структури і параметри об'єктів побудови через сукупність типових елементів системи зв'язку і відносин між ними, а також ефективно маніпулювати ними; моделювати динаміку змін під час функціонування об'єктів побудови системи зв'язку.

Подальші дослідження будуть направлені на подальший розвиток методології побудови системи зв'язку та її практичну реалізацію; розширення і деталізацію основ теорії побудови системи зв'язку; удосконалення запропонованих моделей, методик і алгоритмів процесів побудови системи зв'язку, а також розробку науково-методичного апарату для оцінки ефективності її функціонування.

Матузко Б.П., канд. техн. наук, доц.
Чорний М.В., канд. техн. наук, доц.
Марченко О.В.
Мельник І.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСІВ ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ

Під час ведення бойових дій для вирішення широкого кола задач (розвідки, завдання ударів, мінування тощо) переважно використовуються безпілотні літальні апарати (БпЛА). Сучасні БпЛА мають невеликі сигнатури, що пояснюється їх виготовленням із композитних матеріалів зі спеціальним пофарбуванням, та електричні двигуни, які є малопомітними у тепловому діапазоні. Через це виявлення БпЛА засобами, які використовуються для виявлення і супроводження пілотованих літальних апаратів, є практично неможливим.

Останнім часом виробниками пропонуються автоматизовані комплекси захисту від БпЛА, які використовують один із способів виявлення (оптичний, радіолокаційний тощо) або поєднують декілька способів, що, з урахуванням складності задачі виявлення БпЛА, є найкращим рішенням.

Найбільш ефективним є комбінування способів виявлення: використання радіолокаційних станцій (РЛС), обладнання радіомоніторингу, інфрачервоних та оптичних відеокамер. Такий варіант є більш вартісним, але кожний із способів доповнює інший, через що зменшується кількість хибних виявлень і збільшується загальна ефективність системи. При цьому алгоритм роботи комплексу буде таким: РЛС виявляє БпЛА, паралельно з цим комплекс приймає сигнали, шукає серед них «підозрілі», наводить відеокамери на виявлений об’єкт, і приймається рішення про вироблення команди на придушення, перехоплення або знищення цілі.

Основним принципом побудови даного комплексу технічних засобів є децентралізоване розміщення модулів, які неперервно обмінюються по зашифрованих і завадостійких каналах зв’язку службовою інформацією. Це сприятиме підвищенню ефективності роботи комплексу і складності виведення з ладу або фізичного знищення даних модулів. Через блочну побудову є можливим створення комплексу необхідної конфігурації з урахуванням специфіки виконання конкретної задачі. Комплекс матиме стійкість до сторонніх електромагнітних впливів і підсистему активної протидії загрозам – здатності до самостійного прийняття рішення про заходи у відповідь або передавання команд на забезпечення допомоги і підтримки. Контроль за рішеннями, які приймаються комплексом, і налаштування необхідних параметрів здійснюється оператором.

Функціонування комплексу захисту, інтегрованого у зразок озброєння, забезпечується обчислювальним модулем, здатним приймати рішення в автоматичному режимі: щодо видачі команди про використання допоміжних засобів ідентифікації; передавання команди на уточнення інформації іншому комплексу, що працює у складі системи виявлення БпЛА; передавання команди БпЛА, що входить до системи виявлення БпЛА, на переміщення до місця знаходження для прийняття рішення про факт виявлення; передавання команди на придушення, перехоплення або знищення цілі засобами, що входять до складу системи придушення і знищення БпЛА; інформування оператора комплексу про факт виявлення БпЛА або хибної тривоги.

З аналізу розроблених автоматизованих комплексів захисту зразків озброєння від БпЛА встановлено, що функціонування переважної більшості комплексів ґрунтується на принципі радіомоніторингу, а допоміжними засобами є оптико-електронні системи. Радіолокаційні способи виявлення, зазвичай, не використовуються, що суттєво знижує дальність виявлення БпЛА. У комплексах не реалізовується відпрацювання інформації щодо супроводження БпЛА, що зменшує ефективність заходів захисту від них.

Мезєнцев Ю.О.
Кутовой О.В.
НАСВ

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТА ОБ’ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ КОМАНДИРІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ В УМОВАХ ЗАГРОЗ ІЗ БОКУ БпЛА ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах війни росії проти України однією з найбільш загрозливих тенденцій стало широкомасштабне застосування противником безпілотних літальних апаратів (БпЛА), зокрема розвідувальних та ударних (FPV) дронів. Ці засоби здатні забезпечувати ефективну розвідку в режимі реального часу, коригування вогню артилерії, а також завдавати прямих ударів по техніці й особовому складу Збройних Сил України. Такий підхід значно ускладнює виконання бойових завдань командирами тактичного рівня, вимагаючи нових підходів до управління підрозділами та підвищення рівня ситуаційної обізнаності.

Передусім, слід відзначити недостатній рівень захисту підрозділів від розвідувальних БпЛА. Дрони агресора, зокрема “Орлан-10”, здатні здійснювати цілодобове спостереження, передаючи точні координати позицій ЗС України. Це ставить під загрозу як фізичну безпеку особового складу, так і збереження техніки та озброєння.

FPV-дрони, оснащені вибухівкою, демонструють високу точність ураження, гнучкість застосування та здатність обходити засоби радіоелектронної боротьби. Через відсутність систем швидкого виявлення та нейтралізації таких загроз командири змушені діяти в умовах постійної загрози, що негативно впливає на ухвалення рішень, морально-психологічний стан особового складу та темпи оборонних (наступальних) операцій.

Ще однією критичною проблемою є фрагментарність системи об'єктивного контролю. Часто командири не мають доступу до цілісної картини бою через обмеження в засобах зв'язку, відсутність єдиних цифрових платформ обміну даними або затримки в передаванні розвідувальної інформації.

Для підвищення ефективності управління підрозділами в умовах загроз з боку БпЛА необхідне вдосконалення систем ситуаційної обізнаності за напрямками:

1. Інтеграцію розвідувальних даних у єдину цифрову платформу з доступом для командирів усіх рівнів. Такий підхід дозволить оперативно отримувати зведену інформацію про обстановку на полі бою, рух ворожих БпЛА та можливі напрямки атак.

2. Використання власних БпЛА для тактичної розвідки та спостереження. Тактичні дрони вітчизняного виробництва або адаптовані цивільні моделі можуть ефективно здійснювати спостереження, виявляти підготовку противника до атак та своєчасно інформувати командирів.

3. Впровадження систем відеомоніторингу та цифрового трекінгу рішень командирів. Це забезпечить об'єктивний контроль за ухваленням рішень у реальному часі, дозволить аналізувати ефективність управління та навчати особовий склад на основі реальних бойових дій.

4. Розвиток засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) тактичного рівня, що дозволяють виявляти та подавляти сигнали керування ворожими FPV-дронами. Особлива увага має приділятися мобільним РЕБ-системам з можливістю автономної роботи в польових умовах.

5. Навчання командирів тактичної ланки новим стандартам бойового управління з врахуванням дронових загроз. Це повинно включати практичні тренування з використанням цифрових мап, імітацій БпЛА, інтеграції з аналітичними платформами та алгоритмів швидкого прийняття рішень.

Мельник В.І.
Андреєва Л.М.
НАСВ

ЗАХІДНІ ЗЕНІТНІ КОМПЛЕКСИ НА ОЗБРОЄННІ СИЛ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

ППО України є унікальною. Адже це - система заходів, які спрямовані на захист Держави від ударів російського агресора. До складу ППО ЗС України входять ЗРК, зенітно-артилерійські та радіотехнічні війська. ППО є важливою складовою оборони України.

Незважаючи на те, що більшість засобів ППО України застаріли, ми маємо один з найпотужніших арсеналів в Європі. До початку повномасштабного вторгнення на озброєнні ПС ЗС України перебувало достатньо багато зенітно-ракетних комплексів Бук-М1, С-125 та С-300, а також їхні модернізовані версії. Це старі радянські зразки минулого століття, але більшість з них пройшли модернізацію, були оновлені відповідно до сучасних стандартів. Перед повномасштабним вторгненням ПС налічували близько 35 дивізіонів.

Для посилення ППО ЗС України після повномасштабного вторгнення російських окупантів Україна отримала від західних партнерів одні із найсучасніших іноземних зенітних ракетних комплексів у світі – «Patriot», «IRIS-T», «NASAMS», «SAMP/T» («MAMBA») тощо.

ЗРК «Patriot» оцінюється фахівцями як один з найефективніших комплексів ППО у світі. Він призначений для ураження цілей на середній висоті та може збивати крилаті (КР) та балістичні ракети (БР), літаки та безпілотники. Дальність виявлення цілі - до 180 км, а перехоплення – до 80 км. Одна пускова установка РАС-3 розрахована на 4 ракети. До кладу батареї «Patriot» входять: пункт керування, багатофункціональна РЛС, до 8 пускових установок, додаткове експлуатаційне обладнання: машини для заряджання, транспортування та обслуговування.

Україна також доопрацювала програмне забезпечення ППО «Patriot», щоб комплекс міг відстежувати та знищувати гіперзвукові ракети, що летять удвічі швидше.

ЗРК «NASAMS» також виробництва США. ЗРК може збивати безпілотники, ракети, літаки та гелікоптери. Дальність ураження - 25-50 км, висота ураження - 15-25 км. До складу батареї входять три вогневі взводи (54 ракети). Пускові установки з 6 ракетами кожна здатні одночасно вдарити по одній або декількох цілях.

Система «IRIS-T SLM» – ЗРК середнього радіуса дії, який призначений для знищення літаків, гелікоптерів, БпЛА, КР та БР. Виробництво – Німеччина. В ПУ 8 ракет. Ракети «IRIS-T SL» можуть уражати ціль на відстані до 40 км та висоті до 20 км.

ЗРК «SAMP/T». Спільне виробництва Франції та Італії. Може знищувати літаки на відстані до 100 км, а БР – до 25 км. В установці 8 ракет, які можна запустити залпом за 10 с. До складу батареї входять: радар виявлення та відстежування цілей; модуль технічного обслуговування та ремонту; 6 пускових установок; машина для перезаряджання тощо, 20 чол. – обслуговування батареї.

Також у США створили систему ППО «FrankenSAM», яка поєднує у собі передові ракети «земля-повітря» західного калібру з переобладнаними пусковими установками радянських часів. Є два варіанти цих імпровізованих засобів протиповітряної оборони – один поєднує радянські пускові установки «Бук» і американські ракети «Sea Sparrow», а другий – радари радянської епохи та американські ракети «Sidewinder». Системи «FrankenSAM» роблять свій внесок у заповнення критичних прогалин у протиповітряній обороні України.

Поки що не варто очікувати швидкої поразки ворога, більш важливо зосередитися на модернізації власних систем ППО та злагодженій роботі наших повітряних сил.

З продовженням війни наземно-повітряна оборона України відіграватиме все більшу роль, впливаючи на розвиток наземної війни та загальний результат військового конфлікту.

Хоч якими б ефективними не були комплекси «Patriot» та інші ЗРК, але їх сьогодні замало, щоб прикрити територію України і важливі об’єкти.

Отже, зараз Україна стала свого роду випробувальним полігоном для сучасних воєнних технологій. Постачальники новітніх систем озброєння можуть одразу оцінити, як працюють їх творіння в умовах складних викликів та завдань, зумовлених активною фазою війни з росією.

Мельник М.О., канд. техн. наук
Каратаєва Л.М.
Мельник Р.М.
ЛЦ ІКД НАН та ДКА України

АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТУЖНИХ АКУСТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ТА БЕЗПЕКОВИХ ЦІЛЕЙ

При проведенні росією бойових дій на території України важливим і актуальним питанням є створення високотехнологічних та ефективних засобів впливу на ворога. До таких засобів відносяться акустичних випромінювачі направленої дії, які складають основу нелетальної зброї.

Львівським центром ІКД НАНУ та ДКАУ в рамках виконання космічних та безпекових програм України розроблено низку потужних акустичних випромінювачів, зокрема: стаціонарний низькочастотний параметричний випромінювач (АВП-1) з рівнем звукового тиску 165 дБ; надпотужний мобільний акустичний випромінювач (МАВ-2) з рівнем звукового тиску 175 дБ; акустичні випромінювачі направленої дії (АВНД-1, АВНД-2) з рівнем звукового тиску 155 дБ.

Низькочастотний параметричний випромінювач (АПВ-1) розроблявся суто для вивчення сейсмо-іоносферних зв’язків і показав себе ефективним під час проведення наземно-космічних експериментів із французьким супутником «Demeter» у 2004 – 2006 рр. В процесі проведення активних наземно-космічних експериментів виявлено: вплив акустичних збурень на проходження низькочастотних навігаційних сигналів через іоносферу; влив на локальну погоду; вплив на дезорієнтацію в просторі великої рогатої худоби, тощо. Дані результати досліджень можуть бути ефективно застосовані для військових та безпекових цілей, зокрема фізіологічного впливу на ворога

на віддалях 1-5 км, корегування локальної погоди в коридорі 10-15 км., впливати на роботу малих літальних апаратів, послаблення або підсилення глобальних навігаційних сигналів тощо.

Мобільний акустичний випромінювач (МАВ-2) – надпотужний випромінювач з частотним діапазоном 10-260 Гц і може бути використаний за призначенням аналогічно як АПВ-1, з можливістю забезпечення мобільності та покращення ефективної дії при корегуванні локальної погоди.

Акустичні випромінювачі направленої дії (АВНД-1, АВНД-2) розроблені як прототипи акустичних випромінювачів LRAD-1000X та LRAD-2000X з використанням надсучасної елементної бази, нетрадиційних технологічних рішень та комп'ютерних технологій, що дало змогу покращити технічні характеристики у порівнянні з прототипами. Дані типи випромінювачів випускаються як у стаціонарному, так і в мобільному варіантах, і можуть бути застосовані для: психіко-фізіологічного впливу на ворога в ближніх та міських боях; інформаційного впливу на особовий склад противника (інформування, агітація та імітація звуків військової техніки, розриву снарядів, мін, для введення ворога в оману тощо); доведення команд управління між сусідніми підрозділами при відсутності іншого зв'язку; боротьби з морським десантом на морі та береговій лінії; охорони стратегічних та режимних об'єктів тощо. На сьогоднішній день завершуються роботи щодо дистанційного управління аудіосигналами та управління по азимуту та куту дальності, що дозволить дані типи випромінювачів розмістити на наземних даних, які можуть бути використані для проведення спеціальних операцій.

Міщенко Я.С., канд. техн. наук, доц.
Загребельний С.М.
Мельник М.М.
Барвіненко Я.Д.
НАСВ

ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН МЕХАНІЗОВАНИХ ПІДРОЗДІЛІВ У МАЙБУТНІХ БОЙОВИХ ДІЯХ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Сучасні підходи щодо бойового застосування різних типів бойових броньованих машин (ББМ) ґрунтуються на основі досвіду війн останнього століття. Однак протягом трьох років російсько-Української війни чітко спостерігається пошук нових підходів ефективного застосування та адаптації існуючих ББМ під умови сучасної війни обома сторонами методом спроб та помилок. Така необхідність виникає в результаті появи нових способів ураження високовартісних ББМ значно дешевшими засобами ураження, відстань дії яких в рази перевищує характеристики ББМ, а також за рахунок можливості вибору менш захищеного місця для ураження самої ББМ. В результаті широкого застосування FPV-дронів та баражуючих боєприпасів для ураження ББМ, на відміну від інших способів та методів їх знищення, складає близько 78%. Такий високий показних ураження вимагає вирішення проблеми, яка полягає у розробці сучасних вимог до перспективних зразків ББМ в умовах сучасної, тривалої, високоінтенсивної війни з противником який переважає за економічними та ресурсними показниками.

Досвід розробки існуючих зразків ББМ в основі концепції яких була закладена філософія створення складного, високовартісного, енергонасиченого зразка техніки, який повинен був бути універсальним під час ведення бойових дій в різних видах бою в умовах застосування противником отруйних та радіоактивних речовин показав, що з точки зору співвідношення вартості існуючих зразків ББМ і вартості та ефективності засобів ураження не є оптимальними.

Аналіз ефективності застосування способів, які не притаманні за задумом конструкторів, для окремих зразків ББМ, показав значно кращі показники живучості та вогневої ефективності ББМ на полі бою. Наприклад, ведення вогню по противнику танками з закритих вогневих позицій або використання бронетранспортера М11 як засобу для здійснення підвозу матеріально-технічних засобів до передових позицій та евакуація поранених, тощо. Такий ефект досягається відомими правилами: швидкість та раптовість маневрів в безпосередній близькості до позицій противника, а також ведення вогневого ураження з дистанцій, які переважають дистанцію ураження вогневих засобів противника.

Таким чином, вбачається необхідність перегляду поглядів на ефективність універсальних за бойовим призначенням високовартісних та енергонасичених зразків ББМ. Натомість пропонується розглянути концепцією з наступними основними вимогами: модульність зразка з уніфікованими колісними та гусеничними платформами під різні основні види сучасного бою; наявність протидії авіаційним та наземним роботизованим комплексам з автоматичним їх виявленням та знищенням; висока маневреність на пересіченій місцевості; можливість швидкого виходу десанту з бойового відділення за принципом відкривання задньої апарелі.

От же, запропонований підхід дозволить здешевити процес виробництва та час виготовлення таких ББМ, скоротити номенклатуру запчастин для їхнього обслуговування та ремонту, скоротити час для навчання екіпажу машин та знизити вихід з ладу техніки за експлуатаційними причинами з вини водія.

Міщенко Я.С., канд. техн. наук, доц.
Чорний М.В., канд. техн. наук, доц.
Матузко Б.П., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАНЬ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ КОМАНДИРІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ

За результатами аналізу встановлено, що системи ситуаційної обізнаності (ССО) відіграють ключову роль у прийнятті командирами різних ланок ефективних рішень в умовах ведення сучасної війни. Стрімкий розвиток таких систем не дозволяє оцінити ефективність їх застосування у зв’язку із наявністю низки проблем, які потребують науково обґрунтованих підходів для їх вирішення шляхом розробки об'єктивних критеріїв та методик. Такий підхід є складним завданням через багатовимірність та залежність від контексту застосування обраних критеріїв.

Суть ССО полягає у постійні обробці інформації з великої кількості сенсорів, датчиків, баз даних та людських джерел, які можуть мати різні формати, протоколи та рівні достовірності. Інтеграція цих даних у єдину інформаційну модель є складним технічним завданням. Надходження великих обсягів даних призводить до необхідності забезпечення їхньої ефективної обробки, фільтрації релевантної інформації та вилучення знань у реальному часі, що становить значну обчислювальну проблему.

Крім цього, інформація, що надходить до ССО, може бути неповною, суперечливою або містити значний рівень невизначеності. Розробка методів для оцінки достовірності даних, виявлення аномалій та прийняття рішень в умовах інформаційної невизначеності є критично важливим елементом загальної проблематики з оцінки ефективності застосування ССО на різних рівнях управління.

До того ж потрібно розуміти, що ефективність ССО суттєво залежить від здатності оператора сприймати, інтерпретувати та використовувати надану йому інформацію. Когнітивні перевантаження, упередження та обмеження уваги можуть призвести до помилок у прийнятті рішень у цій ланці самої системи.

У підсумку слід виділити ключові проблеми, які потребують нагального вирішення, це є: проблема оцінки ефективності таких систем; складність інтеграції різнорідних джерел даних та обробки великих обсягів даних у реальному часі; невизначеність та неповнота інформації, яку отримує оператор, а також людський фактор та когнітивні обмеження.

Шляхом вирішення вище наведених проблем може бути застосування інтелектуальних методів обробки даних; розробка високоефективних алгоритмів обробки потокових даних; використання методів імовірнісного моделювання та теорії доказів; розробка людино-орієнтованих інтерфейсів та засобів візуалізації; застосування методів системного аналізу та моделювання.

Отже, розвиток ефективних ССО є складним науково-технічним завданням, що потребує застосування сучасних методів і методик у галузі інформаційних технологій, штучного інтелекту, когнітивної науки та системного аналізу. Вирішення окреслених проблем сприятиме створенню більш надійних, інтелектуальних та людиноорієнтованих систем ситуаційної обізнаності, що підвищить якість прийняття рішень командирами різних ланок управління у критично важливих ситуаціях на полі бою.

Муковоз О.М.
НАСВ

ЗДОБУТКИ І ВИКЛИКИ У РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Роки війни кардинально змінили оборонний потенціал України. Варто відзначити передусім зростання свідомості суспільства, згуртування нації в боротьбі з ворогом, значне посилення несилових важелів держави: контррозвідки, розвідувальних органів, державно-приватного партнерства у сфері інформаційної протидії. Істотно змінили свій вигляд і можливості Збройних Сил України, які навчилися успішно реагувати на тактичні виклики гібридної війни низької інтенсивності.

Україна змогла покращити ситуацію у галузі переозброєння Сил оборони, суттєво просунулися національні ракетні програми та розробки. 2019 рік став першим роком реального переозброєння з отриманням армією нових високоточних систем зброї – РСЗВ «Вільха», ПКР «Нептун».

Серед іншого зафіксовано низку локальних досягнень у галузі переозброєння та переоснащення армії (Сил оборони).

Зокрема, Повітряні сили ЗСУ отримали новітню мобільну автоматизовану систему управління (АСУ) силами та засобами авіації, протиповітряної оборони ЗСУ «Ореанда».

ДККБ «Луч» виготовляє близько 6 000 ракет різних калібрів на рік. Розпочато виробництво Україною 122-мм самохідних артилерійських установок (САУ) 2С1 «Гвоздика», завершено випробування нових вітчизняних розробок – РСЗВ «Вільха» та 155-мм САУ «Богдана».

Реалізовано глибоку модернізацію 122-мм РСЗВ БМ-21 УМ «Берест», яке передбачає модернізовану систему управління та наведення, проведено випробування системи керування вогнем 524Р для бойових вертольотів Мі-24.

Головні здобутки років війни базуються переважно в політико-дипломатичній площині: має місце політична підтримка у вигляді продовження та розширення санкцій.

Збройні Сили України повинні позбутися невластивих функцій – усього, що прямо не стосується прямої підготовки до війни. Найголовніше – направити ресурси на зміну якості комплектування підрозділів і частин підвищеної готовності, що ліквідує небезпечний некомплект бойових бригад.

Залучений ресурс дозволить ліквідувати і традиційний дисбаланс оборонного бюджету, коли понад 70% коштів спрямовується на утримання особового складу. А ще такі заходи відсічуть від армії невмотивованих людей. Як наслідок, зменшаться небойові втрати, які сьогодні складають тривожно великий відсоток.

Для активного переозброєння армії варто активізувати ракетні програми – створення оперативно-тактичного ракетного комплексу «Сапсан» і протикорабельної крилатої ракети «Нептун».

Необхідно прискорити розробку ЗРК середнього радіуса дії, а також збільшити поставки в бойові підрозділи протитанкових керованих ракетних комплексів «Стугна».

По-друге, оборонна промисловість – це те, що має потенціал зробити армію сильною. Для цього потрібен єдиний урядовий орган для формування державної оборонно-промислової політики – міністерство або агентство з профільним віцепрем'єром або навіть президентом на чолі.

Такий орган дасть справедливу розв'язку цілого спектра завдань і спірних питань.

Наприклад, яке озброєння розробляти і випускати силами вітчизняного ОПК, яке імпортувати, а які виготовляти шляхом формування спільних виробництв з іноземними компаніями.

Нагорнюк О. А., канд. техн. наук
ЖВІ

МАТЕМАТИЧНА ТА ПРОГРАМНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПОДАВЛЕННЯ РАДІОКАНАЛУ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ СИСТЕМОЮ FPV

Ударні безпілотні літальні апарати (БпЛА) із системою First Person View (FPV) (далі – FPV-БпЛА) разового та багаторазового застосування широко використовуються на тактичному рівні збройними силами російської федерації для ураження техніки та особового складу. Радіокеровані

FPV-БпЛА зазвичай мають два радіоканали: управління та передавання відеозображення. В радіоканалах управління переважно використовується приймально-передавальна апаратура з протоколом передавання даних ExpressLRS, що обумовлено високою розвідзахищеністю та перешкодостійкістю радіосигналів із лінійною частотною модуляцією стандарту LoRa.

Як показує практичний досвід, ефективним способом боротьби із FPV-БпЛА є радіоподавлення їх каналів управління. Дальність радіоподавлення залежить від багатьох факторів: потужності та ширини амплітудно-частотного спектра перешкоди; характеристик антен; відстані від передавача перешкод до передавача радіоканалу; потужності передавача радіоканалу; структури та параметрів сигналу і перешкоди. Збільшити дальність радіоподавлення за незмінного енергопотенціалу передавача перешкод можна шляхом використання узгоджених за структурою радіоперешкод. Оцінити вплив різних типів перешкод на якість роботи радіоканалу із відомою структурою та параметрами радіосигналу можна шляхом комп'ютерного моделювання процесу радіоподавлення або експериментальних досліджень. Комп'ютерне моделювання на початкових етапах вибору ефективних перешкод є більш раціональним, оскільки не потребує наявності приймально-передавальних пристроїв радіоканалу, передавача перешкод та вимірювальної апаратури. Крім того, в процесі моделювання можна сформувати перешкоди з будь-якою заданою структурою та параметрами.

Запропонована математична модель процесу подавлення радіоканалу управління FPV-БпЛА описує: формування пакетів радіосигналів LoRa; формування розширення спектра сигналу методом псевдовипадкового перестроювання робочої частоти; генерування радіоперешкоди (адитивний білий гаусівський шум, радіосигнал з багатопозиційною фазовою маніпуляцією, періодична ковзна за частотою радіоперешкода, радіоперешкода, узгоджена за структурою із сигналом LoRa та ін.); формування сигнально-перешкодової суміші; приймання радіосигналів LoRa; оцінювання ефективності дії радіоперешкоди.

На основі математичного опису процесу подавлення радіоканалу управління FPV-БпЛА в середовищі програмування та моделювання MATLAB створена його програмна модель, яка включає такі складові: передавач та приймач радіосигналів; передавач радіоперешкод із заданою структурою; модуль формування сигнально-перешкодової суміші; модуль оцінювання ефективності радіоперешкоди.

Верифікацію розробленої математичної та програмної моделі здійснено шляхом порівняння результатів її використання для моделювання впливу чотирьох типів перешкод на радіоканал управління стандарту ExpressLRS із даними, отриманими під час експериментальних досліджень.

Наливайко М.І.
Комар В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ FPV-ДРОНІВ І ДРОНІВ ЗІ "СКИДАМИ" ІЗ ЗАСОБАМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ТА ЗАСОБАМИ КІНЕТИЧНОГО УРАЖЕННЯ

З початком широкомасштабної війни росії з Україною масово почали застосовувати високотехнологічні засоби ураження: FPV-дрони та безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) зі "скидами". Для ефективного захисту озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) та особового складу від нових засобів ураження противника потрібні нові підходи.

В умовах сучасних бойових дій актуальним є зменшення часу на виявлення, ідентифікацію та протидію ворожим БпЛА. Тому потрібно здійснювати інтеграцію систем виявлення FPV-дронів та БпЛА зі "скидами" із засобами радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) та засобами кінетичного ураження.

Існуючі підходи і технології виявлення FPV-дронів та БпЛА зі "скидами" за принципами функціонування розподіляються на системи виявлення БпЛА засобами: радіолокаційної розвідки; радіо- і радіотехнічної розвідки; оптико-електронної розвідки; акустичної розвідки.

Інтеграція системи виявлення FPV-дронів та БпЛА зі “скидами” здійснюється з засобами РЕБ (з метою порушення каналу управління між БпЛА і наземною станцією управління) та з засобами кінетичного ураження для забезпечення ефективного захисту ОВТ та особового складу.

Одним з технічних рішень є інтеграція детекторів FPV-дронів та БпЛА зі “скидами” “Вітряк М” (“Вітряк В”) у програмно-апаратний комплекс дистанційного виявлення, розпізнавання та знешкодження (подавлення) БпЛА противника в режимі реального часу з використанням дистанційного керування. Сенсори (детектори) “Вітряк В” за аналізом спектра визначають наявність цифрового відеосигналу дронів таких як DJI Mavic, Autel.

Іншим технічним рішенням інтеграції системи виявлення FPV-дронів та БпЛА зі “скидами” з засобами кінетичного ураження є комплекс активного захисту “Заслін” від державного підприємства “Мікротек”, який призначений для захисту бронетехніки. Створюється активна зона захисту на безпечній відстані від об’єкта, в якій знешкоджуються FPV-дрони та БпЛА зі “скидами” противника засобами кінетичного ураження.

Таким чином, забезпечити ефективний захист ОВТ від FPV-дронів та БпЛА зі “скидами” можна шляхом інтеграції систем виявлення, ідентифікації FPV-дронів та БпЛА зі “скидами” з засобами РЕБ та засобами кінетичного ураження. Крім того, потрібно виконувати заходи маскування, протидії технічним розвідкам противника, створення запасних позицій і хибних цілей із застосуванням макетів бойової техніки та озброєння, інших заходів відповідно до рекомендацій, інструкцій та розпоряджень.

Даний підхід інтеграції систем виявлення БпЛА з засобами кінетичного ураження також підвищить ефективність протидії FPV-дронам на оптоволокні, для яких застосування засобів РЕБ не ефективне тому, що сигнали керування, телеметрія і відеосигнал передаються за допомогою кабелю оптоволокна.

Наливайко О.Л.
ТОВ «АІТЕК»

АВТОМАТИЧНЕ УРАЖЕННЯ МАЛИХ ПІХОТНИХ ГРУП ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

Сучасні бойові дії вимагають миттєвого реагування на появу на полі бою ворожої піхоти та логістичних колон. Зараз противник використовує тактику коротких і швидких переміщень малих груп піхоти і забезпечення підвозу боєкомплекту за допомогою малих мобільних засобів (мотоцикли, багі, гольф-кари тощо). Такі переміщення, коли противник знаходиться поза укриттям, є найбільш сприятливим періодом для його знищення.

В умовах сьогодення проблемним залишається час від моменту виявлення цілі до її ураження, який часто перевищує 5-10 хвилин, що дозволяє противнику доїхати до місця, де він може укритися від вогню. Також має місце невисока ефективність використання FPV-дронів при атаці мобільних цілей через ускладнений пошук цілі пілотом, втрати його концентрації при тривалому чергуванні, а також дію мобільних засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Важливим фактором є уразливість пілотів FPV-дронів при виконанні бойової роботи, які є пріоритетною ціллю для ворога, що не дозволяє їм діяти максимально близько до лінії бойового зіткнення (ЛБЗ) з противником.

Для вирішення описаних проблем потрібно зменшення часу з моменту виявлення цілі до її ураження від поточних 5-10 хвилин до 1-3 хвилин. Також необхідно забезпечити надійне розпізнавання цілей у складних умовах обстановки: ніч, перешкоди, втома пілота.

Важливим чинником є можливість запуску дронів та керування ними у складі ударної групи (від декількох до 10 одиниць), для атаки цілі групою дронів, причому керувати такою групою повинен 1 пілот. Також ще одним із важливих чинників є автоматизація процесу атаки, особливо в умовах дії засобів РЕБ, коли пілот просто обирає ціль для атаки, а усе інше виконується автоматично.

Пропонується застосування концепції «один пілот – багато дронів» на дистанціях до 10 км, коли дрони розміщуються в очікуванні старту в «сірій» зоні, далеко від пілота. Також можливе використання дрона-дропера – автономного ударного елемента, що скидається з дрона-носія, або розгортання дронів-мін – автономних FPV-дронів, що знаходяться в режимі очікування поруч із шляхами

пересування ворога і активуються при наближенні противника через сенсори руху, які розміщені в певній кількості окремо.

Комплекс складається з програмного забезпечення цілевказання і прийняття рішень про ураження цілі. Команда на атаку виявленої цілі передається пілотом на дрони, які знаходяться в «сірій» зоні в режимі очікування, за радіосигналом. Дрон може знаходитись в режимі очікування на землі до 20 діб, вмикатися і стартувати за радіосигналом, виконувати навігацію без сигналів GPS, вести пошук і розпізнавати цілі в заданому секторі.

Важливим елементом комплексу є впровадження алгоритмів комп'ютерного зору для автоматичного виявлення живої сили і техніки, які працюють на самому дроні і скеровують дрон на ціль після підтвердження оператором. Є можливість підсвічування цілі в реальному часі для коригування атаки FPV-дрона. Типи цілей, які розпізнаються автоматично, - солдати, колісна та гусенична техніка, артилерія, міномети, НРК, гольф-кари, багі, мотоцикли.

Використання запропонованого комплексу для вирішення описаних проблем, дозволить зменшити час на ураження малих піхотних груп противника, з моменту їх виявлення до ураження, а також скеровувати дрони на ціль з використанням програмного забезпечення штучного інтелекту (ШІ) в автоматичному режимі, після її розпізнавання та підтвердження оператором, що в цілому суттєво підвищить ефективність ураження ворога.

Нанівський Р.А., канд. техн. наук, доц.
НАСВ
Дущенко В.В., д-р техн. наук, проф.
Воронцов С.М., канд. техн. наук, доц.
НТУ «ХПІ»

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОПНЕВМАТИЧНИХ ПІДВІСОК НА БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИНАХ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Проведені експериментальні та розрахункові дослідження показників рухливості бойових броньованих машин (ББМ) вітчизняного виробництва, а саме бронетранспортерів БТР-3, БТР-4 та «Дозор», показали, що значною мірою вони не задовольняють сучасним оперативно-тактичним вимогам, які висуваються до машин даного класу. Насамперед це стосується середніх швидкостей руху на місцевості та забезпечення ергономічних вимог щодо втомлюваності екіпажу. Причиною є застаріла конструкція торсіонної підвіски, яка застосовувалася ще на радянських БТР-60 і з незначними змінами була використана на сучасних вітчизняних ББМ. В результаті при русі на місцевості, внаслідок постійних пробоїв, дана підвіска не дозволяє використати усі можливості більш потужної силової установки та досконалої трансмісії, що застосовуються на сьогоднішній день. Безрозмірний коефіцієнт якості системи підресорювання (СП) задовольняє сучасним вимогам лише на дорезонансних швидкостях руху, що було прийнятне у минулому, при невеликій потужності силової установки. У свою чергу, потужність сучасних силових установок, які встановлюються на даних машинах, дозволяє рухатися на резонансних та зарезонансних швидкостях, але, як показали проведені дослідження, це є можливим лише у легких дорожніх умовах та частково у дорожніх умовах середньої складності.

З метою усунення даних недоліків та підвищення показників рухливості, авторами було запропоновано застосування гідропневматичної підвіски (ГПП) та її нова кінематична схема, що не потребувала значних переробок підвіски. Було очікування, що нелінійна пружна характеристика ГПП дозволить певною мірою вирішити проблему. Тим не менш проведені дослідження показали, що показники рухливості покращилися лише на дорезонансних швидкостях руху. На резонансних та зарезонансних швидкостях вони, залежно від дорожніх в або не змінилися, або лише незначно покращилися чи погіршилися. Причиною таких результатів став недостатній динамічний хід підвіски, який зберігся на рівні попередньої торсіонної підвіски і був у два рази меншим, ніж на кращих зразках сучасних закордонних ББМ. Це не дозволило реалізувати переваги нелінійної пружної характеристики ГПП.

Таким чином, для підвищення показників рухливості вітчизняних ББМ шляхом застосуванням ГПП необхідно суттєво підвищувати динамічний хід підвіски, для чого значно збільшити довжину поперечних важелів підвіски. У свою чергу, це призведе до необхідності суттєвих змін як трансмісії, так і форми броньованого корпусу, застосувавши його V-подібний профіль, що, у свою чергу, покращить протимінний захист. У цьому випадку можливим кращим варіантом трансмісії буде застосування гібридної силової установки та мотор-коліс.

Іншим можливим варіантом удосконалення підвіски, при збереженні попередньої кінематичної схеми без переробок і який досліджується авторами, є застосування керування характеристиками підвіски за допомогою її пружних керованих шарнірів, з використанням магнітореологічних еластомерів та керуючого магнітного поля.

Ніколаєв О.В.
НАСВ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ПОЛІ БОЮ

У бою першим побачити часто означає вижити. Оскільки бойові дії стають дедалі складнішими та багатогранними, попит на складні системи спостереження, які працюють як вдень, так і вночі та надають дані в реальному часі, досяг безпрецедентного рівня.

Однією з сильних сторін сучасних приладів спостереження є універсальність. Такі пристрої, як окуляри, бінокли, монокуляри та приціли, можна адаптувати відповідно до різних вимог. Незалежно від того, чи встановлені вони на шоломах, чи інтегровані з іншими системами, ці оптичні пристрої створені для забезпечення гнучкості, необхідної в бойових умовах, що швидко змінюються. Так, наприклад, компонентом системи SMASH 2000 ізраїльської компанії «Smart Shooter» є прилад який можна легко встановити на різні гвинтівки за допомогою стандартизованих рейок. Це - система, яка включає в себе невелику відеокамеру та лазерний далекомір і може автоматично виявляти потенційні цілі. Коли ціль зафіксовано, прилад обчислює оптимальну точку прицілювання, яку стрілець використовує для наведення зброї при стрільбі. Прилад також має можливість перемикання в «заблокований» режим, у якому система фактично стрілятиме лише тоді, коли виявить, що зброя спрямована в потрібне місце.

Сучасні оптичні прилади можуть записувати відео, робити фотографії, використовувати штучний інтелект для ідентифікації цілей і використовувати внутрішні датчики, щоб запам’ятовувати місцезнаходження об’єкта, який виявлений.

Це надає значну перевагу в ранньому виявленні загрози, на основі точної інформації швидше приймати рішення на застосування різноманітної зброї на полі бою, дозволяючи при цьому уникати виявлення або захоплення ворогом.

У сучасній війні швидкість обміну інформацією та реагування має вирішальне значення, тому сучасні приціли вже мають підключення Bluetooth, забезпечуючи безперебійний зв’язок з мобільним пристроєм. Це дозволяє передавати дані в програми, відстежуючи й аналізуючи кожен постріл та дію. А інтеграція приладів спостереження з новими технологіями, такими як доповнена реальність, штучний інтелект і використання різноманітних датчиків, відкриває нові можливості у виявленні цілей, ситуаційній обізнаності та підтримці прийняття рішень. На думку фахівців вони повинні мати системи пасивного виявлення безпілотних летальних апаратів. Крім того, мережеві системи можуть передавати відео та інші дані із різних зовнішніх джерел. Потім різні сигнали датчиків можуть бути об’єднані разом, щоб забезпечити більш точне зображення простору бою. Солдати в одному підрозділі зможуть ділитися тим, що вони бачать, безпосередньо один з одним.

Здатність штучного інтелекту покращувати людські здібності очевидна в його застосуванні в низці основних організаційних операцій.

Обладнані такими системами комплекси дозволяють вести бій на відстані за допомогою пульта дистанційного керування. В грудні 2024 року біля населеного пункту Липці, що на північ від Харкова, вперше успішно проведений наступ з використанням лише повітряних та наземних

безпілотних систем. Успішне використання цих комплексів демонструє їх ефективність в умовах сучасної війни.

Отже, інтеграція цифрових технологій, тепловізорів, штучного інтелекту та доповненої реальності обіцяє розширити можливості та застосування приладів спостереження, зробивши їх незамінними інструментами у військовій справі.

Ніколаєв О.В.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ НА ПОЛІ БОЮ

Зростання ролі ударних безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) для виконання завдань щодо знищення цілей на полі бою змушує розглядати способи ефективної боротьби з цією загрозою.

Технологія боротьби з БпЛА включає широкий спектр задач, які дозволяють виявляти, класифікувати та провести відповідні дії на безпілотні літальні апарати. Для цього використовують системи спеціальних радарів та камер для виявлення, ідентифікації дронів, системи відстеження, оповіщення і перехоплення. Існує чотири основних типи обладнання для моніторингу БпЛА: радіочастотні аналізатори, радари, оптичні датчики, акустичні датчики. Постійний моніторинг БпЛА є основною вимогою безпеки. Це дозволяє швидко виявляти та приймати відповідне рішення щодо БпЛА противника.

Ефективне маскування обладнання, зброї та особового складу на позиції може привести до того, що ваша позиція не вважатиметься пріоритетною для нападу. При цьому застосування макетів техніки (озброєння), створення хибних позиції примушує ворога витрачати дорогоцінний час і ресурси. Інженерне обладнання позицій та районів розташування підрозділів утруднює виконання БПЛА завдань повітряної розвідки та здійснення ураження.

Методи боротьби включають традиційну кінетичну зброю, блокування з’єднань БпЛА з оператором або навігаційними супутниками за допомогою глушіння, використання спрямованої енергії для руйнування корпусів або електроніки, перехоплення управлінням БпЛА. Кожен метод має свої переваги та недоліки.

Повільна швидкість і відсутність контрзаходів на більшості БпЛА роблять їх уразливими для більшості стрілецької зброї, кулеметів, ракет, зенітних систем, які можуть знищити БпЛА. Так наприклад компонентом системи SMASH 2000 ізраїльської компанії Smart Shooter є прилад, який можна легко встановити на різні гвинтівки за допомогою стандартизованих рейок. Це - система, яка включає в себе невелику відеокамеру та лазерний далекомір і може автоматично виявляти потенційні БпЛА. Коли ціль зафіксовано, прилад обчислює оптимальну точку прицілювання яку стрілець використовує для наведення зброї при стрільбі. Прилад також має можливість перемикання в «заблокований» режим, у якому система фактично стрілятиме лише тоді, коли виявить, що зброя спрямована в потрібне місце. Це зменшує витрату часу та боєприпасів для ураження цілі. Для ведення зенітного вогню по БпЛА необхідно завчасно виділяти (призначати) вогневі засоби з числа великокаліберних кулеметів або зенітних установок ЗУ-23-2 (ЗПУ-1), ПЗРК, ЗРК. Ці засоби можуть об'єднуватися в тимчасові спеціалізовані групи зі знищення БпЛА.

Для блокування з’єднань БПЛА з оператором або навігаційними супутниками розгортаються передавачі перешкод БпЛА типу “Анклав”, “Хмара”, “Нота”, “Буковель”, які для підвищення ефективності застосування доцільно розташовувати на панівних висотах або вежах.

Отже, боротьба з БпЛА є важливою частиною сучасного бою, яка вимагає координації та зусиль з багатьох аспектів. Від початкової ідентифікації до централізованого позиціонування, перешкод сигналу та фізичного перехоплення, а також багаторівневого захисту, кожен крок має свою унікальну роль і навички. Тому кожен командир повинен знати, як використовувати основні методи та наявні засоби для боротьби з безпілотними літальними апаратами противника.

Олійник Р.М.
Живець Ю.М.
Шуба С.Г.
Германенко Л.М.
ДНДІ ВС ОВТ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Аналіз способів застосування ворожих засобів повітряного нападу (ЗПН) та протидії ним показує, що одним з ефективних шляхів зниження точності влучання ЗПН є подавлення приймачів супутникових навігаційних систем або їх підміна (спуфінг), що примушує інерціальну навігаційну систему (ІНС) ЗПН працювати без корекції від супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) і накопичувати помилку визначення місця знаходження ЗПН

При розгляді питань подавлення каналу навігації ЗПН слід враховувати, що навігаційна система може мати різний рівень складності та використовувати для визначення місця розташування ЗПН кілька сигналів, що надходять від датчиків різної фізичної природи.

При цьому сам факт радіоелектронного впливу (подавлення або нав'язування хибних режимів роботи) відноситься лише до сигналів, що приймаються апаратурою споживачів (АС) від однієї або кількох найбільш поширених СРНС, що відповідають лише одному з множини каналів надходження даних до навігаційної системи ЗПН. Таким чином, з використанням радіоелектронного подавлення можливо забезпечити значне порушення роботи лише найпростіших навігаційних систем засобів повітряного нападу типу БпЛА. Для ЗПН з повноцінною інтегрованою навігаційною системою, заснованою на використанні кількох каналів отримання навігаційних даних, порушення супутникового каналу (у тому числі надходження по ньому хибних навігаційних даних, що суперечать даним інших каналів) в більшості випадків буде виявлено, після чого навігаційна система перестане використовувати супутниковий канал для визначення місця розташування засобу. Зазначимо, що в крилатих ракетах та БпЛА ІІІ класу в більшості випадків як основний канал формування навігаційних даних використовується інформація саме від ІНС на основі лазерних або волоконно-оптичних гіроскопів. Дані ІНС у середньому забезпечують помилку обчислення шляху близько 1,85 км за 1 годину польоту. При цьому інформація іншими каналами (дані від АС СРНС, дані висотомірів, сигнали РСБН і систем АЗС-М) є вторинною і після верифікації та комплексування вона використовується лише для корекції показань ІНС. АС СРНС середніх та великих БпЛА, які використовуються для вирішення військових завдань, використовує не "відкриті", а "закриті" сигнали СРНС, що мають більш високий рівень перешкодо- та криптозахищеності. При цьому обладнання навігаційних супутників може формувати окремі схиблені зони. Наприклад, функціонал супутників GPS-III передбачає можливість формування окремих зон із підвищеною на 20 дБ енергетикою сигналів "закритих каналів". Внаслідок цього завдання порушення коректного функціонування навігаційних систем таких ЗПН стає ще більш складним, фактично неможливим.

Отже, застосування засобів РЕП, у тому числі і шляхом формування "інтелектуальних" перешкод, прицільних за частотою і структурою сигналів СРНС, з метою нав'язування хибного визначення місця та траєкторії польоту орієнтовано на ЗПН типу малі БпЛА з найпростішими навігаційними системами. При цьому високий темп розвитку ЗПН і навіть можливість розробки у найближчому майбутньому навігаційних систем з урахуванням електронних карт місцевості чи систем технічного зору зробить подавлення каналів СРСН марним навіть проти малих БпЛА, що спонукає до розвитку інноваційних рішень щодо РЕБ.

Палій В.Л.
ЦНДІ ОВТ

ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗІ СКЛАДУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА

Досвід збройної боротьби Українського народу проти російської федерації показав значне зростання застосування противником високоточних засобів ураження, а саме безпілотних літальних

апаратів (БпЛА). Для проведення технічного аналізу (ТА), технологічних рішень, які використані при їх виробництві, для досліджень доцільно використовувати трофейні зразки БпЛА противника, а саме радіотехнічні засоби (РТЗ), що входять до їх складу.

Важливим напрямком впровадження результатів ТА зразків РТЗ зі складу БпЛА противника є формування технічних вимог до засобів радіоелектронного придушення, що обумовлюється необхідністю забезпечення їхньої ефективності з урахуванням визначених характеристик і уразливостей досліджуваних РТЗ.

Даний підхід має забезпечити цілеспрямованість процесу проєктування та оптимізації засобів придушення, дозволяє адаптувати параметри завадового або імітаційного впливу до специфічних технічних особливостей РТЗ зі складу БпЛА противника, а також сприятиме раціональному використанню ресурсів під час реалізації заходів радіоелектронної протидії (РЕП). Коректне формування технічних вимог на основі результатів ТА дозволить підвищити ймовірність досягнення бажаного ефекту придушення або дезорганізації функціонування РЕЗ противника.

Так, для формування технічних вимог до засобів придушення, що ґрунтуються на результатах ТА РТЗ БпЛА противника, доцільним є застосування формалізованого підходу, який дозволить системно враховувати технічні параметри РТЗ, доступні засоби придушення та тактичні умови їх застосування.

З цією метою запропоновано алгоритм формування технічних вимог, який охоплює етапи аналізу, вибору стратегії придушення та обґрунтування технічних характеристик засобів РЕП.

Вихідними даними для реалізації даного алгоритму є результати ідентифікації РТЗ та їх параметрів у ході ТА, зокрема:

тип РТЗ (система управління, навігації, канали зв'язку тощо);

результати аналізу робочого діапазону частот, видів модуляції, чутливості (потужності) приймачів (передавачів), алгоритмів обробки;

ідентифіковані засоби (методи) завадозахисту БпЛА та режими їх роботи (огляд, супроводження, наведення);

класифікація РТЗ за рівнем технологічності та завадостійкості;

технічні рішення, які використані при виробництві.

На основі визначених даних та враховуючи поточну тактичну ситуацію, здійснюється вибір оптимального способу протидії РТЗ БпЛА противника.

Обраний спосіб впливу має забезпечити максимальний ефект при мінімальних витратах і з урахуванням обмежень (дальність, енергетика, час, маскування).

Наступний етап полягає у виборі конкретного засобу впливу (наприклад, генератор шумових завад, аерозольний генератор, дипольні хмари, пристрій GPS-спуфінгу тощо) та формуванні технічних вимог до нього виходячи з параметрів цільового РТЗ і способу впливу.

Також можливе використання технічних рішень, застосованих противником при проєктуванні та виготовленні вітчизняних зразків БпЛА для зменшення витрат та часу.

Паляниця О.Б.
ЛНУ ім. І. Франка
Паляниця Б.Б., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ БІЧНОГО ВІТРУ ПРИ ВЕДЕННІ ВОГНЮ ЗІ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Рух снаряда сталої маси після виходу з каналу ствола описують загальними векторними диференціальними рівняннями, виведеними з другого закону Ньютона. Векторні величини розкладають за тривимірним базисом, отримуючи систему диференціальних рівнянь для координатних осей. Для малих кутів відхилення від курсу траєкторія симетричного снаряда зазнає впливу підйомної сили, сили опору та сили Магнуса. Однак у разі стрільби на короткі дистанції вплив підйомної сили та сили Магнуса є незначним і може не враховуватись. В роботі розглянуто

плоскі траєкторії стрільби, для яких доцільно застосовувати метод Сіачі, що ґрунтується на трьох основних припущеннях: різниця висот найнижчої та найвищої точок траєкторії достатньо мала, щоб вважати густину повітря сталою; температура повітря вздовж траєкторії не змінюється й близька до стандартної; швидкість снаряда можна добре апроксимувати добутком горизонтальної складової на секанс кута вильоту. Метод Сіачі дозволяє подати дальність польоту, час, кут нахилу вектора швидкості та висоту в аналітичному вигляді з використанням інтегральних операторів - функцій Сіачі. Для їх обчислення здійснюється інтерполяція за відомими значеннями, які було отримано для стандартних снарядів відповідних драг-функцій з використанням квадратури Сімпсона для табульованих значень початкової швидкості із заданим кроком.

Для врахування постійного бічного вітру модифікується рівняння руху вздовж осі Z, у яке вводиться вектор швидкості вітру. Розв'язок такого рівняння містить так званий час затримки (lag time) - різницю між фактичним часом польоту з урахуванням опору повітря та часом польоту у вакуумі на ту саму відстань. У разі змінного бічного вітру застосовується метод лінійної суперпозиції розв'язків рівняння для випадків постійного вітру, що діє з різних точок траєкторії (тобто на різній дальності від дульного зрізу). Такий підхід дає змогу апроксимувати довільну зміну вітру уздовж траєкторії як серію постійних вітрів, що діють на коротких інтервалах дистанції.

У роботі розраховано чутливість траєкторії до впливу як постійного, так і змінного вітру в заданому діапазоні дальностей для основних боєприпасів, що застосовуються в сучасних бойових умовах. Вхідними параметрами для розрахунків були: балістичний коефіцієнт кулі за відповідною драг-функцією, початкова швидкість кулі, значення функцій Сіачі для заданої початкової швидкості, відстань до цілі, кут пострілу, швидкість бічного вітру. У результаті, з інтервалом кожні 100 метрів траєкторії, отримано значення наступних характеристик: час польоту, вертикальне відхилення снаряда відносно осі пострілу, модуль вектора швидкості, кут нахилу вектора швидкості, інтерпольовані значення функцій Сіачі, ваговий коефіцієнт впливу бічного вітру (чутливість), відхилення траєкторії у напрямку дії вітру.

Отримані чисельні результати підтверджують доцільність застосування методу Сіачі для розрахунку плоскої траєкторії польоту снаряда. Для досягнення необхідної точності балістичний коефіцієнт повинен залишатися незмінним на усій траєкторії. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити обсяг обчислень у порівнянні з класичними диференціальними рівняннями, зберігаючи задану точність. Також встановлено, що вплив бічного вітру є найбільш відчутним на початковій ділянці траєкторії, оскільки зі зростанням дальності й часу польоту посилюється його сумарна дія.

Панчишин А.Б.
НАСВ

МІКРОХВИЛЬОВА ЗБРОЯ ЯК ЕФЕКТИВНА ПРОТИДІЯ БпЛА

Сучасна війна стає все більш технологічною та наукоємнісною, це поєднання інноваційних технологій та традиційних бойових методів, завдяки чому високотехнологічне оснащення дозволяє знищувати ворога на великих відстанях і мінімізувати ризики для власних військ.

В умовах загроз з боку різноманітних безпілотних систем та перевантаженого радіочастотного спектра армії світу шукають способи протидії таким загрозам, які будуть ефективними, масштабованими, мобільними та економічними. Дрони стали невід'ємною частиною сучасного поля бою, від розвідки та коригування вогню до масованих атак роїв дронів, що становить серйозну загрозу, з якою традиційні засоби ППО справляються неефективно. Так, на даний момент, поряд із розробкою та тестуванням лазерних систем протидії БпЛА (мобільна лазерна система «AN/SEQ-3 «LaWS» (США), британська «DragonFire», німецька «Rheinmetall» тощо) є розробка та впровадження озброєння, дія якого побудована на використанні мікрохвильового випромінювання.

Так, однією із перших розробок такого типу є антидронова повітряна система мікрохвильової дії «Leonidas» компанії «Epirus» (США). Суть роботи цієї системи полягає в тому, що вона генерує потужний мікрохвильовий промінь, що викликає перевантаження електроніки дрона, на який він впливає, відповідно електроніка дає збій, який в переважній більшості викликає згорання всіх її

компонентів та знищення БпЛА загалом. Вперше система «Leonidas» була продемонстрована в 2020 році, у 2022 році було представлено модель третього покоління, під час випробувань системою продемонстровано 100% ефективність збиття БпЛА. З 2024 року системи «Leonidas» тестуються підрозділами армії США.

У даний час компанія «Epirus» розпочала постачання збройним силам США нової експедиційної системи спрямованої енергії Expeditionary Directed Energy Counter-Swarm (ExDECS). Ця розробка є модульною мікрохвильовою зброєю, створеною для захисту від дронів у ближньому бою без використання кінетичних снарядів. Система «ExDECS» є похідною від проєкту «Leonidas» і була спеціально адаптована для використання в експедиційних та мобільних умовах. Її завдання – захист від рою безпілотників на малих висотах, підтримка сил наземної ППО (GBAD) та підрозділів ППО малої дальності (LAAD).

На відміну від традиційних систем, де кожен дрон необхідно фізично вразити, «ExDECS» впливає відразу на всю групу, створюючи навколо себе імпульсне електромагнітне поле високої потужності, яке виводить з ладу електроніку дронів. «ExDECS» не «стріляє» по дронах, вона «спалює» їх ланцюги зсередини, усуваючи загрозу безконтактним способом. Це швидше та набагато дешевше, ніж пуск ракет або використання артилерії.

Система є програмно-визначуваною: її параметри – частота, форма сигналу, потужність – можуть налаштовуватися без заміни апаратних компонентів. Це означає, що оператор може швидко адаптувати систему під різні типи загроз та сценарії застосування, просто оновивши програмне забезпечення. Важливим елементом конструкції стали модулі підсилювачів LRAM (Line Replaceable Amplifier Modules) - блоки, що легко замінюються, які забезпечують масштабованість потужності і зручність обслуговування. Архітектура «ExDECS» відкрита для інтеграції з існуючими командно-штабними системами управління, такими як FAAD C2, завдяки відкритим інтерфейсам API. Вартість «пострілу» з «ExDECS» становить лише 0,05$, оскільки система використовує тільки електрику і не витрачає боєприпаси. Такий підхід особливо важливий в умовах, коли дрони застосовуються масово і хвилями, а логістика постачання ракет стає вразливою. «ExDECS», будучи повністю електричною зброєю, може працювати стільки, скільки дозволяє джерело живлення, ефективно протидіючи «роям» дронів, не вичерпуючи боєзапасу. Система не створює іонізуючого випромінювання і не вимагає спеціального екранування, тобто є безпечною для використання поблизу особового складу та цивільної інфраструктури.

Аналогічного типу озброєння розробляється різними передовими виробниками в багатьох країнах світу («RapidDestroyer» (Великобританія), «CHIMERA» («Raytheon»), «THOR» (співпраця ПС США (AFRL) з «BAE Systems», «Leidos», «Verus Research»), «HEMWS» (Китай).

Поява такого типу озброєння фактично знаменує початок нової ери протидії БпЛА, електронної оборони замість їх фізичного перехоплення.

Паращук Л.Я., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

АЕРОФОТОЗНІМАННЯ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ В УМОВАХ ШВИДКОЇ ЗМІНИ ОБСТАНОВКИ

У сучасних умовах ведення бойових дій ситуаційна обізнаність набуває критичного значення, адже від повноти, достовірності та оперативності інформації залежить успіх прийняття рішень і виконання бойових завдань. Ідентифікація ворожої техніки за допомогою аерознімків відіграє ключову роль у формуванні такої обізнаності, забезпечуючи командування точними й актуальними даними про стан і переміщення сил противника.

Однією з головних переваг аерознімків є їхня здатність оперативно надавати інформацію. Завдяки використанню сучасних безпілотних літальних апаратів і супутникових платформ отримання зображень місцевості відбувається майже в реальному часі. Це суттєво випереджає традиційні методи збору розвідувальної інформації, які часто супроводжуються затримками через складність доступу до об’єкта спостереження.

Ще одним вагомим фактором є масштаб охоплення. Аерознімки дозволяють здійснювати спостереження за великими ділянками місцевості, включно з тиловими зонами противника, де розташовуються склади, ремонтні бази, резерви техніки тощо. Така можливість забезпечує глибину аналізу та дозволяє виявляти не лише передові, а й стратегічно важливі об'єкти. Традиційна розвідка, навпаки, обмежується переважно прямою видимістю або доступністю певної території, що знижує її ефективність у глибокому тилу.

Аерофотозйомка також значно знижує ризик для особового складу. Отримання розвідданих дистанційно дає змогу уникнути надсилання розвідників у небезпечні зони, що особливо актуально в умовах насиченої протиповітряної оборони або мінно-вибухових загроз. Натомість традиційна агентурна або наземна розвідка вимагає фізичної присутності на місці, що часто пов'язано з високим рівнем небезпеки.

Щодо точності ідентифікації, сучасні системи обробки зображень, зокрема з використанням алгоритмів штучного інтелекту, дають змогу не лише виявляти, а й класифікувати техніку за типами з великою достовірністю. Це перевершує можливості людини, яка може діяти в умовах обмеженої видимості, стресу або браку часу.

Крім того, аерознімки забезпечують безперервне довготривале спостереження за об'єктами або ділянками місцевості. Це дозволяє аналізувати динаміку змін, фіксувати появу або зникнення техніки, виявляти шаблони її переміщення. Така функція майже недоступна для традиційної розвідки, яка обмежується епізодичними спостереженнями.

Окремо слід наголосити на доказовості інформації. Аерознімки є об'єктивним візуальним джерелом, що дає змогу перевіряти і підтверджувати розвідувальні висновки, зменшуючи вплив суб'єктивних чинників. Усні або письмові донесення, характерні для звичайної розвідки, не завжди можуть бути перевірені на достовірність без додаткових підтверджень.

Таким чином, ідентифікація ворожої техніки за аерознімками забезпечує не лише зростання інформованості командування, а й підвищення ефективності оперативного планування, точність вогневого ураження та зниження бойових ризиків. У сукупності ці чинники формують нову якість ведення бойових дій, де перевага визначається не лише кількістю сил, а здатністю швидко й точно орієнтуватися у складній бойовій обстановці. Впровадження аеророзвідки є не просто технологічним кроком уперед, а стратегічним інструментом інформаційної переваги.

Пашковський В.В., канд. техн. наук, с.н.с.
НАСВ

ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ БРОНЕАВТОМОБІЛІВ З КРАЇН НАТО ТА УКРАЇНИ

Підходи до класифікації техніки в передових країнах одночасно і подібні, і фундаментально відрізняються. Попри поширене уявлення не класифікували техніку за її технічними параметрами, принаймні не напряму. З плином часу класифікація тієї самої техніки могла трансформуватися відповідно до зміни задуму. Наприклад, згідно з Технічним описом та інструкцією з експлуатації до танка Т-64А видання 1973 року цей танк класифікується як середній. А вже в аналогічному документі редакції 1984 року - вже як основний танк.

Різниця між середнім та основним танком полягала в тому, що середній планувалося використовувати в комплексі з важкими танками, в той час як основні вже мали діяти самостійно. І в міру морального застарівання концепції важких танків та зняття їх з озброєння середній танк трансформувався в основний.

Але саме в такому «природному» розвитку класифікації техніки й криється різниця, оскільки доктрини та підходи до широкомасштабної війни в Україні були різними. Одним з прикладів можуть служити бойові машини десанту - БМД, які в СРСР виділялися в окремий клас техніки і є спеціалізованими БМП для авіадесантування. Тоді як у США не було і немає спеціалізованих БМП для авіадесанту.

Ще одним прикладом можуть послужити розвідувальні машини, які були на озброєнні в обох блоків у великій кількості. Хоча і там, і там це були як гусеничні, так і колісні машини, їх можна

узагальнити під концепцією великої мобільності, вогневої потужності, поліпшеного зв'язку та засобів спостереження (розвідки). Все це поєднано у відносно малоброньованих машинах. Для прикладу, радянський БРДМ-2 мав башту бронетранспортера, тобто ідентичне озброєння з 14,5 та 7,62-мм кулеметів, і це на машині з колісною формулою 4х4. А французький AMX-10 RC з колісною формулою 6х6 озброєний 105-мм гарматою. Така вогнева потужність в обох варіантах необхідна за концепцією застосування машин: можливість вступити в бій на оперативному просторі, куди прорвалися розвідувальні машини.

Формальний підхід. Був закріплений у Договорі про звичайні збройні сили в Європі в 1990 році між країнами НАТО та Варшавського блоку та мав на меті подальшу деескалацію напруженості між блоками шляхом обмеження дозволеної до розміщення в Європі кількості бойової техніки, озброєння та персоналу.

Однак, враховуючи поширення нових класів техніки, цей Договір дещо застарів термінологічно та не охоплює спеціалізовані машини, але все ж дає визначення основним типам техніки — танкам, бронетранспортерам та бойовим машинам піхоти.

Проблеми формального підходу до класифікації з сучасного погляду.

Використовуючи визначення з Договору, можна класифікувати більшість техніки, хоча часто це суперечить прийнятій в нашій країні класифікації. Так, наприклад, у ній не виділяються в окремий клас техніки бронеавтомобілі та MRAP (машина з захистом від мін і засідок англ. Mine Resistant Ambush Protected): вони підпадають під класифікацію бронетранспортерів. Скажімо, БТР-40 або БТР-152 в сучасному світі назвали б бронеавтомобілями.

Неформальний підхід. Проблема неформального підходу дуже проста та одночасно складна. І полягає вона у тому, що ніякий військовий задум не переживає зустрічі з реальністю. Наприклад, за радянською доктриною, БТР призначений для доставлення піхоти до поля бою, БМП — для руху разом із танками та підтримку їх вогнем. А бронеавтомобілі та MRAP мають перевозити особовий склад у тактичному тилу.

Висновок. Відсутність чіткого, формалізованого та загальноприйнятого способу класифікації військової техніки на сьогодні створює велику кількість колізій та призводить до неможливості однозначної правильної класифікації техніки. Часто головну роль при класифікації відіграють не формальні ознаки, а неписані традиції. При цьому тенденція розмиття і неоднозначність класів техніки тільки продовжує погіршуватися. Насамперед через дешевизну комерційного колісного шасі та водночас прагненням додати техніці дедалі більшого функціоналу.

Пащетник О.Д., канд. техн. наук, с.н.с.
Живчук В.Л., канд. техн. наук
НАСВ
Романчук М.П., канд. техн. наук, ст. дослід.
ЖВІ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ХОДІ НАРОЩУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ (АВТОМАТИЗОВАНИХ) СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Інформаційні (автоматизовані) системи ІС(АС) управління відіграють ключову роль у сучасних бойових операціях, забезпечуючи швидкість, точність і злагодженість підрозділів. У зв'язку із повномасштабною війною в Україні та курсом на євроатлантичну інтеграцію модернізація ІС(АС) управління як складних зразків організаційно-технічних та розподілених систем військового призначення, до яких вони відносяться, набуває стратегічного значення. Водночас реалізація подібних проєктів зіштовхується з численними труднощами, які потребують використання сучасних підходів до управління – зокрема, методологій проєктного менеджменту.

Під проєктним менеджментом (англ. Project Management – управління проєктами) будемо розуміти сферу діяльності, в процесі якої визначаються та досягаються чіткі цілі проєкту при балансуванні між: обсягом робіт, ресурсами (кошти, праця, матеріали, енергія, простір тощо), часом (терміном), якістю та ризиками. Загалом, найширше описують механізми управління проєктами

стандарти, що розробляються органами стандартизації на міжнародному та національному рівнях, а також професійними організаціями в галузі управління проєктами, найпоширенішими із яких є:

- PMBoK 7 (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) – Інститут управління проєктами США (Project Management Institute – PMI) − *цей документ рекомендований як базовий стандарт для проєктного управління у Міністерстві оборони України, Генеральному штабі ЗС України та інших органах військового управління;*
- PRINCE2 − Центральне телекомунікаційне та комп'ютерне агентство Великої Британії (Central Computer and Telecommunications Agency − CCTA);
- P2M – Японська асоціація розвитку інжинірингу (ENAA);
- IPMA ICB4 − Міжнародна асоціація проєктного менеджменту (International Project Management Association – IPMA);
- ISO 21500:2022 – Всесвітня федерація національних органів стандартизації (International Organization for Standardization – ISO) – в рамках ISO 10006 (Системи менеджменту якості);
- ISO 21502:2020 − Управління проєктом, програмою та портфелем – Керівництво з управління проєктом (Project, programme and portfolio management − Guidance on project management), інші.

Порядок та формування єдиного підходу до управління програмно-проєктною діяльністю у сфері національної безпеки і оборони ЗС України також регламентується військовим стандартом ВС 01.040.011 "Оборонне планування. Програмно-проєктний менеджмент. Управління проєктами".

Таким чином, в доповіді розглянуто актуальність впровадження принципів проєктного менеджменту у процесі розробки та модернізації ІА(АС) управління у Збройних Силах України. Описано наявні проблеми та визначено потенційні напрями оптимізації проєктної діяльності. Обґрунтовано доцільність використання гібридних моделей управління проєктами та сформульовано практичні рекомендації щодо підвищення ефективності реалізації складних організаційно-технічних проєктів у секторі безпеки та оборони.

Перець К.Г.
Жученко О.С., канд. техн. наук, доц.
УкрДУЗТ
Комар О.М., канд. техн. наук, доц.
КАІ

АДАПТИВНА РЕКОНСТРУКЦІЯ СИГНАЛІВ У ДИНАМІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ НА ОСНОВІ ЛОКАЛІЗОВАНИХ РЯДІВ ВОЛЬТЕРРА

В умовах динамічного та зашумленого радіосередовища традиційні методи спектральної реконструкції сигналів втрачають ефективність, особливо при обробці короткочасних імпульсів або локальних змін у сигналі. Це суттєво ускладнює точне відновлення інформації, яка є критично важливою в когнітивних телекомунікаційних системах, де сигнал може змінюватися у відповідь на середовище, інтерференцію або швидкоплинні події. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні адаптивних методів, здатних поєднувати переваги глобального частотного аналізу з гнучкістю локалізованого відтворення у часовій області.

Запропоновано метод локалізованої реконструкції сигналів, який базується на модифікованих рядах Вольтерра з часовими обмеженнями. Основна ідея полягає у вибірковому застосуванні локальної моделі лише на тих ділянках сигналу, які мають ознаки нестабільності або різких змін. В інших, стабільних сегментах, застосовується традиційна частотна реконструкція. Такий підхід дозволяє зменшити обчислювальні витрати.

Особливістю методу є функція згладжування на основі Гаусової кривої, яка обмежує вплив ядер Вольтерра у часовому вікні навколо вибраної точки. Це дозволяє уникати згладжування локальних імпульсів, зберігаючи їх структуру в процесі відновлення. Для визначення критичних моментів використовується аналітичний показник нестабільності, який поєднує другу похідну сигналу з градієнтною складовою та дозволяє точно виявити різкі переходи, аномалії та імпульсні збурення.

Адаптивне зважування між глобальною та локальною моделлю забезпечується функцією α(t), яка динамічно змінюється залежно від рівня нестабільності. Такий підхід дозволяє досягти безшовного переходу між режимами реконструкції, запобігаючи стрибкам і втраті фази сигналу.

За результатами моделювання запропонований метод продемонстрував зростання коефіцієнта локальної узгодженості (ALC) на 10–14% та зниження локальної середньоквадратичної похибки (MSE) на 12–18% у порівнянні з традиційними методами спектрального аналізу.

Метод має низьку обчислювальну складність завдяки обмеженню обробки лише до нестабільних ділянок сигналу. Реалізація алгоритму дозволяє паралельне виявлення критичних точок і застосування локалізованої моделі, що робить його придатним для застосування в реальному часі та масштабованим для складних багатоканальних середовищ.

Розроблений метод забезпечує точне відновлення структури сигналу в умовах швидкоплинних змін, імпульсів та шумових завад. Його гібридна природа – це поєднання локального та глобального аналізу, що дозволяє адаптивно реагувати на динаміку середовища, при цьому не втрачаючи цілісності відтвореного сигналу. Метод є універсальним, масштабованим і придатним для впровадження у телекомунікаційні системи.

Подальші дослідження варто зосередити на автоматичному налаштуванні ширини вікна Δ, використанні методів машинного навчання для вдосконалення індикаторів нестабільності, а також розширенні методу на випадки багатоканального сигналу або розподілених сенсорних мереж.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА

Російсько-Українська війна 2014 – 2025 років стала важким випробуванням для народу України та її Збройних Сил. Однією із найважливіших складових ведення війни є використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які кардинально змінили підхід до її ведення.

На сучасному етапі розвитку військових технологій і ведення бойових дій БпЛА стали невід’ємною частиною розвідки, коригування вогню та моніторингу ситуації на полі бою. Критично важливу роль для ефективного виконання місій БпЛА відіграє навігаційне забезпечення. Воно гарантує, що БпЛА зможе точно дістатися до цілі. Навігація дозволяє БпЛА визначати своє положення в просторі та прокладати маршрут до заданої точки з високою точністю. Це особливо важливо для місій, де потрібно досягти конкретного місця, наприклад, для доставки вантажу, спостереження за об'єктом або виконання аерофотозйомки; утримувати заданий курс та висоту. Під час польоту БпЛА повинен дотримуватися заданого маршруту та висоти, щоб ефективно виконувати свою місію. Навігаційні системи забезпечують стабільність польоту та запобігають відхиленням від курсу під впливом вітру, турбулентності або інших факторів; автономне виконання завдання. Завдяки сучасним навігаційним технологіям, БпЛА можуть виконувати політ за заздалегідь запрограмованим маршрутом без постійного контролю оператора. Це дозволяє використовувати їх для виконання рутинних завдань або в умовах, коли зв'язок з оператором обмежений; уникати перешкод та небезпек. Навігаційні системи, інтегровані з датчиками та алгоритмами обробки даних, дозволяють БпЛА виявляти перешкоди на своєму шляху та автоматично їх оминати. Це підвищує безпеку польотів та запобігає аваріям; збирати точні геопросторові дані. Для місій, пов'язаних зі збором геопросторової інформації, таких як картографія, моніторинг стану навколишнього середовища або інспекція інфраструктури, точна навігація є необхідною умовою для отримання якісних та достовірних даних.

Доповідач розкрив переваги та недоліки для кожного типу навігації, що використовується на БпЛА, та запропонував напрями подальших досліджень:

Інструментальна навігація. Переваги: працює автономно, не залежить від зовнішніх джерел (супутників або наземних станцій); швидка реакція на зміну положення, що важливо для маневрування; ефективна у середовищах із поганим зв’язком. Недоліки: необхідність регулярної

корекції через обмежену точність; чутливість до накопичення помилок (дрейфу), особливо на тривалих місіях.

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS). Переваги: висока точність позиціонування в більшості умов; простота інтеграції з іншими системами; широкий доступ до глобальних даних. Недоліки: залежність від супутникового сигналу, який може бути недоступним або блокованим; уразливість до перешкод і навмисного глушіння сигналів; обмежена точність у зонах із багатьма відбиттями сигналу.

Оптична навігація. Переваги: не залежить від супутників чи радіосигналів; може працювати у складних умовах; дозволяє аналізувати навколишнє середовище. Недоліки: залежність від освітлення: може працювати гірше в темряві або при сліпучому світлі; велике навантаження на обчислювальні ресурси через обробку зображень; менша точність на великій висоті через відсутність орієнтирів.

Інтервальна навігація. Переваги: автономність та здатність працювати у віддалених зонах без зв'язку; висока швидкість обчислення; мінімальна залежність від зовнішніх умов. Недоліки: накопичення помилок через неточність датчиків (дрейф); обмежена точність на тривалих маршрутах.

Навігація на основі зв'язку з землею. Переваги: надійна система в умовах відсутності супутникового сигналу; висока точність у межах покриття наземних станцій; можливість контролю з боку оператора в реальному часі. Недоліки: обмежена зона дії, залежить від розташування наземних станцій; висока вартість розгортання інфраструктури; уразливість до перешкод і збоїв у зв'язку.

Почечун О.О., канд. техн. наук
Чванов С.Ю.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКА БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ І ТЕХНІКИ

Протягом 2022−2024 років на території України з'явились десятки зразків бронетанкового озброєння і техніки (БТОТ), дослідження яких проводиться як уповноваженими науковими установами, так і «аматорами». Разом з тим така діяльність цілком підпадає під визначення наукової і науково-технічної експертизи відповідно до Закону України «Про наукову і науково-технічну експертизу» (зі змінами).

Відповідно основними завданнями науково-технічної експертизи зразка БТОТ має бути:

- об'єктивне та комплексне дослідження з урахуванням конструктивних, технологічних, матеріалознавчих, тактико-технічних та експлуатаційних характеристик;
- оцінка відповідності сучасному науково-технічному рівню, актуальним тенденціям розвитку озброєння і військової техніки (ОВТ), а також викликам і загрозам сучасного поля бою;
- підготовка науково обґрунтованих висновків і пропозицій щодо заходів технічної та тактичної протидії при застосуванні зразка ворогом, а також можливих напрямів підвищення ефективності власних зразків ОВТ шляхом адаптації конструктивних або технологічних рішень;
- визначення доцільності та можливості відтворення об'єкта експертизи, його складових, конструктивних особливостей або технічних рішень із урахуванням наявного науково-технічного та виробничого потенціалу.

Для вирішення зазначених завдань науково-технічної експертизи зразка БТОТ доцільно застосовувати комплекс взаємопов'язаних наукових методів:

1. Аналітичні методи:
- порівняльний аналіз – для зіставлення зразка з сучасними аналогами;
- системний аналіз – для комплексного вивчення об'єкта як елемента бойової системи.

2. Експериментальні методи:
- натурні випробування (захищеності, вогневої потужності, прохідності тощо);
- матеріалознавчі дослідження – вивчення властивостей броні, зварних швів, керамічних/ композитних елементів та ін.;
- неруйнівні методи контролю – УЗД, рентген, магнітопорошковий контроль тощо.

3. Математичні та комп’ютерні методи:
- математичне моделювання – розрахунок рівня бронестійкості, впливу засобів ураження;
- симуляція бойового застосування – імітаційне моделювання в умовах різних сценаріїв бою;
- CAD/CAE-аналіз – дослідження в цифровому середовищі (SolidWorks, ANSYS тощо).

4. Експертно-евристичні методи:
- метод експертних оцінок – залучення фахівців з озброєння, бронезахисту, оптики тощо;
- SWOT-аналіз – виявлення сильних, слабких сторін, можливостей і загроз;
- методи сценарного прогнозування – оцінка перспектив бойового використання.

5. Техніко-технологічні методи:
- технологічний аудит – оцінка можливості відтворення на наявних виробничих потужностях.
- методи інжинірингу зворотного проєктування (reverse engineering) – реконструкція креслень і 3D-моделей.

Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. досл.
НАСВ
Криховецький Г.Я., канд. техн. наук, с.н.с.
НДІ воєнної розвідки
Курята Я.Е., доктор філософії
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ’ЯЗКУ

Оснащення ремонтних органів військової техніки зв’язку, в тому числі мобільних апаратних технічного забезпечення, сучасними засобам обчислювальної техніки дозволяє створювати системи технічного діагностування на базі використання досягнень інформаційних технологій. Система технічного діагностування призначена для оцінювання реального технічного стану військової техніки зв’язку під час її обслуговування, мінімізації середнього часу відновлення при відмовах або пошкодженнях, кількісного оцінювання значень показників надійності. Для цього пропонується впровадження науково обґрунтованих нових і удосконалених методів:

оцінювання надійності об’єктів зі змінною структурою із врахуванням можливості появи прихованих дефектів дозволяє до 12% підвищити точність значення комплексного показника надійності;

оцінювання середнього часу відновлення військової техніки зв’язку після короткочасного зберігання вдвічі підвищує пропускну спроможність ремонтного органу за рахунок використання умовних алгоритмів пошуку кратних дефектів;

обґрунтування вимог до метрологічного забезпечення вирішення перерахованих завдань врахуванням властивості багаторежимності військової техніки зв’язку і наявності прихованих дефектів скорочує коефіцієнт готовності виробу до 17% і мінімізує вимоги до метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки;

впровадження методу фізичного діагностування цифрових пристроїв сучасної військової техніки зв’язку підвищує вірогідність правильного діагностування до 6%.

Під час дослідної експлуатації перспективних зразків військової техніки зв’язку поповнюється база даних автоматизованої системи технічного діагностування, а потім база знань із використанням отриманих результатів реалізує рішення перерахованих завдань.

Отримані наукові результати досліджень доведено до формалізованих алгоритмів використання та технічних рішень на основі реалізації сучасних інформаційних технологій, застосування методів теорії ймовірностей, експлуатації складних технічних систем, теорії дискретного пошуку і метрології.

Отримані результати мають наукову і практичну спрямованість при проєктуванні перспективних зразків військової техніки зв’язку, їх випробуваннях під час дослідної експлуатації із використанням отриманих результатів в автоматизованих системах технічного діагностування в період нормальної

експлуатації для забезпечення необхідних значень показників надійності удосконаленням діагностичного забезпечення.

Обґрунтовані наукові пропозиції доцільно використовувати при проєктуванні перспективних апаратних технічного забезпечення модульного типу, обладнаних бортовою ЕОМ, для вирішення повного комплекту задач розроблення діагностичного забезпечення.

Рижов Є.В., канд. техн. наук, ст. досл.
НАСВ
Сакович Л.М., канд. техн. наук,доц.
ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Семеха І.М.
КНУ ім. Тараса Шевченка

ГНУЧКИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ МІЖПОВІРОЧНИХ ІНТЕРВАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Аналіз існуючої системи повірки засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) показав, що коли значення міжповірочних інтервалів (МПІ) постійне протягом всього періоду їх експлуатації, то з часом знижується їх метрологічна надійність. Це, в свою чергу, суттєво впливає на ймовірність оцінювання технічного стану радіоелектронних засобів при їх технічному обслуговуванні і ремонті.

На сьогодні значення МПІ визначає виробник за відомими методиками, що відображається в технічному описі ЗВТ або керівних документах. Встановлено, що значення коефіцієнту готовності ЗВТ знижується з часом, але його залежність від довжини МПІ була невідома. Також показано, що метрологічна надійність ЗВТ протягом МПІ знаходиться в межах від 0,85 до 0,99. При цьому частина метрологічних відмов ЗВТ складає від 40% до 100% від їх загальної кількості в МПІ. Відомо також, що коефіцієнт використання ЗВТ у військових умовах досить низький і змінюється в межах 0,1-0,24 залежно від виду ремонтного органу. Сучасні цифрові ЗВТ мають підвищене значення метрологічної надійності від 0,877 до 0,997. Закордонні джерела розглядають тільки постійне значення МПІ сучасних ЗВТ у чому є причина зниження метрологічної надійності перед черговою повіркою. Тому мета доповіді – обґрунтування нового методу гнучкого визначення МПІ для забезпечення потрібного значення метрологічної надійності протягом всього періоду експлуатації ЗВТ.

Наведено результати досліджень можливості гнучкого підходу до визначення МПІ залежно від часу експлуатації ЗВТ. Це можливо за рахунок використання сучасних інформаційних технологій в метрологічних закладах. При постійному значенні МПІ внаслідок старіння елементів і метрологічних відмов ЗВТ їх надійність і точність з часом погіршуються. Пропонується корегувати значення МПІ конкретних ЗВТ в припущенні, що їх коефіцієнт готовності під час повірки відновлюється на постійну величину, а умови і інтенсивність використання протягом МПІ постійні. Моделювання процесу експлуатації ЗВТ дозволяє кількісно оцінити вплив керованих змінних на довжину МПІ для забезпечення потрібних значень метрологічної надійності протягом всього періоду життєвого циклу. Показано, що зменшення відновлення коефіцієнту готовності ЗВТ всього на 1% потребує скорочення вдвічі наступного МПІ в порівнянні із попереднім. Кількість повірок несуттєво збільшується, але перелік робіт під час їх виконання зменшується.

Таким чином, вперше досліджено можливість скорочення МПІ для забезпечення необхідного рівня ЗВТ на всьому періоді їх експлуатації. Це доцільно використовувати при створенні автоматизованих систем метрологічного забезпечення радіоелектронних засобів.

Формалізовано порядок використання методу в перспективних автоматизованих системах метрологічного забезпечення радіоелектронних засобів критичної інфраструктури на базі застосування сучасних інформаційних технологій.

Подальші дослідження доцільно направити на встановлення реальних законів зміни показників надійності і точності конкретних ЗВТ залежно від умов і інтенсивності їх використання за призначенням за результатами обробки статистичних даних.

Рудько С.О., канд. іст. наук, доц.
НАСВ

МЕТОДИЧНА МОДЕЛЬ БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ВІЙНИ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

У контексті широкомасштабної війни росії проти України формування, злагодження та бойова підготовка розвідувальних підрозділів набули вирішального значення для забезпечення інформаційної переваги на полі бою. Оперативне формування нових військових частин, масові ротації та високий темп бойових дій потребують адаптації навчальних підходів до реалій війни високої інтенсивності. У доповіді представлено методичну модель бойової підготовки розвідки, розроблену з урахуванням досвіду бойових дій з 2022 року, трансформації ЗСУ та впровадження корпусної системи управління.

Модель базується на поетапному нарощуванні бойових спроможностей за трьома рівнями:

- індивідуальна підготовка (формування базових навичок, розвідувальна підготовка, робота з технікою, маскування, тактична медицина, VR/AR тренажери);
- групове злагодження (взаємодія малих груп, евакуація, розвідувальна операція, нічні дії, впровадження battle drills);
- бригадне злагодження (командно-штабні навчання, інтеграція з артилерією, БПЛА, РЕБ, повномасштабні маневрені сценарії).

Ключовими принципами моделі є адаптивність до змін обстановки, модульність навчання за типами завдань, постійний зворотний зв'язок (after action review) та принцип «train as you fight», який передбачає реалістичні умови навчань (спорядження, обмежений зв'язок, втома, раптові зміни завдань).

Особливу увагу приділено технічному оснащенню: розвідувальні дрони, планшети з ГІС-системами, нічна оптика, а також цифрові платформи управління – «Кропива» (тактичне управління, мапи, обмін координатами), «Delta» (ситуаційна обізнаність і фіксація даних), «Вежа» (відеозв'язок і дешифрування розвідданих), «Очі» (мобільна фіксація цілей і синхронізація). Інтеграція цих платформ у тренування дозволяє створити реалістичне бойове середовище.

В моделі закладено використання системи Red Team – постійної опозиційної сторони, яка створює нестандартні загрози й готує підрозділи до мислення поза шаблонами. Крім того, активно впроваджується принцип залучення бойового досвіду шляхом систематичних after action review, аналізу відео з GoPro, камер БПЛА та розбору реальних інцидентів.

У перспективі модель масштабується до рівня корпусів, передбачає створення автоматизованої системи управління навчанням та інтеграцію у багатонаціональні навчальні платформи. Вона вже використовується як методична основа для мобільних інструкторських груп і може бути адаптована для підготовки союзних підрозділів за стандартами НАТО.

Реалізація цієї моделі дозволяє скоротити час підготовки, підвищити ефективність та виживання розвідувальних груп у складних бойових умовах, забезпечуючи сумісність з іншими елементами Сил оборони. Це не лише навчальна модель, а елемент стратегії формування нової якості Збройних Сил України.

Романовська Л.В.
Іваненко В.О.
ННВП

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК СУЧАСНОЇ БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ

У XXI столітті технологічний прогрес перестав бути лише рушієм економічного розвитку — він став ключовим фактором, що формує нову геополітичну та безпекову реальність. Зміни, викликані технологічною революцією, охоплюють усі сфери суспільного життя, включно з культурою, економікою, комунікацією та особливо безпекою й обороною.

Протягом усієї історії людства рівень технологічного розвитку безпосередньо впливав на характер і стратегії воєн. Із винаходом пороху, телеграфу, ядерної енергії — кожна нова технологія змінювала правила гри. Сьогоднішній етап характеризується ще більш стрімкими трансформаціями: розвиток штучного інтелекту, квантових обчислень, військової робототехніки та телекомунікацій відкриває нові горизонти - але й створює нові виклики.

Здатність держави прогнозувати технологічні тренди та інтегрувати інновації у воєнну доктрину стає визначальною. Необхідно не лише володіти сучасними засобами ведення війни, а й вміти адаптуватися до зміненої оперативної обстановки, приймати рішення на основі даних у реальному часі, захищати інформаційний простір.

Показовим прикладом цілеспрямованої політики є діяльність НАТО. Альянс, що об'єднує 30 країн, активно впроваджує інновації у сфері оборони та безпеки, приділяючи особливу увагу синергії між науковими дослідженнями, розробками та практичними військовими потребами. Така стратегія дозволяє зберігати технологічну перевагу та забезпечувати захист країн-членів в умовах нових загроз.

Серед ключових напрямів розвитку:

– Штучний інтелект - для аналізу ситуацій, автономних систем управління та підтримки рішень.
– Робототехніка - як бойова, так і медична.
– Квантові та космічні технології - для навігації, зв'язку, шифрування.
– 3D-друк - для оперативного виробництва деталей і обладнання.
– Біотехнології - у сфері медицини, відновлення здоров'я військових, підвищення витривалості.
– Телекомунікаційні системи - як основа кіберзахисту та управління військами.

Ці напрями вже знаходяться на стадії активного застосування, проте потребують подальшого вдосконалення.

Моніторинг технологічних змін не лише допомагає готуватись до потенційних конфліктів, але й забезпечує стабільність і превентивну безпеку. Знання про майбутні тенденції дозволяють перетворювати загрози на можливості.

Результати моніторингу інноваційних технологій не лише відображають загальні глобальні тренди, але й мають прикладне значення для формування оборонної стратегії України. Вони дозволяють:

– визначити пріоритетні технологічні напрями для кожного виду Збройних Сил - сухопутних, повітряних, морських, кібервійськ тощо;
– адаптувати світові досягнення до українського контексту;
– сформувати ефективну систему впровадження інновацій у структуру ЗСУ.

Таким чином, науково обґрунтований моніторинг стає основою модернізації ЗСУ - і критичним інструментом для зміцнення національної безпеки в умовах тривалого військового протистояння та гібридних загроз.

Романчук Р.В.
Висоцька В.А., д-р техн. наук, доц.
Національний університет «Львівська політехніка»

РОЗРОБКА СППР ВИЯВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАГРОЗ В КІБЕРПРОСТОРІ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

На основі аналізу існуючих стратегій плану протидії дезінформації та особливості видів фейків розроблена загальна архітектура СППР виявлення дезінформації як інформаційної загрози. Треба конкретизувати, які саме вимоги – лише ключове, бо саме в цьому міститься елемент новизни при рішенні задачі. Це дало можливість визначити множину критеріїв та параметрів виявлення дезінформації. Розглянуто методику розроблення та наповнення датасету фейків для подальшого навчання моделі та проведення її тестування з метою ідентифікації дезінформації та пропаганди, визначення ознак першоджерел та маршрутів їх розповсюдження.

На основі аналізу існуючих методів інтелектуального пошуку дезінформації та особливостей фактчекінгових сайтів досліджено моделі прогнозування розвитку інформаційних загроз в кіберпросторі України. Для англомовних текстів з використанням збалансованих датасетів для навчання при застосуванні класичних класифікаторів машинного навчання точність ідентифікації та розпізнавання фейку ≥90%, а для україномовних текстів – ≥52 % та ≤90 %. Це дало можливість розробити вимоги до структури та наповнення типового датасету фейків в період після повномасштабного вторгнення в Україну.

На основі запропонованих моделей виявлення інформаційних загроз розроблено метод визначення ймовірності дезінформації та попереднього опрацювання новин для аналізу наявності фейкового повідомлення. Балансування датасету новин є важливим кроком для забезпечення рівномірного подання всіх класів. Це допомагає створити більш надійну і справедливу модель, яка неупереджена до певних класів через дисбаланс даних. Реалізація попереднього опрацювання новин з врахуванням лінгвістичних особливостей мови тексту збільшує точність ідентифікації фейку в ≈1.72 разу.

На основі дослідження відомих та власного датасету фейків розроблено СППР моніторингу і виявлення інформаційних загроз в кіберпросторі СППР для автоматичного виявлення ймовірності дезінформації у текстах. СППР поєднує сучасні технології NLP, алгоритми машинного навчання та ефективний пошук за допомогою FAISS, що дозволяє швидко аналізувати тексти українською мовою. Використання багатомовної моделі MiniLM дозволяє коректно працювати з текстами на кількох мовах, що розширює сферу її застосування. Після тренування першої моделі та її тестування на нових даних і доповнення датасету отримали наступні результати для різних вибірок з датасету Accuracy – 0,52, для другої моделі Accuracy – 0,846, а для третьої – 0,895. Проведено експерименти на розробленому датасеті з використанням алгоритмів машинного навчання. Для англомовної інформації порівняно для україномовної точність виявлення фейку є більшою на ≈0,2. Для виявлення англомовного фейку значення accuracy є 0,98, precision є 0.98, recall 0,99, а F1–score 0,98. Для виявлення україномовного фейку значення accuracy є 0,846, precision є 1,00, recall 0,67, а F1–score 0,80.

Ця доповідь підготована завдяки грантової підтримки Національного Фонду Досліджень України, реєстраційний номер проєкту 33/0012 від 3/03/2025 (2023.04/0012) «Розроблення інформаційної системи автоматичного виявлення джерел дезінформації та неавтентичної поведінки користувачів чатів» за конкурсом «Наука для зміцнення обороноздатності України».

Садовников Б.І.
Жученко О.С., канд. техн. наук, доц.
УкрДУЗТ
Шевченко О.О.
ХНУПС ім. Івана Кожедуба

ВІЗУАЛЬНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ НА ОСНОВІ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЕЛЬТ

У сучасних умовах зростаючого обсягу візуальної інформації, переданого через відеопотоки, актуальним стає пошук ефективних методів розпізнавання об'єктів у реальному часі, що не перевантажують обчислювальні ресурси. Це особливо важливо для систем з обмеженим апаратним забезпеченням, таких як вбудовані пристрої відеоспостереження.

Запропоновано удосконалений метод пошуку та розпізнавання об'єктів у відеопотоці на основі обчислення міжкадрових змін (дельт) у поєднанні з нейронним класифікатором. Основна мета - досягти високої швидкодії, стабільного навантаження та економного використання пам'яті без істотної втрати точності. Метод поєднує класичні прийоми обробки зображень (зменшення розміру кадру, перетворення у відтінки сірого, морфологічна обробка) з сучасною нейромережею на базі архітектури MobiNETv1, оптимізованою для роботи на обмежених ресурсах.

На першому етапі відеокадри нормалізуються до фіксованої роздільної здатності (1280×720), що забезпечує однакову швидкість обробки незалежно від джерела потоку. Зображення конвертується у

сірий формат для зниження обсягів обчислень і навантаження на пам’ять. Потім обчислюється абсолютна міжкадрова різниця, яка дозволяє виявити зміни у зображенні - зазвичай це об’єкти, які з’явились або змістились.

Цей принцип базується на припущенні про статичність камери: якщо кадр змінюється, значить об’єкт рухається. Фільтрація за порогом дозволяє уникати реакції на освітлення чи шум, а морфологічні операції відкриття та закриття забезпечують чітке формування контурів об’єктів. Окрім цього фільтрація за розміром допомагає ігнорувати занадто малі регіони, що не мають фізичного сенсу для класифікації.

Лише значущі області передаються на вхід класифікатору, який визначає клас об’єкта. Якщо розпізнавання вдале, то об’єкт супроводжується за допомогою алгоритму MOSSE, що дозволяє тимчасово уникнути повторної повної обробки кожного кадру. Це суттєво підвищує продуктивність і дозволяє системі працювати в реальному часі.

У процесі експериментального порівняння із базовим методом SSD було досліджено низку характеристик: час обробки одного кадру, точність розпізнавання, використання ресурсів CPU, GPU, RAM і VRAM. Запропонований метод виявився на 8% швидшим за часом обробки, але на 57% менш вимогливим до відеопам’яті, при цьому точність знизилась лише на 2,8%, що є прийнятним для багатьох практичних застосувань. Легке зростання навантаження на процесор та оперативну пам’ять (у межах 5%) пояснюється передкласифікаційною обробкою, яка виконується поза межами нейронної мережі.

Таким чином, розроблений метод обробки відеопотоку на основі міжкадрових дельт демонструє високу ефективність у реальному часі, дозволяючи значно зменшити навантаження на ресурси системи. Він забезпечує стабільну швидкодію, гнучке налаштування чутливості, просту інтеграцію та помірне використання оперативної й графічної пам’яті.

Доцільним є впровадження запропонованого методу пошуку та розпізнавання об’єктів у відеопотоці на основі обчислення міжкадрових змін (дельт) у поєднанні з нейронним класифікатором у практичні системи відеоспостереження, доповнивши його адаптивною оптимізацією нейромережі для підвищення точності без втрати продуктивності.

Севостьянов Ю.В., канд. техн. наук, с.н.с.
Могила А.А., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України

ЗАСТОСУВАННЯ РЛС АЕРОСТАТНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ СУХОПУТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ

Розглядаються пропозиції щодо розвитку та застосування радіолокаційних систем аеростатного базування (РЛСАБ), що можуть інтегруватися до єдиної міжвидової інформаційної системи ППО ЗС України. Вони підвищать своєчасність виявлення винищувачів, фронтових бомбардувальників, штурмовиків, гвинтокрилів, крилатих ракет, безпілотних літальних апаратів (розвідувальних та ударних), виявлення стартів балістичних ракет в оперативній та оперативно-тактичній глибині розташування пускових установок балістичних ракетних комплексів противника.

Засоби повітряного нападу противника найнебезпечніші серед військових засобів. Перевагу в бою, як відомо, має сторона, яка отримує інформацію про сили та засоби противника раніше, ніж противник про її підрозділи, а при веденні бою – оперативну інформацію про противника. Оскільки РЛСАБ функціонують на висоті близько 3 км, вони мають суттєве зростання дальності виявлення повітряних цілей (ПЦ), особливо тих, що летять на низьких висотах (50 метрів і нижче). В системі РЛСАБ JLENS основним є аеростатний комплекс фірми "Локхід-Мартін" - 420K, який на даний час стоїть на озброєнні США. Аеростат цього комплексу має об’єм оболонки 11893 м^3, довжину 62,5 м, корисне навантаження 1800 кг при підйомі його на висоту 3 км, робоче тіло – гелій. РЛСАБ системи JLENS виявляють цілі типу крилата ракета на 10 хв раніше у порівнянні з РЛС наземного або корабельного базування. Неспроможність виявляти радіолокаційні цілі, які летять на малих та на гранично малих висотах,

існуючими радіолокаційними системами наземного базування відбувається через вплив земної поверхні, що призводить до інтерференції прямого та відбитого променів підстильною поверхнею.

У доповіді розглядається принцип застосування РЛСАБ для спостереження за навколоземною зоною повітряного простору та розраховані максимальні дальності виявлення повітряних цілей за радіообрієм, який залежить від висоти польоту ПЦ та висоти підняття РЛСАБ над земною поверхнею. Результати досліджень показали, що при польоті ПЦ на висоті 50 м і висоті підйому РЛСАБ до 100, 450, 700, 1000, 2000, 4000 м, значення максимальної дальності радіообрію відповідно складає 60, 101, 120, 138, 185, 251 км. На дальність виявлення ПЦ впливає не тільки радіообрій, але й енергетичні параметри РЛСАБ і ПЦ. При параметрах РЛСАБ таких, як імпульсна потужність передавача 300 кВт, чутливість приймача 10^{-13} Вт, коефіцієнт підсилення антени 48 дБ, довжина радіохвилі 3 см для ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) ПЦ 0,0001 м^2 дальність виявлення РЛСАБ складає 30 км. За тими ж енергетичними показниками РЛСАБ, але при ЕПР ПЦ 0,001 м^2 дальність виявлення РЛСАБ складає 50 км, при ЕПР ПЦ – 0,01 м^2 дальність виявлення РЛСАБ – 90 км і при ЕПР ПЦ – 0,1 м^2 дальність виявлення РЛСАБ – 160 км.

Отже, РЛСАБ доповнять інформаційну мережу, до якої входять РЛС радіотехнічних, зенітно-ракетних та РЛС ППО Сухопутних військ і підвищать оперативність отримання інформації про противника, що значно підвищить захищеність підрозділів Сухопутних Військ Збройних Сил України.

Сиволовський І.М.
Пастушенко В.В.
УкрДУЗТ
Лисечко В.П., д-р техн. наук, проф.
ХНУПС ім. Івана Кожедуба

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

З появою нових методів організації телекомунікаційних мереж розподілені системи все частіше функціонують у складних динамічних умовах. Це потребує розробки нових методів розподілу інформаційних потоків з урахуванням обмежених ресурсів, нерівномірного навантаження між вузлами та непередбачуваних сплесків трафіку.

Запропоновано метод багатокритеріального прийняття рішень на основі модифікованого генетичного алгоритму (ГА) NSGA-III, орієнтований на оптимальний розподіл інформаційних потоків між вузлами телекомунікаційних систем. Метод враховує наступні критерії: використання ресурсів, рівномірність завантаження вузлів у кластері та мінімізацію кількості делегованих потоків. Ці показники є критичними в системах із змінним навантаженням, дефіцитом ресурсів та гетерогенними вузлами.

Особливістю методу є представлення рішень у вигляді хромосом, де кожен ген відображає відповідність між інформаційним потоком та обчислювальним вузлом/кластером. Розподілене телекомунікаційне середовище, у якому реалізується метод, моделюється як система кластерів. Кожен кластер містить вузли одного типу, має координатора, який управляє внутрішніми ресурсами, і може взаємодіяти з іншими кластерами або супервізором. Це дозволяє ефективно делегувати потоки при нестачі локальних потужностей вузла. Використовуючи модифікований еволюційний алгоритм, координатор здатний самостійно адаптувати кластер на основі змін інтенсивності трафіку та поточного навантаження.

Оцінювання якості рішень відбувається на основі функції пристосованості, яка поєднує показники: кількість делегованих потоків (як ознака перевантаження локального вузла), дисбаланс ресурсного навантаження між вузлами, а також ймовірність перевантаження під час очікуваних сплесків трафіку. Для цього враховуються статистичні моделі трафіку, наприклад, експоненційний розподіл інтенсивності сплесків, оцінка навантаження CPU, RAM та сховища.

Рішення, представлені у вигляді хромосом, проходять багаторівневе Парето-ранжування, що дозволяє відібрати найбільш збалансовані компромісні варіанти без абсолютного домінування одного критерію над іншими. На основі цих рішень здійснюється генерація нових популяцій із використанням операторів схрещування, мутації та елітизму.

Для розв'язання задач дослідження алгоритм NSGA-III було вдосконалено у кількох напрямах. По-перше, довідкові напрями оновлюються динамічно на основі зміни завантаженості системи, що дозволяє краще відслідковувати зміну середовища в реальному часі. По-друге, в алгоритм впроваджено метрику прогнозу пікових інцидентів, яка впливає на ранжування рішень, що дозволяє уникати тих, що можуть призвести до перевантаження у майбутньому. По-третє, адаптивне налаштування мутації дозволяє алгоритму гнучко реагувати на зміни інтенсивності трафіку потоків. Розроблений метод забезпечує багатокритеріальний розподіл інформаційних потоків в телекомунікаційних мережах з можливістю передбачення піків навантаження і реагування на них до того, як виникне перевантаження.

Доцільним є впровадження запропонованого методу багатокритеріального прийняття рішень на основі модифікованого NSGA-III у реальні телекомунікаційні системи, а також дослідження його ефективності в умовах реального часу.

Скрипнюк С.І., канд. військ. наук
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТАНКОБУДУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 2022 - 2025 рр.

Використання в ході російсько-Української війни 2022-2025 років воюючими сторонами засобів ураження типу "баражуючий боєприпас", дронів, обладнаних засобами скиду протитанкових боєприпасів, та FPV-дронів змінили тактику і філософію застосування танкових і механізованих підрозділів. Танки, БМП, БТР стали "бажаною мішенню - призом" для операторів ударних безпілотних літальних апаратів та FPV-дронів, про це свідчать колони спаленої бронетехніки, яка висувалася на рубежі розгортання та рубежі переходу в атаку по обидві сторони умовної лінії фронту.

У червні місяці 2024 року на паризькій виставці Eurosatory західними компаніями оборонної промисловості представлено чотири нові прототипи основних бойових танків наступного покоління Leclerc Evolution, EMBT-ADT 140, Leopard 2A-RC 3.0 та KF51-U, які мають задати напрям розвитку у танкобудуванні на найближчі десятиліття. Конструктори врахували досвід російсько-Української війни, приділивши значну увагу новій загрозі для бронетехніки на полі бою – FPV-дронам, для протидії яким пропонується ряд інноваційних рішень з використання систем виявлення, активного захисту та фізичного знищення ударних безпілотних літальних апаратів.

Для виявлення FPV-дронів пропонується використовувати оптичні та радіолокаційні станції з можливістю виведення зображення і вихідних даних екіпажу для протидії загрозі, також розглядається автоматизація цих процесів за рахунок інтеграції програмних рішень на основі штучного інтелекту.

Танки, БМП, БТР можуть оснащуватись комплексом активного захисту, типу Active Protection System (APS) від Rheinmetall або Iron Fist, які модернізовані для протидії ударним безпілотним системам та FPV-дронам.

Основним засобом захисту танків від ударних безпілотних літальних апаратів та FPV-дронів пропонується спеціалізований дистанційно керований бойовий модуль, який озброєний автоматичною гарматою під програмовані снаряди "повітряного підриву" калібру 30×113 мм, з можливістю ураження наземних цілей на відстані до 2000 м та повітряних об'єктів до 4000 м.

Альтернативним варіантом "останнього рубежу оборони" розглядається встановлений на башті танка дистанційно керований бойовий модуль командира типу Main Sensor Slaved Armament (MSSA) з кулеметом Rheinmetall RMG 762, який має блок із трьох поворотних стволів, що забезпечує ведення вогню зі швидкістю до 800 пострілів на хвилину. Така вогнева потужність, на думку конструкторів, повинна забезпечити ефективне ураження безпілотних літальних апаратів та FPV-дронів.

Представлені чотири нові прототипи основних бойових танків наступного покоління є технічними шедеврами, які вимагають спеціалізованої інфраструктури для обслуговування, великих витрат палива, спеціалізованих запчастин і висококваліфікованого персоналу, що в перспективі може створювати додаткове навантаження на ресурси ЗС України.

Бронетехніка яка передана ЗС України в якості міжнародної технічної допомоги від країн-партнерів, проходить суворий польовий тест на технічну досконаліть в умовах російсько-Української війни, що надає європейським та американським оборонним компаніям безцінні уроки щодо ефективності їхньої техніки в реальних бойових умовах.

Слюсар В.І., д-р техн. наук, проф.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

МУЛЬТИАГЕНТНА АРХІТЕКТУРА СЕКЦІЇ (ВІДДІЛЕННЯ), ВЗВОДУ

У січні 2024 р. на симпозіумі “Human System Integration” автором була запропонована концепція персонального асистента солдата на основі великої мовної моделі (LLM), яка отримала практичне втілення в розробках компанії Roke (Велика Британія). Подальший розвиток цього підходу полягає у його масштабуванні на рівень секції чи відділення солдатів (Soldier Squad), а також взводу.

З цією метою в доповіді пропонується мультиагентна архітектура Soldier Squad, яка передбачає поділ комплексу завдань між сукупністю спеціалізованих програмних агентів з використанням малих та великих мовних моделей (SLM/LLM). Агенти взаємодіють один з одним у реальному часі для ефективного забезпечення бойових дій. Кожен з них має власні функції: одні займаються збором та обробкою сенсорної інформації (наприклад, відео, аудіо, телеметрія), інші відповідають за аналіз розвідданих та прогнозування загроз, забезпечують планування дій і координацією з іншими підрозділами. Це дає змогу розподілити навантаження між кількома обчислювальними модулями, що підвищує надійність і швидкодію системи. При цьому мережа таких агентів може динамічно адаптуватися до типу місії (розвідка, оборона, наступ), змінюючи свої ролі та пріоритети в межах наявної сукупності попередньо збережених сценаріїв або адаптуючись до реальної ситуації і змін у бойовій обстановці. При цьому агенти оновлюють власні моделі загроз та синхронізують оперативні дані між різними елементами екіпірування солдатів і зовнішніми джерелами інформації. Завдяки модульній побудові кожен агент легко оновлюється або доповнюється додатковим функціоналом, що забезпечує гнучкість та масштабованість системи.

На рівні відділення взводу ключовими елементами апаратної архітектури є індивідуальні носимі пристрої, оснащені обчислювальними модулями на ARM-процесорах з базовою LLM-обробкою даних, смарт-окулярами з доповненою реальністю, гарнітурами зв’язку, біометричними сенсорами та інфрачервоними камерами для аналізу оточення. Сенсорна мережа поля бою включає автономні сенсорні вузли та роботизовані платформи для розвідки (UGV, UAV) у складних умовах. Дрони, обладнані нейронними процесорами, оснащені лідарними, радіолокаційними та тепловізійними системами, здійснюють локальний аналіз ситуації. Вся сукупність інтегрованих до архітектури роботизованих платформ відділення поділяються на кілька груп, які крім функцій тактичної розвідки виконують завдання вогневого прикриття та перехоплення ворожих FPV-дронів.

Комунікація здійснюється через захищену Ad-Hoc мережу із використанням технологій UWB або mmWave, а також супутникові модулі в якості резервного зв’язку, з локальним шифруванням і автоматичним розподілом задач між агентами. При цьому в якості протоколів передачі даних використовується сукупність агентських протоколів A2A/MCP. Польовий командний пристрій командира оснащений портативною платформою з інтегрованою LLM, що забезпечує аналіз ситуації, формування рекомендацій щодо прийняття рішень та виконання інших функцій, притаманних персональному асистенту командира. Зокрема, такий асистент може аналізувати дані з усіх пристроїв бійців та дронів, створюючи єдину оперативну картину для прийняття рішень, і пропонувати оптимальний план дій на основі зібраної інформації.

Важливим компонентом Soldier Squad є агент радіоелектронної боротьби (РЕБ), який забезпечує захист від ворожих БпЛА та підтримує стабільну роботу мереж зв’язку. Апаратна реалізація агента РЕБ включає персональні пристрої пасивного виявлення, компактні модулі активного глушіння та

мобільні РЕБ-дрони. Система засобів РЕБ відділення здійснює аналіз та менеджмент електромагнітного спектра, використовує LLM для ідентифікації загроз. Функціонал агента включає виявлення та подавлення частот ворожих сигналів з адаптивним налаштуванням. Крім того, РЕБ-агент інтегрується з іншими системами відділення, координуючи свої дії з агентами комунікації та розвідки, а також забезпечуючи захист власних каналів зв'язку з використанням цифрових антенних решіток і шифрування.

Запропоновану мультиагентну архітектуру слід розглядати як перспективний тренд у розвитку тактичних спроможностей та досягнення переваги на полі бою, який зумовлений логікою розвитку і реалізації проривних технологій.

Сметанін К.В., канд. техн. наук, доц.
Скоринін А.С.
ЖВІ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД ПОВІТРЯНИХ АТАК

Війна в Україні докорінно змінила підходи до ведення сучасних бойових дій. Це конфлікт гібридного типу, в якому активно застосовуються новітні технології, технічні засоби та нестандартні рішення. Сьогоднішнє поле бою насичене радіоелектронними системами - зв'язку, навігації, розвідки, управління озброєнням тощо. У таких умовах електромагнітний спектр набуває стратегічного значення, адже його контроль забезпечує суттєву перевагу.

Застосування в бойових умовах безпілотних систем та їхніх численних модифікацій суттєво змінив тактику та стратегію бойових дій. У сучасних збройних конфліктах використання дронів і засобів радіоелектронної боротьби стало невід'ємною складовою.

Для забезпечення ефективного захисту озброєння та військової техніки від ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника пропонується створення автономної інтегрованої системи активного перехоплення. Вона поєднує в собі радіолокаційні засоби ближнього радіуса дії, модулі радіоелектронної розвідки та рій мікродронів-перехоплювачів (наприклад український дрон-перехоплювач із 4-ствольним дробовиком від "SkyDefenders" та стабілізованою системою наведення).

Радіолокаційний модуль з цифровою обробкою сигналів (наприклад, на базі FMCW- радара з фазованою антенною решіткою) здатен виявляти малогабаритні повітряні об'єкти на дистанціях до 2–3 км. Одночасно система пасивного радіопеленгування аналізує джерела випромінювання в електромагнітному спектрі для ідентифікації каналів зв'язку та навігації ворожого БпЛА. Дані з обох джерел обробляються в реальному часі за допомогою алгоритмів штучного інтелекту, які дозволяють точно класифікувати тип об'єкта (розвідувальний чи ударний дрон) та визначити рівень загрози. З цією метою буде створена нейронна мережа, яка навчена для розпізнання по відомому спектра сигналу БпЛА противника.

У разі підтвердження загрози система автоматично запускає рій мікродронів-перехоплювачів. Вони діють автономно, орієнтуючись за допомогою вбудованої навігації та оптичних сенсорів. Залежно від конфігурації мікродрони можуть бути оснащені сітками для захоплення, електромагнітними генераторами для дезактивації електроніки або навіть піротехнічними модулями та/або 4-ствольними дробовиками для знешкодження цілі в повітрі.

Ключова перевага цього рішення - його автономність, здатність діяти в складних радіоелектронних умовах та адаптивність до різних типів загроз. Така система здатна забезпечити багаторазовий захист техніки без залучення додаткових людських ресурсів, що особливо важливо в умовах динамічного бою або під час захисту мобільних підрозділів.

Отже, інтелектуальна система здатна в режимі реального часу здійснювати виявлення, класифікацію та супровід повітряних загроз, а також автоматично приймати рішення щодо застосування засобів протидії - від постановки перешкод до активного ураження цілей. Впровадження таких систем забезпечує зниження ризиків ураження військової техніки, підвищення живучості бойових підрозділів і загалом посилює обороноздатність. Перспективи подальших досліджень полягають у вдосконаленні алгоритмів машинного навчання, підвищенні стійкості систем до радіоелектронної боротьби та інтеграції з існуючими платформами Збройних Сил.

Снітков К.І., доктор філософії
Дробан О.М., канд. військ. наук, доц.
Звонко А.А., канд. техн. наук, доц.
Поліщук А.М.
НАСВ

ОЦІНКА БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА МАЙБУТНЬОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЗРК RBS 70 У СУЧАСНИХ УМОВАХ

У сучасній війні, де лінія фронту більше нагадує сукупність точкових боєзіткнень, а повітряний простір насичено БпЛА різного призначення, переносні зенітні ракетні комплекси типу RBS 70 постають не лише як засіб оборони, а як критичний компонент гнучкої, мережеорієнтованої ППО. Досвід реального бойового застосування RBS 70 у Збройних Силах України не лише показав технологічну спроможність комплексу, але й виявив межі ефективності, що прямо залежать від глибини адаптації системи до нових типів загроз.

Унікальність ПЗРК RBS 70 полягає у використанні системи наведення за допомогою лазерного променя (SACLOS), яка забезпечує високу точність ураження цілей та мінімальну вразливість до засобів радіоелектронної боротьби противника. Водночас бойовий досвід засвідчує, що саме ця система вимагає від оператора виняткової зосередженості, злагодженої моторики та навичок супроводу цілі, особливо у випадку застосування проти малогабаритних літальних апаратів із низькою ефективною площею відбиття, які активно маневрують у просторі. Особливості конструкції пускової установки вимагають необхідність у значному підвищенні прицільного комплексу у вертикальному секторі, а це у поєднанні з потужним реактивним струменем часто призводить до тимчасової втрати візуального контакту з ціллю через підняття пилу. Цей фактор хоча і нетиповий для класичних умов застосування ПЗРК, становить серйозну загрозу ефективності комплексу в умовах сучасного динамічного поля бою.

Ще одним важливим аспектом сучасного бойового застосування ПЗРК RBS 70 є трансформація типів повітряних цілей. У переважній більшості випадків вогонь ведеться не по класичних цілях — літаках чи вертольотах, а по малорозмірних розвідувальних безпілотниках. Це ставить під сумнів традиційне сприйняття переносних зенітно-ракетних комплексів як засобу ураження «великогабаритної» авіаційної техніки. У такому контексті на перший план виходять не лише тактико-технічні характеристики ракети, а й ефективність її підривника — зокрема, чутливість до невеликих об'єктів з вуглецевим каркасом розміром 2–3 м, які перебувають на висотах понад 1 км. Практика застосування модифікацій RBS 70 попередніх поколінь (зокрема Mk1, Mk2) свідчить про нестабільні результати в подібних умовах, що зумовлює відносно низький коефіцієнт ураження — близько 33% при застосуванні проти безпілотників.

Попри наявні недоліки комплекс RBS 70 зберігає низку принципових переваг, які забезпечують його конкурентоспроможність порівняно з іншими зразками ПЗРК. Відсутність інверсійного сліду під час пуску унеможливлює оперативне виявлення позиції розрахунку противником. Висока швидкість розгортання та приведення у бойову готовність дозволяє ефективно реагувати на раптові повітряні загрози. Надійна стійкість до засобів радіоелектронної боротьби забезпечує функціонування комплексу навіть в умовах насиченого електромагнітного протиборства. Крім того, мобільність у переносному виконанні дозволяє оперативно змінювати позиції, що критично важливо для збереження бойового складу. У низці сценаріїв саме збереження живучості розрахунку та швидка зміна позицій мають не менше значення, ніж гарантоване ураження цілі, особливо в умовах маневреної оборони.

Найперспективнішим напрямом розвитку комплексу RBS 70 є інтеграція сучасних технологічних рішень, зокрема автотрекера, тепловізійної системи нового покоління, удосконаленого підривника з підвищеною чутливістю, а також реалізація можливості наведення з укриття. Такі вдосконалення виходять за межі звичайної модернізації окремих технічних вузлів - йдеться про якісну трансформацію самої концепції бойового застосування. У результаті RBS 70 постає не як «засіб останньої надії» для протидії повітряним загрозам, а як високоточний інструмент асиметричної переваги, що спирається на інноваційні технології, а не на чисельність чи вогневу міць. Це відкриває

нові горизонти для ефективного використання комплексу у конфліктах сучасного типу, де вирішальне значення має інтелектуальна перевага та гнучкість тактичних рішень.

Таким чином, в умовах сучасної війни модернізація комплексу RBS 70 дозволяє не лише підвищити ефективність ураження повітряних цілей, а й оптимізувати тактику його застосування. Подальше вдосконалення комплексу є прикладом того, як обмеження можуть стати джерелом потенціалу - за умови їх глибокого аналізу та перетворення на завдання для інженерного розвитку. Саме такий підхід, коли реальний бойовий досвід стає основою для модернізації техніки й тактики, а також має бути закладений як принцип у системі оборонного планування України. У динамічному та технологічно насиченому середовищі сучасного конфлікту лише адаптивність, гнучкість і технологічна ініціатива можуть забезпечити стійку перевагу над противником.

Соколишин Ю.В.
Веретнов А.О., канд. техн. наук
Государський О.Л.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Досвід застосування зразків військової автомобільної техніки (ВАТ) у війні російської федерації проти України вказує на необхідність підвищення оперативних і бойових (спеціальних) можливостей ЗС України та інших військових формувань шляхом оснащення їх відновленими, модернізованими і новими зразками ВАТ.

Тому значна увага приділяється відходу від застарілих радянських зразків техніки, модернізації існуючих та створенню нових зразків ВАТ вітчизняного виробництва. Сучасні тенденції розвитку ВАТ спрямовані, в першу чергу, на забезпечення основних показників бойової ефективності ВАТ: захищеності, рухомості та вогневої потужності. Характер бойових дій сформував новий підхід до конструктивного виду зразків ВАТ - як бойової, так і багатоцільової.

З бойового досвіду визначена необхідність у конструкціях і комплектаціях зразків ВАТ мати можливість розміщення сучасних засобів зв’язку, навігації, засобів розвідки й ураження, зразки повинні мати високу мобільність та універсальність, захищеність, у тому числі від мін і саморобних вибухових пристроїв, безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Удосконалювання зразків має йти шляхом пошуку нових компонувальних рішень, автоматизації процесів керування вогнем, захистом, рухом, підвищення живучості й автономності, відновлюваності, поліпшення ергономіки, впровадження в конструкцію зразків елементів штучного інтелекту.

Однак реалізація цих вимог пов'язана зі значними технічними проблемами й, як наслідок, підвищенням вартості зразка. Створення сімейств зразків ВАТ на єдиних вузлах і агрегатах є одним із шляхів вирішення цієї проблеми, в першу чергу, її економічної складової: знижуються витрати на розроблення, виробництво й експлуатацію.

В інтересах оснащення Сухопутних військ мають здійснюватися активні роботи зі створення сімейства ВАТ нового покоління. До них повинні висуватись такі основні вимоги: збереження життя водіїв та екіпажів; висока вогнева потужність (для машин з озброєнням); висока рухомість і захищеність.

Ці зразки ВАТ мають бути малопомітними, мати модульну конструкцію, оснащуватися сучасними системами керування вогнем, колективного захисту і життєзабезпечення, захисту від мін та ураження БпЛА, а також долати водні перешкоди без підготовки. Вимога щодо зменшення маси зразка ВАТ має бути виконана за рахунок впровадження нових технологій і конструктивних матеріалів при виготовленні броньованого корпусу, силової установки, вузлів, агрегатів й приладів обладнання зразка.

В умовах ведення війни в Україні на теперішній час здійснюються роботи з розробки та виготовлення ряду зразків ВАТ вітчизняного виробництва відповідно до вимог сучасності для потреб ЗС України.

Як показано в доповіді, оснащення підрозділів ЗС України сучасними зразками ВАТ дозволить значно підвищити ефективність виконання завдань за призначенням з визначеним рівнем захищеності особового складу і змонтованого озброєння.

Соломицький О.І., д-р військ. наук, с.н.с.
Слюсаренко М.О., канд. техн. наук, ст. досл.
ЦНДІ ЗС України

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Більшості із традиційних засобів ураження озброєння та військової техніки (ОВТ) достатньо ефективно протидіють за допомогою систем активного захисту (САЗ). Проте жодна з існуючих в світі САЗ не здатна повною мірою боротись з FPV-дронами, дронами зі “скидами” та баражуючими боєприпасами, вони стали викликом на сучасному полі бою. Отже, завдання ефективного активного захисту зразків ОВТ потребує комплексного рішення, значних фінансових витрат та технологічних можливостей.

Відповідно до найактуальніших на сьогодні загроз, fpv-дронів, дронів зі “скидами” та баражуючих боєприпасів ключовим елементом системи активного захисту є підсистема виявлення, ідентифікації та цілевказівки. Завдяки своїм елементам вона має бути дворівневою та забезпечувати виявлення всього переліку засобів ураження ОВТ в межах від 100 до 2000 м (де І рівень від 500 до 2000 м, а ІІ рівень від 100 до 500 м) для систем активного захисту дальньої дії та в межах від 5 до 100 м (де І рівень від 10 до 500 м, а ІІ рівень від 5 до 10 м) для систем активного захисту ближньої дії.

Відповідно до потреб, завдань та фінансових можливостей до підсистеми виявлення, ідентифікації та цілевказівки підбирається комплект засобів підсистеми активного захисту кінетичної та некінетичної дії з урахуванням їх переваг/недоліків та взаємосумісності при роботі.

З огляду на зазначене система активного захисту має бути створена з модульною відкритою архітектурою на принципово нових підходах протидії засобам ураження ОВТ. Це дозволить створювати будь-які конфігурації САЗ із запропонованих уніфікованих модулів, що забезпечують виявлення та нейтралізацію будь-яких загроз з урахуванням особливостей конкретної броньованої машини. Цей підхід не лише спростить задачу проєктування САЗ та його адаптацію до захищеного об’єкта, але й значно знизить вартість і відкриє можливості для його уніфікації та модернізації.

Основними елементами САЗ мають бути:

дворівнева система виявлення, ідентифікації та цілевказівки, стійка до хибних спрацьовувань, зовнішнього впливу та здатна виявляти широкий перелік цілей;

підсистема кінетичного впливу ближньої дії на засоби ураження ОВТ (реактивні контр-боєприпаси з осколковими (осколково-фугасними, кумулятивними) БЧ, кумулятивними ядрами, димовими/аерозольними гранатами, сіткометними зарядами та рухомі (нерухомі) пускові пристрої до них);

підсистема кінетичного впливу дальньої дії на засоби ураження ОВТ (дистанційні артилерійські (кулеметні, гранатометні, гарматні) модулі, як варіант системи колективного захисту);

підсистема некінетичного ураження шляхом застосування засобів РЕБ та оптоелектронної протидії.

Створення САЗ за подібною архітектурою дозволить значно підвищити захист зразків ОВТ як від традиційних засобів ураження, так і від ударів безпілотних систем.

Солонець О.І., канд. техн. наук, с.н.с.
ХНУПС

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ДІЙ ТА ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ

Досвід протистояння повномасштабній збройній агресії російської федерації проти України свідчить про суттєву роль ретельного планування пошуково-рятувальних дій (операцій) та організації евакуації поранених з поля бою або цивільних осіб із зони ведення бойових дій. Від їх чіткого планування та організації залежить не тільки життя тих, хто потребує порятунку, але також життя, здоров’я особового складу та ефективність виконання завдань пошуково-рятувальних (евакуаційних)

команд. В умовах суцільного нехтування збройними силами та воєнізованими формуваннями країни-агресора буд-якими вимогами міжнародного гуманітарного права, законами та звичаями війни проведення пошуково-рятувальних дій (операцій) та організація евакуації становлять досить складне завдання, успішне вирішення якого потребує окрім суто організаційно-технічних заходів також відповідної ситуаційної обізнаності. Метою доповіді є висвітлення проблемних питань забезпечення ситуаційної обізнаності при проведенні пошуково-рятувальних дій та під час евакуації з урахуванням досвіду ведення бойових дій на території України.

На етапах планування, підготовки, проведення та аналізу пошуково-рятувальних дій та під час організації евакуації ключову роль відіграє ситуаційна обізнаність командирів щодо умов та ризиків, які супроводжують зазначені дії або можуть виникнути згодом. В цьому випадку зазвичай виникає протиріччя між необхідністю зосередження всіх інформаційних ресурсів на успішному виконанні бойового завдання та необхідністю спрямування частини зусиль (інформаційних ресурсів) на ситуаційну обізнаність щодо забезпечення пошуково-рятувальних дій та евакуації. Досвід ведення бойових дій на території України переконливо свідчить, що першочерговим джерелом ситуаційної обізнаності командирів у нинішній війні є інформація, яку надають безпілотні засоби повітряної розвідки (безпілотні авіаційні комплекси). Щодо їх раціонального застосування постає питання резервування або перерозподілу ресурсу з урахуванням зазначеного протиріччя. Відповідно потребують врахування у сучасних геоінформаційних системах та застосунках можливі ризики, які можуть виникнути в ході пошуково-рятувальних дій та евакуації. Актуальним залишається також питання раціонального планування ресурсу засобів космічного спостереження за наявності доступу до відповідних даних, які іноді є єдиним джерелом інформації в умовах жорсткого впливу засобів РЕБ. Подальшого вирішення також потребує проблема отримання відповідної уніфікованої інформації в автоматизованому режимі на міжвидовому рівні задля забезпечення ефективної взаємодії сусідніх підрозділів в ході пошуково-рятувальних дій та під час евакуації.

Таким чином, урахування проблемних питань забезпечення ситуаційної обізнаності при проведенні пошуково-рятувальних дій (операцій) та під час евакуації дозволить в подальшому підвищити ефективність їх проведення і, як наслідок, забезпечити ефективний порятунок та збереження людських життів. Подальшим розвитком досліджень у зазначеному напрямі можуть стати розробка методичних апаратів раціонального планування ресурсу безпілотних авіаційних комплексів з урахуванням необхідності забезпечення ситуаційної обізнаності щодо пошуково-рятувальних дій та евакуації, оцінки ризиків при проведенні пошуково-рятувальних дій та під час евакуації, відповідної розробки оптимальних стратегій реагування на них, прокладення оптимальних маршрутів та розподілу технічних ресурсів пошуково-рятувальних дій та евакуації з урахуванням можливих ризиків їх проведення тощо.

Ставісюк Р.Л., канд. техн. наук, ст. досл.
Запорожченко Ю.І.
ЖВІ

АДАПТИВНІ АНТЕННІ РЕШІТКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОПЕРЕХОПЛЕННЯ В СКЛАДНІЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІЙ ОБСТАНОВЦІ

Характерною рисою сучасних збройних конфліктів є інтенсивне використання різноманітних радіоелектронних засобів, включаючи широке впровадження захищених та цифрових систем зв’язку. Це зумовлює значне зростання обсягів розвідувальної інформації, що потребує від підрозділів радіоелектронної розвідки (далі – РЕР) постійного вдосконалення методів добування, обробки та аналізу даних. Водночас ефірне середовище перенасичене численними джерелами радіовипромінювань, які виступають потужними інтерференційними сигналами, зокрема власні та ворожі ретранслятори, системи радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), канали управління безпілотними авіаційними комплексами (далі – БпАК) тощо.

Пости радіоперехоплення (далі – РП) як ключові ланки системи РЕР пройшли значний еволюційний шлях. Від простих одноканальних приймачів на дискретних елементах відбувся перехід

до високоавтоматизованих багатоканальних систем, що базуються на технологіях Software-Defined Radio (далі – SDR) та використовують передові алгоритми цифрової обробки сигналів, включно з елементами штучного інтелекту для аналізу даних. Незважаючи на прогрес у приймальній та обробній апаратурі, традиційні антенні системи, що застосовуються на постах РП, залишаються обмежуючим фактором. У середовищі з високим рівнем завад це призводить до зниження ефективного співвідношення сигналу до шуму (далі – SNR) на вході приймача, що ускладнює або унеможливлює виявлення та демодуляцію слабких цільових сигналів, які "заховані" за потужними інтерференційними компонентами.

Принциповим рішенням для подолання проблеми впливу завад є реалізація просторової фільтрації або просторово-часової обробки сигналів безпосередньо на приймальній стороні.

Ефективним інструментом реалізації просторової обробки є багатоелементні антенні решітки (далі – АР).

Найбільш досконалою формою АР для застосування в РЕР є адаптивні антенні решітки (далі – ААР). ААР – це інтегрована система, що поєднує багатоелементну АР та високопродуктивний адаптивний процесор, який аналізує вхідні сигнали з усіх елементів решітки та в реальному часі динамічно коригує вагові коефіцієнти для кожного приймального каналу з метою оптимізації вихідного сигналу.

Ключова перевага ААР полягає в їхній здатності до самонавчання та адаптації до невідомої завадової обстановки. Система автоматично ідентифікує напрямки приходу інтерференційних сигналів та формує в цих напрямках глибокі провали (нулі) у своїй просторовій ДС, тим самим пригнічуючи їхній вплив. При цьому для збереження якості прийому цільового сигналу форма головного пелюстка ДС в напрямку корисного сигналу залишається незмінною або оптимізується.

Таким чином, ААР використовують відмінності в просторових кутах приходу корисного сигналу та завад для їх ефективного просторового розділення та максимального покращення SNR на виході системи. Впровадження таких антенних комплексів розкриває повний потенціал передової прийомальної та обробної апаратури на базі SDR та алгоритмів цифрової обробки сигналів, забезпечуючи значне підвищення ефективності радіоперехоплення та загальних можливостей радіоелектронної розвідки в складних умовах сучасної війни.

Стах Т.М.
Киричук О.А.
Хаустов Д.Є., канд. техн. наук, ст. досл.
Настишин Ю.А., д-р фіз.-мат. наук, с.н.с.
НАСВ

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЖИВУЧОСТІ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ

Сучасні виклики, пов'язані із появою ефективних високотехнологічних протитанкових засобів, вимагають удосконалення моделі живучості бронетанкового озброєння і техніки (БТОТ) для врахування цих новітніх загроз. На сьогодні немає єдиного, затвердженого на рівні стандарту, підходу до кількісної оцінки живучості зразків БТОТ. В доступній літературі у різних комбінаціях розглядаються такі компонент живучості БТОТ: 1) скритність, 2) здатність усунути загрозу власними засобами, 3) захищеність, 4) відновлюваність, 5) мобільність, 6) стійкість до перекидання, 7) стійкість до спонтанних експлуатаційних пошкоджень чи власних дефектів. Наявні в літературі моделі живучості відрізняються кількістю розглядуваних компонент в залежності від типу військової техніки та умов її застосування і є радше частковими рішеннями, тобто такими, що фокусуються на факторах, які в розглядуваних умовах бойового застосування техніки є визначальними, при цьому абстрагуючись від тих, які для конкретного виду техніки в конкретних умовах застосування можуть вважатися несуттєвими. В доступній літературі ми не знайшли повідомлень про розгляд усіх семи вищеперерахованих компонент живучості в рамках однієї моделі.

Для врахування вкладів компонент живучості у загальний показник живучості БТОТ в даній роботі розроблено теоретичні основи їхньої класифікації як випадкових адитивних/мультиплікативних сумісних подій. Запропонований покроковий алгоритм класифікації компонент живучості як

випадкових подій дає можливість визначити правило, за яким їхні ймовірності компонуються у загальний показник живучості і, таким чином, не тільки дозволяє перевірити справедливість аналітичних виразів для ймовірності виживання БТОТ в рамках існуючих моделей, а й дає детальну інструкцію, як врахувати нові компоненти живучості в узагальненій моделі.

Удосконалена модель живучості зразка БТОТ розробляється у два етапи. Перший етап полягає у створенні базової моделі живучості, яка враховуватиме сім загальноприйнятих компонент. Те, що семикомпонентна модель є базовою, означає можливість врахування нових компонент живучості. На другому етапі розробки узагальненої моделі пропонуємо нову компоненту живучості, яку називаємо активністю загрози та на її прикладі ілюструємо, як нові компоненти можуть вбудовуватися до базової моделі. Для кількісної оцінки ефективності моделі живучості та ефективності інноваційних заходів з підвищення конкретних компонент живучості запропоновано відповідні кількісні показники. Використовуючи запропонований алгоритм класифікації компонент живучості, обґрунтовано, що експлуатаційна та бойова компоненти живучості класифікуються як незалежні, сприятливі, мультиплікативні випадкові події, а тому індекс живучості БТОТ з урахуванням обох компонент є добутком ймовірностей їхньої одночасної реалізації. У свою чергу внутрішні компоненти 1-4 бойової живучості класифіковано як незалежні, сприятливі, адитивні випадкові події, що й визначає правило, за яким ймовірності їхньої реалізації компонуються у індекс бойової живучості. Внутрішні компоненти 5-7 експлуатаційної живучості є предметом розгляду у рамках напряму технічних наук, який називають надійністю та ефективність техніки.

Стах Т.М.
Сідор Р.І.
Киричук О.А.
Хаустов Д.Є., канд. техн. наук, ст. досл.
Настишин Ю.А., д-р фіз.-мат. наук, с.н.с.
НАСВ
Гладун В.П.
Сахарчук В.В.
ТОВ Twist Robotics

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСТОСУНКИ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ В ІНТЕРЕСАХ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ

Аналіз бойових дій в ході повномасштабного вторгнення росії в Україну свідчить про те, що на передній план у процесі розвідки поля бою виходять безпілотні літальні апарати (БпЛА). Проте великий обсяг зафіксованих відео- та фотоматеріалів суттєво збільшує час, необхідний на їхню обробку, що у ході швидкоплинної цілефонової обстановки (ЦФО) призводить до затримки у прийнятті рішення командирами підрозділів щодо ураження цілі, маневру чи інших бойових дій. Прогрес у вирішенні цих завдань досягається шляхом залучення штучного інтелекту до автоматизації та пришвидшення дій, які вимагають найбільше часу та зосередженості оператора, у першу чергу таких, як пошук та виявлення цілей. Саме такі завдання збору даних про ціль із відео- та фотозображень, отриманих з камер БпЛА, вирішуються комп'ютерним застосунком "На долоні", розробленим компанією "Twist Robotics". Даний застосунок ефективно використовується у військах та призначений для автоматичного аналізу відео- та фотозображень, отриманих із розвідувальних БпЛА, а також у поєднанні зі штучним інтелектом, виявлення та розпізнавання на них військової техніки з метою ефективного планування наземних операцій.

Виходячи із аналізу поточних можливостей та перспектив використання даного застосунку для збору даних про ЦФО доцільно передбачати його застосування в інтересах зразків озброєння та військової техніки, у тому числі багатоканального прицільно-спостережного комплексу (БПСК) танка, з яким БпЛА може бути асоційований інформаційно чи фізично, а також для виявлення та подолання мінних загороджень. У зв'язку з цим актуальним завданням, що потребує вирішення, є автоматизація процесу відбору кадрів із найвищою якістю (найякісніших кадрів) відображення цілі на електронних зображеннях із відеопотоку для прийняття відповідного рішення.

Пропонується проводити автоматизований відбір найякісніших кадрів з використанням комп'ютерного застосунку (якості відображення цілі на електронному зображенні) "ЯВЦнЕЗ", розробленого у Науковому центрі Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ. Критерієм для відбору найякісніших кадрів є максимальне значення індексу помітності цілі на електронному зображенні за сукупністю прикметних ознак, обчислених застосунком "ЯВЦнЕЗ" із таблиць яскравості електронних зображень, на яких потенційні цілі автоматично визначено застосунком "На долоні".

Інтегрування обох застосунків в єдиний програмний продукт дозволить виводити відібрані з відеопотоку найякісніші кадри на монітор, що пришвидшить прийняття рішення на ураження цілі та її знищення. Крім того, оцінка ЯВЦнЕЗ може бути використана для автоматизованого відбору найякіснішого зображення серед вхідних парціальних та комплексованих зображень, якщо інформація про ЦФО у формі цифрових зображень надходить із різних каналів БПСК танка, у тому числі з камер БпЛА, асоційованого з ним.

Тимчук С.В., канд. техн. наук
Тарасенко В.О.
ЖВІ ім. С.П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ

Сучасне радіочастотне середовище характеризується постійно зростаючою щільністю та складністю сигналів, що створює значні виклики для радіомоніторингу. Ефективне розпізнавання та класифікація радіосигналів є ключовим завданням у цій галузі. Останніми роками методи машинного навчання, зокрема глибокого навчання, продемонстрували виняткову ефективність у вирішенні подібних завдань, відкриваючи нові можливості для автоматизації аналізу сигналів.

Згорткові нейронні мережі (ЗНМ) являють собою потужний клас нейронних мереж, спеціально розроблених для обробки даних, що мають структуру сітки, таких як зображення. У цій роботі ми досліджуємо застосування ЗНМ для розпізнавання спектрограм - візуальних представлень частотного спектра радіосигналів, що є критично важливим завданням у радіоелектронній розвідці. На відміну від традиційних методів ЗНМ використовують унікальну архітектуру, яка дозволяє їм ефективно виявляти та ієрархічно вивчати просторові особливості у спектрограмах, забезпечуючи тим самим підвищену точність і надійність розпізнавання.

В основі архітектури ЗНМ лежить концепція згорткових шарів, які застосовують набір навчальних фільтрів для вилучення локальних ознак зі спектрограм. Ці фільтри на відміну від повнозв'язних шарів у звичайних нейронних мережах мають невеликий просторовий розмір, але поширюються на всю глибину вхідного об'єму, що значно зменшує кількість параметрів і обчислювальні витрати.

Згорткові шари організовані в тривимірні об'єми, що складаються з ширини, висоти та глибини. Операція згортки передбачає ковзання кожного фільтра по вхідному об'єму спектрограми, обчислюючи скалярні добутки між елементами фільтра та відповідними елементами вхідних даних. Результатом є карта активацій, яка відображає реакцію фільтра в кожній просторовій позиції спектрограми.

Окрім згорткових шарів архітектура ЗНМ часто включає шари пулінгу, які зменшують просторовий розмір карт активацій, додатково скорочуючи кількість параметрів і обчислень. Повнозв'язні шари, подібні до тих, що використовуються в звичайних нейронних мережах, зазвичай застосовуються наприкінці архітектури ЗНМ для класифікації виявлених радіосигналів.

Для ефективного застосування ЗНМ у радіомоніторингу розроблено спеціальну методологію, яка включає попередню обробку спектрограм: оптимізацію параметрів перетворення радіосигналів у спектрограми для покращення видимості релевантних ознак; аугментацію даних: збільшення різноманітності навчальних даних шляхом застосування перетворень до спектрограм для підвищення стійкості моделі; навчання та валідацію моделі: використання великого набору спектрограм з відомими класами радіосигналів для навчання ЗНМ та оптимізації її параметрів.

Експериментальні результати демонструють значну перевагу ЗНМ над традиційними методами розпізнавання радіосигналів. Запропонована методологія забезпечує високу точність класифікації навіть в умовах шумних і складних радіочастотних середовищ.

Згорткові нейронні мережі є потужним інструментом для автоматизованого розпізнавання спектрограм у радіоелектронній розвідці. Унікальна архітектура та здатність до навчання просторових ознак роблять їх ефективнішими за традиційні методи. Подальші дослідження будуть зосереджені на оптимізації архітектури ЗНМ, розробці нових методів аугментації даних та розширенні можливостей моделі для обробки більш широкого спектра радіочастотних сигналів.

Тишко С.О., канд. техн. наук, доц.
Заїка В.М., канд. техн. наук
ДНДІ випробувань і сертифікації ОВТ
Богуцький С.М., канд. техн. наук, с.н.с.
НАСВ

СИНТЕЗ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗОВОГО ЗСУВУ НА ОСНОВІ ПОРІВНЯННЯ ІНФОРМАТИВНОГО СИГНАЛУ З НАБОРОМ ЕТАЛОННИХ ФУНКЦІЙ В СИСТЕМАХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОЗБРОЄННЯ

Проведено синтез структурної схеми реалізації метода визначення фазового зсуву двох гармонічних сигналів, в основі якого лежить порівняння форми нормованого сигналу, отриманого в результаті складання гармонічних сигналів після проведення їх двонапівперіодного перетворення та набору нормованих еталонних функцій, синтезованих обчислювальними засобами, визначено перелік технічних засобів та розрахункових операцій, необхідних для вирішення поставленого завдання.

Пропонується наступна послідовність допоміжних та вимірювальні операцій, що реалізує запропонований метод вимірювання фазового зсуву: проведення фільтрації вхідних сигналів з метою зменшення впливу зовнішніх шумів, підсилення вхідних сигналів, проведення двонапівперіодного перетворення вхідних сигналів, підсумування сигналів після проведення двонапівперіодного перетворення, формування сигналів початку та закінчення операції аналогово-цифрового перетворення, виконання аналогово-цифрового перетворення сигналу отриманого в результаті підсумування, синтез набору еталонних функцій, розрахунок періоду та середнього значення сигналу, що досліджується, проведення нормування вектора миттєвих значень сигналу, що досліджується, проведення порівняння нормованого вектора миттєвих значень з еталонною функцією визначення ступеня не збігання, визначення напряму зміни еталонної функції та нового інтервалу пошуку значення фазового зсуву, індикація результату вимірювання.

В якості критерію збігу форми сигналу, що досліджується, та еталонної функції, запропоновано використовувати мінімальне значення відхилення суми квадратів між ними. Для вирішення поставленої задачі запропоновано алгоритм визначення інтервалу невизначеності для першої ітерації, алгоритм знаходження екстремуму залежності значення відхилення суми квадратів для множини еталонних функцій та сигналу, що досліджується, на основі методу золотого перетину.

Застосування цього методу порівняно з відомими, в основі яких лежить аналого-цифрове амплітудно-часове перетворення, дозволяє: зменшити складову похибки, обумовлену фазовою асиметрією каналів передачі сигналу, за рахунок зменшення їх довжини; суттєво знизити вимоги до якості виконання операції автоматичного регулювання рівня вхідних сигналів; синтезувати один канал аналого-цифрового перетворення сигналу, що аналізується, замість двох, що, в свою чергу, робить непотрібною синхронізацію аналого-цифрового перетворення для кожного каналу обробки сигналів; суттєво зменшити витрати на створення багатозначного еталону фазового зсуву за рахунок використання набору еталонних функцій, синтезованих обчислювальним пристроєм, та системи визначення збігу форм еталонної функції з дослідним сигналом.

Використання запропонованого способу визначення фазового зсуву суттєво зменшить складність систем контролю за рахунок спрощення схемотехнічних рішень, що дасть можливість заощадити матеріально-технічні ресурси для контролю параметрів ОВТ та його складових (близько 10%) під час випробувань на етапах розробки та виготовлення зразка без зниження якості контролю. Також даний метод може розглядатися як методична основа для створення систем діагностування та вимірювання характеристик під час експлуатації складних технічних систем.

Токар О.А.
Терлецький Б.Ю.
ХНУПС

ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ВОГНЕВИХ ГРУП, ОЗБРОЄНИХ ПЗРК, ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ПОВІТРЯНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОТИВНИКА

Аналіз сучасного повітряного протистояння демонструє перевагу використання безпілотної авіації, зокрема ударних її варіантів – від квадрокоптерів із різноманітними способами та завданнями щодо їх застосування до безпілотних літальних апаратів (БпЛА), типу FPV-дронів та дронів зі зброєю самонаведення, а також різних типів крилатих ракет. Безпілотні повітряні засоби повітряного нападу (БпЗПН) дозволяють противнику вирішувати широкий спектр завдань: ведення розвідки, коригування артилерійського вогню, завдання ударів по військових підрозділах та об’єктах інфраструктури, включно з об’єктами критичної цивільної інфраструктури.

Основні тактичні прийоми застосування БпЛА включають:

одночасне використання 2–3 дронів різного типу на різних висотах: розвідувальний БпЛА працює на висоті 1500–2000 м, коригувальник – на 4000–6000 м, ударний дрон − на малих висотах (200–500 м);

атаки БпЛА-камікадзе типу “Ланцет” по бронетехніці у районі ротних опорних пунктів (переважно по танках, артилерії та системах протиповітряної оборони (ППО)) при цьому наведення здійснюється іншим дроном, що перебуває на висоті понад 4000 м;

удари дронами-камікадзе “Шахед” на висоті від 200–400 м до 1200-1500 м по заздалегідь визначених координатах стаціонарних військових і промислових об’єктів.

Ефективним способом дій підрозділів ППО Сухопутних військ є застосування мобільними вогневими групами (МВГ) озброєними переносними зенітними ракетними комплексами (ПЗРК) на територіях та маршрутах з високою ймовірністю появи повітряних загроз. Зазвичай це організовується у вигляді засідок МВГ. Така діяльність потребує ретельного планування. Типова МВГ включає двох зенітників з різними ПЗРК, оператора систем “Віраж” чи “Кропива” (який часто є командиром групи) та групу прикриття з автоматичною зброєю (АК-74, ПКМ тощо). Якщо є можливість – додається оператор антидронової рушниці. Планування дій МВГ здійснюється на рівні командирів батарей, дивізіонів або начальника ППО бригади. Обов’язково узгоджуються питання взаємодії з підрозділами прикриття, маршрути відходу та евакуації. Одним із ключових елементів є забезпечення мобільності за допомогою транспорту з повним приводом (наприклад, пікапів). Особливої уваги потребує точне визначення відстані до повітряної цілі. Часто фіксуються випадки, коли ракети пускаються з відстаней понад 5000 м, що призводить до неспрацювання ПЗРК або недольоту ракети до цілі.

Високу ефективність ПЗРК забезпечують:

- можливість огляду в усіх напрямках;
- встановлення візуального контакту з ціллю;
- вибір моменту пуску з урахуванням особливостей місцевості.

Аналіз способів управління ППО показує, що в умовах інтенсивного та динамічного бою, коли час на прийняття рішення обмежений, найкращі результати досягаються при автономному веденні бою МВГ із координацією з вищим командним пунктом (пунктом управління). Таке управління реалізується через системи “Кропива”, “Віраж” тощо, які оперативно повідомляють про появу повітряних об’єктів і можливі напрямки їх дій.

Така модель дозволяє оперативно реагувати на динамічну зміну повітряної обстановки, забезпечуючи високу ефективність у боротьбі з безпілотними загрозами.

Тютюнник В.О., канд. техн. наук, с.н.с.
Шутько К.В.
ХНУПС
Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
НАСВ

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРІВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ

За результатами досліджень обґрунтовані вимоги до розробки інформаційних моделей (ІМ) автоматизованих робочих місць (АРМ) радіолокаційних станцій (РЛС), призначених для виявлення засобів повітряного нападу (ЗПН).

Розроблений науково-методичний апарат (НМА) пропонується у подальшому використовувати для обґрунтування вимог до вказаних ІМ, положень військових стандартів, формування єдиних підходів виробників радіолокаційної техніки до створення АРМ операторів радіолокаційних станцій.

Розроблений НМА відповідає сучасним потребам формування обрису перспективної ІМ повітряної обстановки як окремої РЛС, так і автоматизованої системи, що об'єднує мережу РЛС.

Науково-методичний апарат дозволяє інтегрувати вимоги стандартів НАТО, країн Європи, США до керівних документів Збройних Сил України, у частині створення ІМ робочих місць операторів РЛС.

У процесі дослідження вдалось запропонувати практичні рішення задач відображення інформації із урахуванням ергономічних вимог до зручного використання ІМ операторами РЛС і технічних можливостей виробників до створення АРМ.

Інформаційна модель забезпечує виконання вимог Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО), Національного космічного агентства США (NASA), стандартів НАТО щодо подання та кодування інформації на екранах АРМ операторів РЛС, доступ до режимів управління ІМ та дозволяє користування елементами, символікою і змістом необхідних елементів ІМ попередніх розробок виробників.

Феденко О.В., канд. політ. наук, доц.
Панасюк В.В., канд. політ. наук, доц.
Сахон О.О.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ШТУРМОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ зс рф У ХОДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Тактика російського командування у війні з Україною з літа 2022 року дещо змінилась. Вони почали використовувати як головний засіб вирішення завдань на полі бою штурмові загони (ШЗ) замість традиційних для їхньої армії батальйонних тактичних груп (БТГр). З огляду на «успішні» дії штурмових загонів (ШЗ) ПВК «Вагнер» військове командування зс рф розпочало створення аналогічних за структурою зведених, а з часом і штатних, штурмових підрозділів у складі військових частин. Зазначені штурмові підрозділи у складі св отримали назву «Шторм» та були орієнтовані виключно на ведення наступальних дій. Проведення зазначених заходів було пов'язано з високим рівнем втрат серед особового складу і ОВТ противника. В ході штурмових дій ці загони виконують завдання із захоплення та зачистки об'єкта атаки (ВОП, квартал, окрема будівля) або його частини, ділянки місцевості. Після виконання завдань та закріплення на захоплених рубежах ШЗ продовжує штурмові дії на вказаному напрямку, а їх позиції займають лінійні підрозділи або підрозділи закріплення. ШЗ виконує завдання протягом 2-3 діб або до втрати боєздатності, після чого він виводиться у тилові райони для доукомплектуванням та відновлення боєздатності. В середньому термін відновлення складає 10 діб, після чого ШЗ повертається в район ведення бойових дій та продовжує виконувати поставлені завдання. Основне озброєння штурмової роти – стрілецька зброя та

гранатомети. Штатна техніка штурмових взводів призначена для доставки о/с у вихідні райони, після чого формує бронегрупи, які у взаємодії з танковим взводом та артилерійськими підрозділами забезпечують вогневу підтримку штурмових дій. У штурмових загонах була значно збільшена кількість штурмової піхоти, яка діє самостійно малими групами. Основним підрозділом цього загону став штурмовий взвод. При веденні бойових дій командир розподіляв взвод на декілька штурмових підгруп до 5-6 осіб, які рухались з інтервалами 15-25 м на позиції противника під прикриттям або мінометів, або БТТ, або підгруп прикриття. Безпосередньо перед позицією здійснювався миттєвий ривок першої групи, яка мала завдання заскочити у траншею і зав'язати там бій до підходу другої і третьої груп. З досвіду таких штурмів, перша група майже завжди повністю «втрачалася». На захоплену позицію заходила група закріплення, яка її відновлює та готує для захисту особового складу так звані «лисячі» нори. На кожній позиції залишалися зазвичай 6–8 осіб, включаючи кулеметника. Іноді використовувались штурмові дії з одночасним охопленням підгрупами з обох флангів під прикриттям засобів вогневого ураження: з далекої відстані - засобами артилерії, з ближчої – мінометами разом з щільним обстрілом позицій з автоматичних станкових гранатометів (АГС). Стрільба з них велася із закритих позицій по раніше розвіданих цілях у взаємодії з БПЛА. У штурмових діях доволі часто застосовувалися або окремий снайпер, або снайперські групи.

Отже,противник активно використовував тактику хвиль при проведенні штурмових дій у наступі, попри значні втрати в особовому складі. Ведення систематичних штурмових дій проводилось на напрямках дій військ, які практично не здійснювали ротацію місяцями, що суттєво їх виснажувало у наслідок постійного перебування у стані психологічного перевантаження.

Чепков І.Б., д-р техн. наук, проф.
Кучинський А.В., канд. техн. наук, с.н.с.
НДІ ОВТ ЗСУ

ПРОБЛЕМА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ СИСТЕМ ЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Актуальність проблеми забезпечення нормального функціонування радіоелектронних засобів в складному електромагнітному фоні обумовлена необхідністю оснащення бойових броньованих машин комплексами активного захисту, радіолокаційними системами управління вогнем основного і керованого озброєння, комплексами радіо- і оптико-електронної протидії. Виникнення взаємних завад між РЕЗ обумовлюється основними причинами:

1. В даний час на озброєнні знаходяться сотні різних типів радіоелектронних комплексів. Насиченість військ і окремих районів їх дислокації РЕ засобами досягла величезних масштабів. Висока густина розміщення їх призвела до підвищення імовірності одночасної роботи багатьох РЕЗ і є однією з причин виникнення взаємних радіоперешкод між ними.

2. Обмеженість радіочастотного спектра і нерівномірність його використання.

В даний час зі всього спектра радіочастот практично використовують спектр від 10 Гц до 40 Гц. Характерно, що весь цей спектр використовується не повністю і вкрай нерівномірно, що призводить до одночасного використання окремих смуг радіочастотного спектра різними типами апаратури.

3. Збільшення енергетичних потенціалів передаючих і чутливості приймальних пристроїв РЕЗ.

4. Недосконаліть технічних характеристик РЕЗ, що визначають їх електромагнітну сумісність, до яких відноситься, зокрема, наявність бічних і задніх пелюсток діаграм спрямованості антен.

До інших причин виникнення взаємних завад відносяться:

- відхід і нестабільність частоти настройки РЕЗ, а також низька перешкодозахищеність приймальних пристроїв окремих типів РЕЗ;

- здібності передавачів випромінювати, а приймачів приймати сигнали окрім антени внаслідок недостатнього екранування апаратури і можливості проникнення завади по ланцюгах живлення, комутації і т.п.

Крім взаємних (ненавмисних) завад, створюваних РЕЗ при одночасній роботі, необхідно розглядати засоби радіоелектронної боротьби як особливий вид перешкод. При цьому засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) на фоні інших видів озброєння мають превалювальне значення.

Тому при розгляді питання оцінки і забезпечення ЕМС РЕЗ ББМ необхідно звертати особливу увагу і на підвищення перешкодостійкості РЕЗ по відношенню до навмисних перешкод.

Вказані питання із забезпечення ЕМС набувають особливого значення при створенні системи засобів протидії і захисту об'єктів ББМ від перспективних систем протитанкової зброї, у тому числі атакуючих з верхньої півсфери.

Поява перспективних систем захисту обумовлює необхідність оснащення сучасних і перспективних ББМ засобами радіоелектронного озброєння і протидії, а це, у свою чергу, загострює проблему забезпечення ЕМС РЕЗ. Зазначене обумовлює актуальність досліджень з оцінки ЕМС радіоелектронних засобів комплексної системи захисту і озброєння ББМ.

Чорний М.В., канд. техн. наук, доц.
Матузко Б.П., канд. техн. наук, доц.
Міщенко Я.С., канд. техн. наук, доц.
Борисенко І.А.
НАСВ

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЕПРИДАТНОСТІ СИСТЕМИ ЗМАЩУВАННЯ ДВИГУНА БОЙОВОЇ МАШИНИ ПІХОТИ БМП-2 (БМП-1)

Під час роботи двигуна масло забруднюється частинками пилу та зносу деталей двигуна, продуктами неповного згорання та окислення. Будучи забрудненим, масло, призначене для зменшення тертя, саме починає прискорювати знос деталей, тому дуже важливо вчасно вловлювати і відокремлювати від масла сторонні домішки. Отже, для забезпечення безвідмовної роботи двигуна важливо мати постійний контроль як якості масла, так і стану агрегатів системи змащування. Для очищення масла двигуни забезпечуються масляними фільтрами. Зокрема, на бойовій машині піхоти БМП-2 (БМП-1) очищення масла здійснюється за допомогою відцентрового фільтра. Відцентрові апарати забезпечують достатню тонкість очищення масла та можливість їх неодноразового застосування. Під дією відцентрових сил механічні домішки в маслі відкидаються на стінки ротора фільтра і відкладаються на його поверхні.

Обсяг технічного обслуговування системи змащування двигуна передбачає обслуговування масляних фільтрів і заміну масла в системі в процесі експлуатації. Це викликає вирішення практичних експлуатаційних задач щодо керування періодичністю заміни масла в системі і контролю стану фільтрів та їх очищувальної спроможності. Дослідженнями доведено, що відсутність засобів оперативного контролю стану масла в системі змащування двигуна і фільтра призводить до несвоєчасного очищення ротора від відкладень та заміни масла в системі, що в подальшому впливає на зменшення ресурсу двигуна (за деякими дослідженнями – на 10-50%).

Періодичність заміни масла визначається залежністю якісних характеристик масла від напрацювання двигуна. Однієї з основних його характеристик, що є підставою для проведення його заміни в системі, - зміна в’язкості масла. Прийнято вважати, що збільшення в’язкості масла на 35% (якщо не враховувати зниження в’язкості масла у випадках потрапляння в нього палива або охолоджувальної рідини) є ознакою недоцільності його подальшого використання. Зміна в’язкості масла також впливає на ефективність його фільтрації.

Показником ефективної роботи відцентрового масляного фільтра є частота обертання ротора, яка для фільтра двигуна УТД-20 становить 6000-9000 об/хв. Зниження частоти обертання ротора пов’язане з накопиченням великої кількості відкладень на його стінках, збільшення в’язкості масла, зменшення внутрішнього перетину соплових отворів, зменшення тиску масла в системі або всередині ротора тощо.

Результати патентного пошуку і аналіз публікацій за зазначеними вище задачами виявили шляхи практичної реалізації удосконалення контролепридатності системи змащування двигуна:

- визначення періодичності обслуговування відцентрового масляного фільтра та заміни масла в системі за частотою обертання ротора фільтра, яка дистанційно вимірюється за допомогою індукційного датчика з джерелом імпульсів від гайок кріплення ротора;

- визначення періодичності обслуговування відцентрового масляного фільтра за товщиною відкладень на стінках кришки ротора фільтра, яка дистанційно вимірюється за допомогою електродів;

- визначення періодичності обслуговування відцентрового масляного фільтра за масою ротора фільтра, яка дистанційно вимірюється за допомогою тензодатчиків в корпусі фільтра.

Шевченко О.А.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ БАЗОВИХ ШАСІ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Автомобільні базові шасі (АБШ) є одними з найпоширеніших при створенні спеціальних та спеціалізованих колісних транспортних засобів (КТЗ) та інших зразків військової техніки для потреб усіх видів Збройних Сил (ЗС) України. На даний час на озброєнні знаходяться автомобілі різного функціонального призначення та різноманітна військова техніка, створені на базі широкої номенклатури АБШ різних виробників. Зрозуміло, що загальний рівень уніфікації АБШ надзвичайно низький, тому їх експлуатація суттєво ускладнена навіть у випадку відсутності активних бойових дій. Саме тому основними напрямами розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) на довгостроковий період стосовно автомобільної техніки (АТ) є: забезпечення військових частин (підрозділів) сучасними зразками АТ різного призначення, створеними на базі уніфікованих зразків із колісною формулою 4×4, 6×6, 8×8 з підвищеними характеристиками мобільності, прохідності, автономності, економічності та захищеності особового складу; створення спеціалізованих автомобілів для оснащення ними військових частин (підрозділів) ЗС України.

Різнотипність існуючих зразків АТ суперечить сучасним принципам розвитку ОВТ та не забезпечує однорідності зразків за рухомістю, захищеністю, негативно впливає на бойові можливості підрозділів, взаємодію сил та засобів у бою, маршові можливості, підготовку особового складу тощо. Крім того, ускладнюються питання планування, експлуатації, ремонту та оснащення військ. Поряд із цим, розроблення максимально уніфікованого сімейства АБШ на базі автомобільної платформи з єдиною агрегатною базою дозволить створити сучасні зразки АБШ, які відповідатимуть сучасним оперативно-тактичним вимогам і технічним характеристикам відповідно до їх функціонального призначення з метою подальшого виконання широкого спектра поставлених завдань. Під терміном “сімейство” розуміють створення модульної АБШ з єдиною агрегатною базою, на базі якої можна буде виготовляти різні за призначенням зразки.

На основі аналізу розглянутих напрямів проєктування АБШ, призначених для створення ОВТ різного функціонального призначення та формування їх типажу на відповідний період, можна зробити наступні висновки:

1. Найвищий рівень уніфікації АБШ забезпечує створення їх типорозмірних рядів на основі максимально уніфікованих модулів, принаймні основних складових – кабін, мостів усіх типів, коробок переміни передач тощо.

2. Створення модульно уніфікованих АБШ на основі застосування обмеженої номенклатури базових модулів їх трансмісій та ходових частин з різними колісними формулами 4×4, 6×6, 8×8 тощо забезпечує формування їх типажу з необхідними максимально допустимими повними масами.

3. Напрям застосування базових платформ видається доцільним при необхідності створення військової техніки зі специфічними технічними вимогами, які не можуть бути створені на базі модульно уніфікованих АБШ.

Наведені висновки та рекомендації сприятимуть осмисленому вибору фахівцями проєктних організацій та науково-дослідних установ Міністерства оборони України створення АБШ вже на стадіях формування тактико-технічних вимог до відповідного зразка озброєння і розроблення його пошуково-ескізних проєктів.

Шерихов І.В.
НУОУ

ОСНОВНІ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ рф ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Аналіз досвіду російсько-Української війни дозволяє зробити висновок про критичну важливість і постійне зростання значення систем ситуаційної обізнаності (ССО) для ведення сучасних бойових дій тактичного рівня. Війна стала каталізатором для впровадження, застосування та розвитку новітніх технологій у сфері ССО, зокрема масоване застосування БпЛА, засобів РЕБ та захисту інформації. З початку повномасштабного вторгнення в Україну в лютому 2022 року російська армія постійно використовує на тактичному рівні кілька ССО, що намагається удосконалювати за результатами виконання бойових завдань.

Для забезпечення СО та управління діями підрозділів в ланці відділення-взвод-рота використовується комплекс розвідки, управління та зв'язку (КРУС) “Стрілець-М” мобільний комплекс АСУ військами **“**Акація-М” був розроблений для забезпечення управління військами в ланці “батальйон - полк (бригада) -дивізія”. Артилерійські частини та підрозділи для оперативного отримання координати цілей та визначення даних для стрільби використовують АСУ вогнем, такі як “Планшет-А”. Найважливішим джерелом відомостей для ситуаційної обізнаності, незважаючи на протидію з боку українських засобів ППО та РЕБ є безпілотні літальні апарати (БпЛА) різних типів.

Застосування російських ССО в Україні під час РУВ виявило низку серйозних проблем та обмежень, які значно вплинули на ефективність управління військами, їх здатність швидко адаптуватися до мінливої бойової обстановки та досягнення ворогом поставлених цілей, зокрема:

- недостатня інтеграція та сумісність різних систем – різні підсистеми часто працювати ізольовано, ускладнюючи обмін інформацією між різними родами військ та рівнями управління, використання несумісного програмного забезпечення ускладнювало створення єдиного інформаційного простору та обмін даними в реальному часі;
- недостатній розвиток технологій обробки та аналізу даних – надання великого обсягу неструктурованої інформації, що збільшувало час її обробки;
- вразливість до засобів РЕБ ЗСУ та кібератак – ускладнений обмін, витоки інформації, спотворення даних або виведення систем з ладу, придушення каналів управління, навігації та передавання даних;
- залежність від джерел живлення.

Виявлені недоліки, особливо в частині стійкості до РЕБ та ефективності обробки великих обсягів даних, ймовірно, стануть ключовими напрямами для подальшого розвитку ССО рф. Найбільш імовірними напрямами удосконалення російських ССО можуть бути наступні:

- покращення обміну даними між різними інстанціями управління та сусідніми підрозділами, інтеграції з малими тактичними БпЛА, сенсорами, датчиками та іншими джерелами інформації;
- підвищення стійкості до засобів РЕБ;
- розширення функціональних можливостей, розвиток за модульним принципом для адаптації до потреб конкретного підрозділу та бойового завдання;
- покращення інтерфейсу користувача, використання AR-технологій, розвиток засобів обробки та аналізу даних впровадження для цього елементів штучного інтелекту;
- підвищення енергоефективності та ергономічності.

Шинкар Є.В.
Зварич А.Я.
НАСВ

УДОСКОНАЛЕННЯ ДОДАТКОВОГО АНТИДРОНОВОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ ВІД FPV-ДРОНІВ

Фіксування суттєвого збільшення кількості використання ворогом FPV-дронів вимагає негайного вжиття дієвих заходів, які сприятимуть підвищенню ефективності протидії таким дронам, забезпечать системну протидію цьому виду зброї як зараз, так і в подальшому.

Ураження танків на сучасному полі бою свідчить, що ворог для ураження танків застосовує вже не ПТРК, а FPV-дрони та дрони зі скидами.

Досвід використання танків Leopard 1A5 показує, що всі танки були вражені за допомогою FPV-дронів при супроводженні їх розвідувальними дронами. Так, практика застосування зазначених танків показала, що в разі їх виявлення противником з повітря одразу підіймається FPV-дрон з осколково-фугасним боєприпасом, який керується на оптоволокні, його основна задача – нанести ураження в область башти танка (мангала), щоб нанести ураження засобам РЕБ, що встановлені на башті.

Після ураження засобу РЕБ ворог задіює свої FPV-дрони (звичайні, без використання оптоволокна) з кумулятивною бойовою частиною, задача яких – зупинити танк, нанести йому критичне пошкодження моторно-трансмісійної частини.

В разі коли танк уражається противником, то далі починається «добивання», коли декілька FPV-дронів починають наносити ураження в башту з метою здійснення детонації боєкомплекту танка. Після ураження двигуна та зупинки танка, ворог задіює дрони з кумулятивними скидами, що, в свою чергу, фатально для танка в разі, якщо екіпаж при евакуації не закриває люки.

Також варто зазначити, що вже встановлені на танк засоби: мангали, сітки показали себе дуже ефективно, бо непоодинокі випадки влучань FPV-дронів в ці засоби додаткового захисту не наносили пошкоджень танка та екіпажу, не зупиняли виконання завдань. Також ефективно показала себе система під назвою «їжак», а саме наварювання на корпус танка труб, всередину яких вварюються пучки арматури (діаметром 16 – 18 мм), які спрямовані вверх з розгалуженням. Це дозволяє ззовні на висоті до 1,5 м захистити корпус танка. Для спрямування вибухової хвилі назовні додатково встановлюють міни ТМ-62. На відміну від захисту типу мангал вага всієї конструкції є значно легшою, що дозволяє двигуну працювати в ощадливішому режимі. При цьому двигун танка охолоджується відповідно до своїх робочих характеристик, без додаткового навантаження.

Дуже важливу роль відіграє наявність на танках засобів РЕБ, збільшення їх кількості, додаткове навчання екіпажів танків їх використання, додаткове супроводження та прикриття танків підрозділами РЕБ, антидроновими групами.

Доцільно відмітити, що універсального вирішення проблеми масового застосування FPV-дронів противником немає. Важливо зазначити, що найкращий захист для танків – це мінімальне їх перебування в зоні ураження ворожих FPV-дронів та забезпечення ефективної взаємодії та комплексного їх прикриття.

Яриш І.Ю.
Кузьменко В.О.
Ярмоленко М.В., канд. фіз.-мат. наук, доц.
ДНДІ ВС ОВТ

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАГРІВАЛЬНОГО ДРОТУ ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ НА ОПТОВОЛОКНІ

В ході ведення активних бойових дій в Україні гостро постає питання щодо забезпечення живучості військ, що включає аспекти фізичного захисту особового складу, озброєння, матеріальних засобів та інших важливих об’єктів від дії зброї противника. Це, зокрема, мінімізація потенційних ризиків будь-яких атак, пов’язаних із застосуванням сучасних безпілотних літальних апаратів (БпЛА або FPV-дрони) на оптоволокні.

В доповіді запропоновано впровадження методу використання нагрівального дроту (зигзагоподібної сітки), здатної перерізати оптоволокно FPV-дрона під час польоту.

Оптичне волокно – це скляна нитка діаметром близько 0,01 мм, вкрита шаром пластику товщиною близько 0,05 мм. Пластик починає горіти при температурі близько 300 ^{o}C, а скло, як аморфна речовина, починає розм’якшуватись при температурі близько 500 ^{o}C. Під дією власної ваги оптоволокно перегинається, розтягується і, врешті решт, розривається.

Відповідні розрахунки підтверджують можливість передавання оптичного сигналу після того, як шар пластику повністю згорить. Це явище пояснюється законом повного внутрішнього відбивання у скляній нитці. Оптичний сигнал, хоч і значно спотворений, також продовжує проходити у скляній нитці після того, як вона починає розтягуватись при температурі близько 600 ^{o}C. Отже, оптичне волокно має бути нагріте до температури близько 900 ^{o}C.

Для розрахунків обрано резервне джерело живлення потужністю 2000 Вт та напругою 220 В. Загальна довжина ніхромового дроту в зигзагоподібній сітці має бути близько 40 м. Обчислили діаметр, масу, опір та теплоємність ніхромового дроту: d=1,45 мм, m=0,37 кг, R(20 ^{o}C) = 36 Ом, R(1000 ^{o}C) = 45 Ом, C=mc=167 Дж/^{o}C. Потужність у процесі нагрівання зменшується вдвічі внаслідок збільшення опору ніхромового дроту: P(1000 ^{o}C)=1080 Вт.

Обчислили кінетику нагрівання дроту з одночасним відведенням теплоти в навколишнє повітря: T(t=7 c) = 100 ^{o}C, T(t=17 c) = 200 ^{o}C, T(t=28 c) = 300 ^{o}C, T(t=40 c) = 400 ^{o}C, T(t=55 c) = 500 ^{o}C, T(t=120 c) =800 ^{o}C, T(t=180 c)=900 ^{o}C. Тобто за 3 хвилини зигзагоподібна сітка нагріється до потрібної температури, яка далі буде повільно підвищуватись до 1000 ^{o}C. При такій температурі встановлюється динамічна рівновага між кількістю теплоти, що виділяється внаслідок проходження електричного струму, і кількістю теплоти, що надходить у довкілля.

Дріт пропонуємо кріпити у мідних або латунних затискачах, температура плавлення яких перевищує 1000 ^{o}C.

Додаткове обладнання**:** ІЧ-камери / датчики руху – для автоматичного виявлення дрона; радіочастотний сканер – для фіксації двигунів FPV-дрона.

Зроблений аналіз методичних підходів щодо вирішення завдання захисту від дії FPV-дронів на оптоволокні вказує на те, що для ефективного захисту можливо встановлювати нагрівальні сітки в тунелях, окопах, між будівлями, у вузьких проходах, де FPV- дрон не має можливості для маневру.

Баган В.Р.
НАСВ
Білокур М.О., канд. техн. наук
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Мельник Б.О., канд. техн. наук
Сенаторов В.М., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ЗМЕНШЕННЯ СИГНАТУРИ БОЙОВОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЗАХИЩЕНОСТІ

У результаті надходження міжнародної технічної допомоги ЗСУ укомплектовуються бойовими машинами (БМ), які мають багатоцільове призначення та характеризуються високим рівнем сучасних бойових властивостей, а саме: високою вогневою потужністю, рухомістю і командною керованістю, захищеністю та живучістю.

В свою чергу, з*ахищеність та живучість* БМ характеризуються наявністю комбінованої системи захисту, до складу якої входять: пасивна броня, вбудований динамічний та активний захист, а також комплекс інших систем, засобів та пристроїв, які забезпечують протидію сучасним протитанковим та вогневим засобам ураження, хімічним та бактеріологічним засобам, а також факторам ядерного вибуху. При цьому *живучість* БМ складають її наступні властивості: надійність, рухливість, захищеність, статична та динамічна стійкість, автономність, ремонтопридатність, скритність. Останнє полягає в зменшенні ознак наявності БМ і досягається в т.ч. зменшенням сигнатури самої БМ (акустична, теплова, оптична та радіолокаційна помітність) та її пошуково-прицільної системи (лазерне випромінювання при визначенні тракторних ознак цілі).

У доповіді оприлюднені методи визначення траєкторних ознак засобів повітряного нападу (ЗПН), які необхідні при вирішенні задачі їх нищення, і при цьому виключають необхідність постійного опромінювання цілі, тим самим зменшуючи сигнатуру БМ.

Розглянуто **метод дискретних засічок**. При цьому методі лазерний далекомір вимірює дальність до цілі у визначені часові інтервали. За умови, що координати цілі в будь-який момент часу повинні задовольняти одній з прийнятих гіпотез руху ЗПН, визначаються значення їхніх траєкторних ознак.

Запропоновано **напівактивний метод** (з одноразовим використанням лазерного далекоміра). При тривалому спостереженні за рухом ЗПН і виявленні, що він рухається без зміни висоти, можливий напівактивний метод визначення швидкості та курсового кута цілі.

В оптичних методах вимірюванні часто використовується **пасивний метод** − «з базою на далекомірі», при якому визначення дальності здійснюється шляхом вимірювання одного з елементів далекомірного трикутника, однією із сторін якого є шукана дистанція до цілі при відомій другій стороні − базі (дистанції між точками вимірювання).

За певних умов і враховуючи те, що сучасні БМ характеризуються командною керованістю, наприклад, при знаходженні підрозділу нерухомих БМ у засідці в межах прямої видимості та повній боєготовності, в якості такої бази може використовуватись дистанція між командирською та рядовою БМ. Для цього обидві БМ мають бути споряджені топографічними прив'язниками для визначення дистанції (бази) між бойовими машинами і візирними системами на турелі з можливістю одночасного вимірювання кутового положення ліній візування цілі.

В інших умовах, наприклад, при знаходженні підрозділу БМ на марші в колоні на відкритій місцевості в умовах можливого нападу ЗПН, за малий час (до 5 с) обидві БМ перемістяться на відстань до 41,5 м. У такому разі в якості бази також може використовуватись дистанція між командирською і рядовою БМ. Для цього обидві БМ мають бути споряджені засобами для визначення дистанції між БМ, а також візирними системами на турелі з можливістю приведення систем координат турелей до єдиної системи координат та з можливістю одночасного вимірювання кутового положення ліній візування цілі.

Баган В.Р.
НАСВ
Глазкова С.В., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ БОЙОВИХ МАШИН У рф

Для захисту бойових машин (БМ) від засобів повітряного нападу (ЗПН) збройні сили рф використовують як методи, розроблені ще в часи СРСР, так і новітні методи, що реалізуються сучасною елементною базою російської промисловості. До останнього часу практично на більшості зразків бронетанкової техніки використовувались ракурсні приціли, а в якості засобів ураження – крупнокаліберні 12,7-мм кулемети на танках Т-72, Т-80, Т-90, автоматичні пушки 2А72 на бойових машинах піхоти БМП-2, БМП-3.

В останні роки в рф окрім впровадження безпосередніх способів підвищення захищеності БМ − підвищення якості динамічного і броньового захисту, що характеризуються удосконаленням броньової конструкції в цілому, покращанням рішень компоновки, впровадженням нових типів комбінованої броні і т.п., активно розробляються різні методи і системи підвищення виживання зразків бронетанкової техніки, що відносяться до активного і пасивного захисту.

Ведуться розробки щодо підвищення захищеності засобами неконтактної дії або пасивного захисту. В якості основних проблем захисту російські фахівці вважають високоточну зброю противника, слабкий захист верхніх проєкцій танків, незахищеність від кінетичних боєприпасів і боєприпастів з боєчастиною типу «ударне ядро». Широка номенклатура і різноманітність систем наведення протитанкових засобів ускладнює створення ефективного комплексу неконтактного захисту. А оснащення танків комплексом індивідуального захисту стає затратним. Особливо це актуально для легкоброньованих машин, враховуючи більш жорсткі вимоги до маси і габариту, маневреності, плавучості.

Для пасивного захисту в рф створюються комплекси оптико-електронної протидії різного принципу побудови, ведуться роботи зі зниження помітності БМ: постановка димових і аерозольних

завад; створення фізико-хімічних сумішей, що містять фосфорні наповнювальні нитки, що діють у широкому діапазоні хвиль; розробляються радіопоглинаючі покриття для широкого діапазону спектра; впроваджується оптимізація архітектури БМ та екранізація найбільш нагрітих елементів. Для виводу з ладу оптико-електронних систем противника росіяни впроваджують високоенергетичні лазери, лазерні далекоміри з меншою потужністю випромінювання на шкоду вимірювання великої дальності.

Удосконалення російських комплексів активного захисту характеризується розширенням зон виявлення і ураження цілей, збільшенням швидкості антиракет, підвищенням точності, зменшенням часу реакції і маси комплексів активного захисту. Спостерігається інтеграція комплексів активного і пасивного захисту в єдину систему протидії. Пропонуються засоби, основані на комбінуванні вогню і маневру при ухиленні БМ від нападу з повітря.

Спеціалісти АТ «КБП» (м. Тула) вважають важливим напрямом захищеності легкобронюваної техніки підсилення її зенітних якостей за рахунок використання основної зброї для відбиття атак ЗПН, особливо БпЛА.

У доповіді також дано аналіз способів стрільби БМ рф по ЗПН на основі аналізу патентів рф за період 1997−2020 рр. (№№ 2218544 С2, 2444693 С2, 2366886 С2, 2087831 С2, 2087832 С2, 2133432 С2, 2138757 С1, 2172463 С1, 2217684 С2, 2234044 С2, 2234045 С2, 2243482 С1, 2243483 С1, 2247298 С1, 2290594 С2, 2310152 С1, 2310152 С1, 2499218 С1, 2522473 С1, 2529241 С1, 2555643 С1, 2571530 С1, 2659464 С1, 2677705 С2, 2692844 С1).

На нашу думку, доповідь буде корисна як вітчизняним виробникам озброєння, так і операторам Сил безпілотних систем України, що його використовують.

Borusyuk N.V.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

THE ROLE OF TECHNOLOGY IN MDMP OF TACTICAL COMMANDERS IN MODERN WARFARE

The full-scale armed aggression of the russian federation against Ukraine has actualized the issue of improving the systems of situational awareness and objective control of tactical commanders. In the course of hostilities, the examples of the defense of Bakhmut, Avdiivka and during the counteroffensive actions of the Ukrainian Defense Forces in the fall of 2023 clearly demonstrate the crucial role of high-quality collection, processing and transmission of information to ensure effective command decisions.

In the context of high saturation of the battlefield with enemy electronic warfare, reconnaissance drones and artillery, the Armed Forces of Ukraine actively use network-centric approaches, in particular, automated systems such as Kropyva and Delta, which provide tactical commanders with real-time information synchronization.

The experience of using UAVs for situational awareness has demonstrated high efficiency when interacting with artillery control systems, allowing to reduce the “detection-destruction” cycle to 1-3 minutes. At the same time, the lack of a centralized system of objective control in some units leads to a loss of data relevance, duplication of targets, and significant errors in coordination, which affects the overall effectiveness of combat missions.

The task of introducing unified intelligence systems using AI to filter the mass of intelligence information, automate the identification and study of priority targets, and predict further enemy actions is also relevant. The key is to introduce objective control systems, in particular, to record combat operations in digital format for analysis, correction of tactics and an updated system of personnel training.

A systematic approach to the development and implementation of such technologies will significantly reduce the decision-making time of tactical commanders, reduce personnel losses due to the rapid decision-making by commanders and increase the efficiency of management in the dynamics of modern combat.

Kulachenko K.S.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

USING NIGHT VISION DEVICES AT THE FRONTLINE

A night vision device (NVD) is an optical device used to obtain a visible image and objects in the dark. It is designed to detect, recognize and observe targets in low light conditions. How it works: the light from the captured UXOs enters the photocathode or other amplifier, where it is processed. Then it enters the eyepiece module, where users can see a familiar image on the CRT screen or micro display, in the case of digital devices. They can be: night vision goggles; monoculars; night vision binoculars; sights for weapons. Advantages: the ability to see in low light or complete darkness; a variety of models and types, which allows you to choose the most suitable device for specific tasks; improved safety and efficiency in various fields of activity. Limitations: sensitivity to bright light sources, which can lead to temporary blinding of the device; high cost of some models, especially the latest generations; the need for constant maintenance and proper storage to ensure a long service life.

The use of night vision devices has provided the Ukrainian military with a number of critical advantages: 1) round-the-clock reconnaissance - the ability to detect and track enemy movements around the clock has significantly improved situational awareness. Military units can effectively plan operations and respond to threats regardless of the time of day; 2) thermal imaging equipment helps to increase the effectiveness of defense, which allows detecting enemy sabotage and reconnaissance groups at a considerable distance, which has significantly increased the effectiveness of protecting positions and critical infrastructure. The enemy can no longer use darkness as a natural camouflage; 3) the accuracy of target destruction is achieved through the integration of night vision devices and thermal imagers into weapon guidance systems, which has allowed for precision strikes at night. This is especially important for artillery and sniper units. The widespread use of night vision technologies has led to significant changes in military tactics. First of all, this is a rejection of the traditional “day mode” - combat operations are now conducted with the same intensity both during the day and at night, in addition to: increasing the importance of camouflage from thermal radiation; development of new methods to counteract thermal imaging surveillance; and the growing role of small mobile groups that can operate autonomously at night.

The availability of night vision technologies has also had a significant impact on the psychological state of the military: increased confidence in night operations; reduced stress from uncertainty in the dark; increased psychological pressure on the enemy due to the awareness of constant surveillance.

Their widespread use in Ukraine has demonstrated that superior night surveillance capabilities are often a decisive factor in the success of military operations. Further development of these technologies is likely to further enhance their role in future conflicts.

Melnyk M.M.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF IFV

To achieve the development of military equipment, it is necessary to be able to use it effectively, therefore, to achieve high efficiency of the use of military equipment in combat operations, it is necessary to constantly support the training of specialists. The experience of modern local wars (conflicts and operations) shows that the development and training of qualified personnel plays a significant role in achieving the war's goals. High efficiency in the use of military equipment cannot be achieved without maintaining a high level of skills and abilities of specialists.

In order to develop the armament of mechanized and tank troops, it is necessary, first of all, to modernize and improve the equipment that is currently in constant use and in service According to military experts, in a modern general battle, a tank without infantry support will last no more than 2-3 minutes, and

effective interaction of mechanized and tank units on the battlefield is ensured by infantry fighting vehicles (IFVs). In connection with the above, experts are concerned about the question: what are the prospects for the development of infantry fighting vehicles? It is possible to trace a steady trend towards increasing the level of protection and survivability of vehicles of this class. These parameters are often preferred over other indicators. A high degree of armor protection will ensure that the main task of the IFV is actually fulfilled - the ability of infantry to move in a single combat formation with tanks in various combat conditions. Increasing the protection of IFVs is likely to be achieved through the introduction of new types of combined armor, modular armor protection, removal of secondary equipment elements to the sides, etc.

Obviously, interest in plastics and ceramics will continue. Work in this area has been underway for several decades. In the United States, a plastic turret for lightweight combat vehicles was tested on the eve of World War II. Nowadays, composite materials are used to armor a wide range of combat vehicles, but all-plastic or ceramic hulls and turrets are not yet out of the experimental stage. Indirect protection, i.e., reducing the likelihood of striking elements hitting the vehicle, will be provided not so much by reducing the silhouette as by improving camouflage means, reducing visibility for optical, thermal imaging and radar detection means. For this purpose, a special coating in the form of a layer of paint or overlay plates that absorb (scatter) thermal and radio radiation can be used.

The rapid development of modern weapons indicates a significant increase in their effectiveness in dealing with combat damage to infantry fighting vehicles. The main directions of increasing the stability of armor protection are the use of combined and spaced reservations based on new, non-traditional materials (ceramics, fiberglass, polyester resin, composite materials, aluminum and titanium alloys, etc.).

The implementation of new non-traditional methods of protecting vehicles of this class will provide the necessary level of stability of the IFV armor protection from modern weapons, especially from melee weapons. Regarding proposals for the development of military equipment, it is necessary to be in constant interaction with the countries of the world that will be ready to assist in the modernization of design issues in the development of new models of equipment, combat modules, etc. And do not forget that without decent training and training of worthy personnel there is no effectiveness of the equipment itself.

Metyk N.O.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

MODERNIZATION OF DOMESTIC ARMORED VEHICLES

In the context of modern warfare, it is necessary to improve equipment because it plays a significant role in modern warfare. One of the areas of modernization is to strengthen armor protection to take into account new types of ammunition, including cumulative and thermobaric ammunition, as well as strike UAVs.

Ways to strengthen: 1) installation of dynamic protection “Nizh”, “Dublet” (these are Ukrainian developments aimed at increasing the survivability of vehicles and crew); 2) introduction of active protection systems “Zaslin” (a complex designed to protect combat vehicles from thin-walled anti-tank weapons, including anti-tank guided missiles and anti-tank grenades, cumulative destruction means, as well as to intercept guided missiles and rockets); 3) additional armor - composite armor, anti-drone netting, anti-RPG mesh screens, armor plates; 4) modernization of weapons (replacement of old guns with modern ones, BMP-2 with 2A42 gun, its Ukrainian counterpart is ZTM-2 gun); 5) use of guided missiles; 6) introduction of a fire control system (FCS); 7) installation of combat modules (“Hrim” is a combat module with remote weapons for light armored combat vehicles, designed to destroy manpower, combat armored vehicles, firing points and low-flying, low-speed enemy targets).

Modernizing equipment can significantly reduce costs compared to buying new equipment, while bringing it closer to the characteristics of modern models. It is possible to improve not only the equipment that is waiting for its time at the storage base, but also the equipment that has already been on the battlefield. Disassembling the tank will help to understand which elements are worn or deformed, and accordingly, to improve them. Then version 2.0 will serve much longer.

Foreign specialists are being brought to Ukraine to modernize. The idea is to attract Western companies that can maintain Soviet-era equipment. Most of this equipment has not been modernized for a long time, and some of it needs major repairs. This will meet the need to develop new models and modernize existing weapons, military and special equipment. This will help strengthen Ukraine's defense capabilities.

In conclusion, modernization of equipment can significantly improve the combat performance of outdated weapons without resorting to a complete rearmament, which is economically viable and strategically feasible. Improvements in defense and armament systems ensure their effective use in a modern high-tech battlefield. Thus, the modernization of armored vehicles not only extends their service life, but also helps to adapt to new threats and challenges, while maintaining military superiority and combat effectiveness.

Rudkovskyi O.M.
Livinska Y.H. PhD
National Army Academy

ASSAULT OPERATIONS: SPECIFICS OF PREPARING THE LETHAL SYSTEM OF INFANTRY COMBAT UNITS FOR CLOSE QUARTERS BATTLE

Modern warfare is characterized by the constant shift of control over positions. Dominant heights and trenches often change hands between the Armed Forces of Ukraine and the enemy, requiring repeated assaults to seize and clear positions.

Experience shows that in the overall assault strategy, direct involvement of personnel as the sole means of neutralizing the enemy should be minimized. Priority must be given to remote methods: employment of engineering munitions, specialized devices, and support from armored vehicles (particularly tanks). If such support is not available, infantry units must be meticulously trained and equipped accordingly.

The fundamental principles of infantry combat capability are “fire and movement.” Even a small unit (3-6 personnel) must be capable of maneuvering, engaging targets, and maintaining communication. Reliable communication is critical, even between two soldiers. All communication systems must be tested during pre-mission preparation and immediately before deployment.

Preparation of weapons and lethality systems:

ALL weapons must be technically serviceable, cleaned, lubricated, and zeroed.

Cleaning and maintenance kits must be available for field use.

Ammunition must be complete, undamaged, and ready for use.

Optics and night sights must be aligned and have spare batteries available.

In close quarters (especially trench) combat, fire is typically instinctive rather than aimed – reflexive shooting replaces precision. Red dot sights are not essential.

For close combat, it is preferable to use short-barreled automatic weapons or those with folding stocks (AKSU, RPKS, "Fort-224", "Malyuk", "Vepr") and a sidearm as a backup (PM, APS, "Fort-12/14T/17"). A pump-action shotgun may also be useful.

Hand grenades must be prepared in advance, though safety levers must not be prematurely bent. It is essential to understand the timing differences: RG-42, RGD-5, F-1 (delay 4.2–4.5 s) vs. RGN, RGO – immediate action.

Equipment:

Uniform, body armor, and camouflage must match mission requirements.

Load out must be arranged for quick access during combat.

All small arms must be night-capable - equipped with night vision or thermal sights.

Thorough preparation of personnel, weapons, and gear significantly increases the likelihood of successful assault operations with minimal losses.

Silka N.A.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

USE OF COMBAT VEHICLES AND WEAPONS IN MODERN WARFARE

Mechanized and tank forces play a decisive role in modern armed conflicts; therefore, their weapons and military equipment are constantly evolving. Currently, the main types of weaponry include tanks of various modifications (e.g., T-64, T-72, T-80, T-90), infantry fighting vehicles (BMP-1, BMP-2, BMP-3), armored personnel carriers (BTR-80, BTR-82A), and other specialized equipment. An analysis of these models shows that most of them are modernized versions of Soviet designs, although there are also modern Ukrainian developments, such as the "Oplot" tank.

A comparison of their technical characteristics with foreign analogues-such as the German Leopard 2, the American Abrams M1, and the Israeli Merkava-demonstrates that Ukrainian equipment has both advantages and disadvantages. The advantages include relative simplicity in operation and maintenance, as well as lower cost. The disadvantages lie in less advanced fire control systems, protection, and communication. Innovative technologies, such as digital control systems, new armor materials, and modern communication systems, significantly impact the modernization process, enhancing combat capabilities and efficiency.

In the field of weapons and military equipment development, clear trends toward automation and robotization can be observed. The development of automated control systems and combat platforms allows for a significant increase in decision-making speed and coordination on the battlefield. The introduction of artificial intelligence and robotics into tanks and mechanized vehicles enables the creation of combat systems capable of operating autonomously or with minimal human involvement. For instance, robotic systems for reconnaissance, demining, and fire support are being developed.

Improving armor, mobility, and firepower remains a priority direction. New composite materials for armor are being developed, providing enhanced protection against modern anti-tank weapons. Additionally, work is underway to create more powerful and effective guns and missile systems. An important aspect is the improvement of mobility, achieved through new engines and chassis designs.

The development of fully autonomous combat vehicles, such as reconnaissance and sapper robots, aims to reduce risks to soldiers in active combat zones. These platforms, equipped with artificial intelligence, can be used for terrain reconnaissance, ammunition transport, and fire support, minimizing human casualties and increasing operational effectiveness.

The use of nanotechnology and composite materials contributes to the creation of ultra-strong and lightweight armor capable of withstanding hits from modern anti-tank guided missiles (ATGMs) and shaped-charge munitions. Materials such as ceramic composites and carbon nanotubes significantly increase the survivability of equipment on the battlefield while maintaining its maneuverability and speed, which are critically important in modern combat conditions.

The implementation of laser and microwave systems for countering unmanned aerial vehicles (UAVs) and precision-guided missiles provides rapid and effective engagement of aerial targets at short and medium ranges. Directed-energy weapons offer high accuracy, minimal response time, and the ability to neutralize swarms of drones, greatly enhancing the defense capabilities of mechanized and tank units.

Sorokatyi M.I., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
Velychko L.D., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
Bilash O.V., Ph.D of Economics, Assoc. Prof.
NASV

TRAINING OF TACTICAL-LEVEL COMMANDERS UNDER CONDITIONS OF INFORMATION OVERLOAD: A SIMULATION-BASED APPROACH

Information overload constitutes one of the most significant challenges to effective decision-making by tactical-level commanders in contemporary combat operations. The continuous influx of data from multiple, often unstructured, sources in real time may lead to cognitive saturation, reduced situational awareness,

misinterpretation of the operational environment, or delays in executing critical responses. In this context, the application of simulation-based methodologies to the training of command personnel is of particular relevance.

Simulation platforms realistically replicate combat scenarios characterized by a high degree of informational complexity within a controlled environment. These include multi-source communication flows, dynamic threat evolution, and strict time constraints for decision-making. Training under such conditions fosters not only the development of technical proficiency but also the enhancement of cognitive resilience, stress tolerance, and operational adaptability.

Scenario design should incorporate rapidly shifting tactical conditions, psychological stressors, and the requirement to operate effectively under ambiguous, incomplete, or contradictory information. Performance assessment metrics may include decision latency, forecast accuracy, task prioritization under pressure, and consistency of command execution.

Importantly, simulation-based training enables the modeling of both individual and team-based decision environments, including subordinate interaction, decentralized command dynamics, and post-action performance analysis. The use of adaptive simulation technologies also facilitates the personalization of training loads according to the cognitive profile of the trainee.

In conclusion, training tactical-level commanders under conditions of information overload through advanced simulation tools significantly enhances their ability to process data rapidly, make informed decisions in high-pressure environments, and maintain command effectiveness and psychological stability under battlefield conditions. Given the accelerating tempo and complexity of modern warfare, this approach should become an integral component of professional military education and operational readiness programs.

Stratiichuk I.O.
NGU National Academy

METHOD FOR DEPLOYING SYSTEMS TO NEUTRALIZE RADIO-CONTROLLED MUNITIONS ON ARMORED VEHICLES OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

The active use of kamikaze drones and radio-controlled explosive devices (RCEDs) by the enemy in combat zones poses a serious threat to the personnel and equipment of mobile units of the National Guard of Ukraine. This problem requires a comprehensive approach to the protection of armored vehicles (AV), ensuring both mobility and operational security during missions.

The purpose of this report is to present an improved method for deploying RCED neutralization systems on AVs of the National Guard of Ukraine.

Five key directions for development are proposed:

Integration of intelligent electronic warfare (EW) systems.

This involves implementing automated EW systems capable not only of signal suppression, but also of recognizing threat types, analyzing signal structures, and adapting in real time to changes in the electromagnetic spectrum. The use of machine learning algorithms will enhance threat detection efficiency based on accumulated data. The intelligent system must determine the type of suppression (broadband or selective), emission power, and antenna directionality.

Use of external sensor sources and UAVs.

This direction aims to establish a unified information space for detecting electromagnetic threats. Stationary or portable sensors, along with UAVs equipped with radio-monitoring functions, should transmit data on frequency ranges, signal sources, and propagation directions to onboard EW systems. This enables the creation of a spatial electronic threat map and real-time adjustment of EW settings.

Adaptive spectral masking.

This direction moves away from energy-intensive broadband jamming, which interferes with friendly communication systems. It is proposed to use phased array antennas or electronically scanned antennas to generate narrow directional jamming patterns. The systems should identify the direction of the threat source and focus suppression exclusively in that direction.

Feedback and self-adaptation.

Implementing feedback mechanisms allows for dynamic evaluation of jamming effectiveness. When an RCED remains functional or suppression fails, the system should modify its configuration or switch to an

alternative operational mode. Additionally, adaptive models based on artificial intelligence may be used to learn from past outcomes and enhance performance.

Collective protection at the unit level.

This direction involves the interaction of multiple EW systems within a unified network environment. Coordinated actions avoid jamming overlap, spectrum overload, and mutual interference. A data exchange system between platforms is required to distribute tasks and optimize jamming zones. A distributed intelligence framework will enable optimal suppression configurations based on the overall tactical situation.

The proposed methodology envisions the creation of a multi-layered protection architecture for NGU armored units against RCED threats, through the combination of intelligent analysis, sensor integration, and networked coordination. Further research will focus on experimental verification of these solutions in simulated tactical environments.

Zaiets Y., K.t.W. L.B.
Davidenko S., K.t.W. A.P.
Batyschtschewa H.
NHPSA

ANWENDUNG VON “MASCHINENSEHEN” AUF FPV-DROHNEN

Die Entwicklung von Innovationen im Verteidigungsbereich unter Einsatz von künstlicher Intelligenz, Maschinensehen und anderen Technologien, die es den Drohnen ermöglichen, die Ziele auf dem Schlachtfeld ohne Piloten zu erreichen und in Gebieten, die mit starken Funkstörungen effektiv zu bleiben, ist einer der wichtigsten Arbeitsbereiche im Bereich der Steigerung der Kampffähigkeiten unbemannter Systeme der ukrainischen Verteidigungskräfte.

In der gegenwärtigen Phase des russisch-ukrainischen Krieges setzen beide Seiten auf dem Schlachtfeld zunehmend FPV-Drohnen mit Bildverarbeitungstechnologie ein.

Das Maschinensehen ist ein Algorithmus, der die Funktion der Erfassung und Verfolgung eines Objekts umsetzt, aber noch kein vollwertiger Komplex mit eigenständiger Objekterkennung ist. Er ermöglicht es der Drohne, ihre Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Objekt zu richten und es selbständig zu verfolgen, auch wenn sie den Kontakt zum Bediener verloren hat.

Diese Aktualisierungen erhöhen zwar die Kosten der FPV-Drohne, erweitern aber ihre Kampffähigkeiten erheblich.

Diese Funktionalität ermöglicht es, zwei Hauptprobleme zu lösen, um die Effektivität von FPV-Drohnen auf dem Schlachtfeld zu erhöhen:

Das erste ist eine deutliche Verringerung der Abhängigkeit der Fähigkeiten des Bedieners vom Ergebnis des Einsatzes einer FPV-Drohne, das heute weitgehend durch das Können des Bedieners bestimmt wird, der die Drohne vom Zeitpunkt des Starts bis zum Treffer steuert.

Die zweite ist die tatsächliche Nivellierung der elektronischen Kriegsführungssysteme und

-mittel, insbesondere der Grabensysteme, die eine relativ geringe Leistung und eine begrenzte Reichweite verfügen und daher die größte Wirkung auf die Drohne haben, wenn sie sich dem Ziel nähert.

Generell löst die maschinelle Bildverarbeitung das Hauptproblem, eine FPV-Drohne im Terminalbereich zu fliegen, bevor sie das Ziel trifft.

Auch erfahrene Piloten sind nicht erforderlich. Solche aktualisierten FPV-Drohnen können von Piloten mit weniger Erfahrung und geringerem Können gesteuert werden, da die komplexesten Manöver – das Annähern und Treffen eines Ziels – nicht erforderlich sind.

Zu den Vorteilen von Drohnen mit maschinellem Sehen und automatischer Zielerfassung gehören außerdem eine bessere Leistung gegen bewegliche Ziele und eine größere mögliche Einsatzreichweite dieser Waffen.

Der Einsatz von Bildverarbeitungssystemen in Drohnen wird es den ukrainischen Verteidigungskräften ermöglichen, den Feind sicherer und in größerem Umfang zu vernichten.

Da die russischen Streitkräfte bereits aktiv Drohnen mit “maschinellem Sehen” auf dem Schlachtfeld einsetzen, ist die dynamischste staatliche Unterstützung für einheimische Entwickler und Hersteller erforderlich, wobei systematische Ansätze und Direktinvestitionen berücksichtigt werden müssen. Wer diese Technologie als Erster einsetzt, hat einen erheblichen Vorteil.

СЕКЦІЯ 2
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Авілов А.І.
Грічанюк О.М., канд. техн. наук
Борисенко М.В., канд. техн. наук, ст. досл.
ХНУПС

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНОГО ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РОЮ БпЛА

Сучасні військові конфлікти, такі як російсько-Українська війна, демонструють зростаючу роль безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Особливу ефективність в подальшому розвитку застосування БпЛА на полі бою будуть показувати технології децентралізованих ударних роїв БпЛА – груп автономних БпЛА-агентів, здатних координуватися без жорсткого централізованого управління. Така методика дозволяє проводити масовані атаки, подолати системи ППО противника та мінімізувати втрати за рахунок розподіленої логіки дій.

Ключова перевага ударного рою БпЛА – його адаптивність. Замість одного оператора, який керує кожним БпЛА, система працює на основі алгоритмів зграєвого інтелекту (Swarm Intelligence). БпЛА-агенти обмінюються даними через радіочастотні або оптичні канали, самостійно розподіляють цілі, координують маршрути та адаптуються до втрат. Наприклад, якщо один безпілотник знищено, інші автоматично перерозподіляють завдання.

Розглянемо деякі сценарії використання ударного децентралізованого рою БпЛА:

1. Одночасний пуск великої кількості БпЛА-агентів (від десятків до сотень) для атаки високовартісних цілей (зенітні комплекси, командні пункти). Атака відбувається з різних напрямків на різних висотах. В атаці бере участь комбінація різних типів БпЛА-агентів (камікадзе, розвідувальні, БпЛА-пастки)
2. Розвідувально-ударний цикл – частина БпЛА-агентів виявляє цілі, інші – атакують.
3. “Хвильова” тактика – послідовні нальоти з коротким інтервалом часу, що виснажують противника.
4. Постійний тиск – БпЛА-агенти рою залишаються у зоні бойових дій, утрудняючи перегрупування ворога, постійно атакують логістичні шляхи, опорні пункти.

Для подолання протидії тактиці децентралізованого рою БпЛА противником можуть застосовуватися методи радіоелектронної боротьби (РЕБ) або кібератаки, тому важлива комбінація різних каналів зв’язку (радіо, оптичні мережі, автономна навігація). Також ефективна тактика “мінного поля”, коли рій постійно патрулює зону, ускладнюючи роботу ворожої розвідки.

Децентралізовані рої БпЛА-агентів – це перспективна, але технологічно складна зброя. Серед основних проблем – захист від глушіння, обмежена автономність через малу ємність акумуляторів (палива), дальність каналів зв’язку та необхідність удосконалення штучного інтелекту, систем самонаведення. Однак у майбутньому децентралізовані рої можуть поєднуватися з артилерією, розвідувальними засобами та іншими видами озброєнь, формуючи новий рівень ведення війни.

Таким чином, ударні децентралізовані рої БпЛА – це складний тип сучасної зброї, що поєднує передові технології, тактичну гнучкість та економічну ефективність. Їх розвиток визначатиме тенденції на полі бою в найближчі роки.

Алєксєєв В.М.
Жук О.В.
Матала І.В.
НАСВ
Мельничук В.І.
СБУ

СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ДРОНАМИ, ЯКІ КЕРУЮТЬСЯ ЧЕРЕЗ ОПТОВОЛОКНО

Росія продовжує атакувати Сили оборони України новими дронами на оптоволокні, які стійкі до радіоперешкод. Такі FPV-дрони успішно уражають дорогу українську бронетехніку: їм не можуть протистояти засоби РЕБ і РЕР, а відео передається у високій якості.

Перші випадки застосування агресором оптоволоконних БпЛА (або опто-БпЛА) зафіксовані в березні 2024 року, зокрема на двох ключових для росії напрямках: у курській області та біля міста Покровськ.

Одним з недоліків опто-БпЛА є те, що маршрут слід будувати так, щоб оптоволоконний кабель не чіплявся за дерева та інші перешкоди. Водночас такі БпЛА спроможні заподіювати значної шкоди підрозділам Сил оборони України. Тому у підрозділах ЗС та інших силових структур України гостро постала проблема пошуку безпечних варіантів захисту від таких апаратів.

Фактично сьогодні не існує дієвих способів ефективної нейтралізації та протидії ворожим опто-БпЛА. Питання захисту підрозділів постійно знаходиться в полі зору як наших військових, так і науково-дослідних установ

Зокрема, фахівці із систем РЕБ та зв'язку «Центру радіотехнологій» зазначають, що у питанні протидії оптоволоконним БпЛА є два шляхи: виявлення і протидія.

Перспективною ідеєю, на наш погляд, є своєчасне виявлення опто-БпЛА за допомогою звичайного автомобільного радара (сенсорного пристрою в машині, який допомагає водієві паркуватись, уникати перешкод, використовувати круїз-контроль). В Україні є такі моделі, що працюють на дистанцію до 100 метрів і на частотах 76-77 ГГц. Таких радарів є декілька, вони відрізняються один від одного дальністю роботи і кутом розкриття діаграми в двох осях. Сьогодні тривають роботи щодо цього напряму, на виході українські інженери сподіваються отримати сенсорний пристрій, який дозволить виявляти і видавати цілевказівки щодо місцезнаходження БпЛА у повітрі, для фізичного знищення (наприклад, за допомогою автоматизованої турелі). Проєкт знаходиться на стадії активних досліджень і потребує перевірки у реальних бойових умовах.

Розглядається можливість застосування звукових датчиків, які встановлюють на статичних цілях на позиціях та допоможуть почути, коли наближається ворожий FPV-дрон.

Для протидії опто-БпЛА можливо застосовувати звичайні дробовики з картеччю, які створюють зону ураження дрона, БпЛА-сіткомети для скидання спеціальної сітки з міцної ліски, яка виведе з ладу лопаті дрона.

Не варто виключати і спосіб технологічної протидії шляхом використання мікрохвильової та лазерної зброї, який також досліджується українськими розробниками.

Запорукою зниження втрат наших бійців та озброєння є вжиття організаційних заходів. До них, зокрема, можна віднести наступні: приховане переміщення і максимальне укріплення та маскування локацій, позицій і техніки та озброєння; встановлення перешкод, які БпЛА не зможуть подолати і не обірвати оптоволокно; фізичне знищення за допомогою стрілецької зброї або інших боєприпасів під час сповільнення опто-БпЛА тощо.

Таким чином, масове застосування ворогом опто-БпЛА не є вироком для Сил оборони України. Наші воїни з успіхом ведуть боротьбу з ворожими дронами усіма доступними способами. Зважаючи на складність та особливості застосування противником опто-БпЛА, а також протидію підрозділів Сил оборони України інтенсивність їх застосування дещо знижується.

Пошук інноваційних способів боротьби з опто-БпЛА нашими науковцями триває. Така ж робота провадиться нашими зарубіжними партнерами, є надія що спільними зусиллями вдасться суттєво знизити втрати наших захисників, озброєння та військової техніки Сил оборони України.

Артем'єв В.О.
Галепа О.Г.
ХНУПС

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Стрімкий технологічний прогрес кардинально змінює обличчя сучасної війни, і однією з ключових тенденцій є активне впровадження безпілотних авіаційних систем (БпАС). Особливе значення набувають БпАС тактичного рівня, здатні забезпечувати безпосередню підтримку наземних підрозділів у широкому спектрі завдань. Актуальність дослідження стану та перспектив розвитку цих систем зумовлена їхнім зростаючим впливом на тактичну ситуацію та необхідністю визначення шляхів подальшої оптимізації їхнього застосування.

Сьогодні тактичні БпАС демонструють значні можливості у веденні розвідки, здійсненні спостереження та рекогносцировки, коригуванні вогню артилерії, логістичному забезпеченні, завданні точкових ударів. Однак їхній поточний стан характеризується низкою обмежень. До них належать залежність від супутникових систем навігації, вразливість до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), обмежений час перебування у повітрі та необхідність постійного контролю оператором. Перспективи розвитку тактичних БпАС пов'язані з інтеграцією елементів штучного інтелекту для підвищення автономності та самостійного прийняття рішень, розробкою більш захищених та стійких до перешкод каналів зв'язку, збільшенням дальності польоту та тривалості перебування у повітрі за рахунок нових енергетичних установок, а також розширенням спектра корисного навантаження для виконання різноманітних бойових завдань та створення модульних та уніфікованих платформ, які можуть швидко адаптуватися до конкретних потреб підрозділів на полі бою.

Аналіз поточного стану та перспектив розвитку безпілотних авіаційних систем тактичного рівня свідчить про їхню зростаючу роль у сучасних збройних конфліктах. Попри досягнуті успіхи, для повної реалізації їхнього потенціалу необхідно подолати існуючі технологічні та операційні обмеження. Подальший розвиток має бути спрямований на підвищення автономності, стійкості до протидії, універсальності та ефективності застосування тактичних БпАС у різних умовах бойової обстановки.

Для прискорення та оптимізації розвитку безпілотних авіаційних систем тактичного рівня пропонується: активізувати науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи у сфері штучного інтелекту, захищених каналів зв'язку, нових енергетичних установок та розширення функціональних можливостей корисного навантаження; сприяти розробці та впровадженню модульних та уніфікованих платформ БпАС, що забезпечать їхню швидку адаптацію до різних бойових завдань та спростять логістичне забезпечення; удосконалювати системи підготовки та навчання особового складу для ефективного застосування тактичних БпАС та протидії ворожим безпілотним системам.

Таким чином, тактичні безпілотні авіаційні системи відіграють все важливішу роль у сучасних бойових діях, забезпечуючи підрозділи розвіданою інформацією, коригуванням вогню, логістичному забезпеченні та точковими ударами. Водночас існуючі обмеження - вразливість до РЕБ, залежність від навігаційних систем і обмежений час у повітрі - потребують вирішення. Подальший розвиток БпАС має базуватися на впровадженні штучного інтелекту, захищених каналів зв'язку, нових енергетичних технологій та модульних платформ. Системна робота у цих напрямах сприятиме підвищенню автономності, стійкості та ефективності тактичних БпАС у різних умовах бойового застосування.

Атласюк М.Я.
Ейдельштейн Г.Б.
ХНУПС

ЗАСТОСУВАННЯ ТА НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ

Безпілотні авіаційні системи (БпАС) тактичного рівня стали ключовим елементом сучасних військових операцій тактичного рівня, зокрема в Україні, де їхнє значення зросло через російсько-Українську війну. Тактичні БпЛА виконують розвідку, корегування вогню, логістичні та ударні завдання та можуть використовуватися для радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Дрони стали ключовим елементом у сучасних війнах завдяки їх здатності виконувати завдання, які раніше вимагали значних людських і матеріальних ресурсів. Їх основні переваги включають високу маневреність, можливість діяти у важкодоступних зонах і суттєве зниження ризику для особового складу.

Сучасні тактичні БпЛА, включаючи комерційні моделі типу DJI Mavic, та системи, які виготовлені для ЗСУ, наприклад, “Лелека-100” чи “Фурія”, демонструють значний потенціал на полі бою, але мають низку критичних обмежень. Основні проблеми полягають у недостатній автономності – DJI Mavic пропрацює близько 40 хв на одному заряді, тоді як військові аналоги з 6 годин польоту, але все одно не забезпечують глибокої розвідки через обмежену дальність. Погодні умови, особливо сильний вітер і низькі температури, різко знижують ефективність будь-яких дронів.

Найбільш уразливим місцем залишається чутливість до засобів РЕБ противника – DJI Mavic легко глушиться і втрачає управління, тоді як військові БпЛА, незважаючи на більш стійкі системи зв’язку, також піддаються радіоелектронному впливу. Відсутність захисту від ППО робить дрони легкими мішенями: Mavic може бути збитий навіть зі стрілецької зброї. Бойові можливості обмежені – комерційні дрони потребують модифікацій для ударних місій, а військові несуть лише до 10 кг корисного навантаження, що недостатньо для потужних ударів.

Для подолання цих недоліків необхідні технічні вдосконалення: інтеграція ємніших акумуляторів і гібридних двигунів для збільшення автономності, розробка альтернативних систем навігації та захищених каналів зв’язку для протидії РЕБ, створення модульних платформ для швидкої адаптації під різні завдання. Важливим напрямом є розвиток масового виробництва дешевих одноразових БпЛА і підготовка операторів, що дозволить компенсувати втрати та підвищити ефективність застосування. Оптимізація логістики, включаючи польові зарядні станції та 3D-друк запчастин, зменшить залежність від складних систем обслуговування.

Інтеграція штучного інтелекту для автономного виявлення цілей і прийняття рішень, розробка компактних високоточних боєприпасів, а також вдосконалення маскувальних характеристик дронів дозволять повніше реалізувати їхній потенціал у сучасних бойових умовах. Особливу перспективу має поєднання переваг комерційних платформ типу Mavic (доступність, простота використання) з бойовими можливостями спеціалізованих систем, що дозволить створити ефективні гібридні рішення для різних тактичних завдань.

Тактичні БпАС є невід’ємною частиною сучасної війни, демонструючи ефективність у розвідці та ударних операціях. В Україні активно розвивається їхнє виробництво, але проблеми, такі як залежність від імпорту та недостатня стандартизація, потребують вирішення. Перспективи включають використання штучного інтелекту, інтеграцію з іншими системами, що потребує удосконалення.

Байрак Р.І.
Кривонос В.М., канд. техн. наук
ХНУПС

КОМПЛЕКСНЕ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ БпАС ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Сучасний етап розвитку безпілотних авіаційних систем (БпАС) тактичного рівня характеризується динамічним впровадженням інноваційних технологій, що дозволяє значно підвищити їх бойову ефективність, однак потребує подальшого вдосконалення у сферах автономності, захисту та інтеграції у єдині системи управління для повноцінного застосування в умовах сучасних конфліктів.

Сучасний стан БпАС тактичного рівня: зростання ролі у повітряній розвідці, корегуванні та ударних операціях; активно застосовуються у локальних конфліктах; обмеження через вразливість до ППО та РЕБ.

Перспективні напрями розвитку: підвищення автономності (впровадження штучного інтелекту для самостійного прийняття рішень (виявлення об’єктів та самонаведення на ціль). Використання

ройових технологій для групової взаємодії); покращення захисту (стелс-технології та радіоелектронна протидія. Резервні канали зв'язку та кібербезпека); розширення функціоналу (модульність для швидкої зміни корисного навантаження).

Основні проблеми: економічна затратність процесів проєктування та реалізації штучного інтелекту; необхідність адаптації до складних погодних умов; дефіцит кваліфікованих операторів.

Очікувані результати впровадження: збільшення дальності та тривалості польотів на 30-50%; підвищення точності виконання завдань за рахунок штучного інтелекту; скорочення часу реакції на загрози до 2-3 хвилин.

Для подолання зазначених проблем та забезпечення ефективного розвитку безпілотних систем Сухопутних військ та безпілотних авіаційних комплексів тактичного рівня необхідно зосередити зусилля на таких напрямах:

розробка комплексних систем радіоелектронної протидії для БпАС. Використання технології "стелс" із зниженим радіолокаційним покриттям. Впровадження альтернативних навігаційних систем. Застосування ройових технологій для ускладнення перехоплення;

розробка енергоефективних двигунів на альтернативних паливах. Використання сонячних панелей для підзаряджання акумуляторів. Оптимізація аеродинамічних характеристик;

впровадження кліматостійких сенсорних технологій. Вдосконалення систем стабілізації для роботи у складних метеоумовах. Використання штучного інтелекту для адаптації до змін погоди;

стандартизація компонентів для масового виробництва. Впровадження модульного принципу конструкції. Використання 3D-друку для виготовлення деталей. Розробка спрощених версій для навчальних цілей;

створення уніфікованих інтерфейсів зв'язку. Розробка програмного забезпечення для сумісності з існуючими системами. Впровадження хмарних технологій для обміну даними;

розробка віртуальних тренувальних комплексів. Створення автоматизованих систем управління. Впровадження штучного інтелекту для допомоги операторам.

Реалізація запропонованих рішень дозволить перетворити БпАС тактичного рівня на ключовий елемент сучасних Збройних Сил, здатний ефективно виконувати завдання у складних умовах сучасного бою.

Барвіненко Я.Д.
Кондратюк Д.В.
НАСВ

РОЛЬ І МІСЦЕ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У ПІДГОТОВЦІ КУРСАНТІВ ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК) значно змінили тактику ведення сучасного загальновійськового бою і значно впливають на планування стратегічних операцій. В ході відсічі збройної агресії рф проти України БпАК отримали своє застосування у якості засобів розвідки, вогневого ураження, мінування, логістичного забезпечення та навіть протиповітряної оборони. Зокрема, застосування розвідувальних та розвідувально-ударних безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) в ході російсько-Української війни значно підвищує рівень ситуаційної обізнаності командирів усіх рівнів, що, в свою чергу, дозволяє якісно планувати бойові дії та своєчасно приймати рішення в ході бою. Великі обсяги розвідувальної інформації, отриманої за рахунок БпЛА, потребують обробки, аналізу, передавання, узагальнення та зберігання. Ці завдання вирішуються за рахунок інформаційно-комунікаційних систем (далі – ІКС), що вже успішно функціонують в багатьох підрозділах на різних рівнях.

Інформаційно-комунікаційні системи з відповідним програмним забезпеченням дозволяють:

здійснювати оптимальне планування застосування, швидко, надійно та захищено керувати застосуванням розвідувальних та розвідувально-ударних БпЛА;

своєчасно вносити та надсилати необхідні відомості щодо виявлення та ураження об'єктів (цілей) противника на полі бою;

швидко обмінюватись інформацією та налагоджувати взаємодію між підрозділами;

покращити роботу штабів за рахунок зменшення часу на виявлення та ідентифікацію об'єктів противника і оптимізації процесу цілевказання;

забезпечити оперативність оповіщення підрозділів щодо застосування противником засобів розвідки та ураження;

накопичувати статистичні дані та іншу корисну інформацію про об'єкти (цілі) противника;

використовувати різноманітні цифрові функції (інструменти), які необхідні для роботи користувачів усіх категорій (робота з картами, відображення положення та переміщення сил та засобів противника в режимі реального часу, корегування (трансляція) роботи власних засобів ураження, аналізу поля бою за допомогою штучного інтелекту та ін.)

В сучасній війні неможливо уявити командний пункт без персональних комп'ютерів та великих моніторів так само, як і поле бою без безпілотних систем, що, зокрема, забезпечують ведення розвідки, корегування вогню та вогневе ураження. Усе це, в свою чергу, вимагає відповідного рівня підготовки та навиків користування інструментами та модулями, що інтегровані в ІКС командирами усіх рівнів. Тут актуальним постає питання своєчасного впровадження в навчальний процес вищих військових закладів (далі – ВВНЗ) змін, що відбуваються в тактиці ведення бойових дій внаслідок широкого застосування БпАК та підвищення ситуаційної обізнаності командирів усіх рівнів. Випускники ВВНЗ повинні володіти навиками роботи із програмним забезпеченням, яке використовується в ІКС.

Своєчасне впровадження у підготовку майбутніх офіцерів сучасних рішень, що застосовуються на війні, не лише дозволить зменшити рівень людських втрат, а і сприятиме досягненню перемоги України у війні.

Богачьов О.І.
Бондарук В.О.
НАСВ

ДОСВІД ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИМ БпЛА ЗА ДОПОМОГОЮ FPV-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

За останній час в зв'язку з великою кількістю російських БпЛА-розвідників, нестачею зенітних ракет виникла особливість нової спроможності перехоплення БпЛА. Така спроможність має форму симетричної протидії безпілотним повітряним системам противника за допомогою дешевих українських БпЛА. Протягом декількох місяців СОУ продемонстрували системні результати зі знищення розвідувальних БпЛА типу «Zala», «Supercam», «Орлан». Загальний огляд досвіду дав основу вважати, що сформувалась нова спроможність в рамках типової бойової функції прикриття. Вона суттєво доповнює більш традиційні засоби армійської ППО та навіть переважає їх у своєї питомій масі ефектів, що були створені.

Для боротьби з розвідувальними БпЛА літакового типу та гексакоптерами застосовуються FPV-перехоплювачі. При виявленні радіотехнічними засобами БпЛА на висоті до 3 км та швидкості до 110 км/год. здійснюється пуск FPV-дрона для їх перехоплення та знищення. Виведення зі строю БпЛА здійснюється за рахунок підриву осколкового боєприпасу при наближенні або тарані. Цілевказівка здійснюється оператором РЛС. Спроможність сформувалася шляхом вдалого поєднання давно наявних технологій радіолокації та простих БпЛА для бойової функції прикриття. Ключовим елементом контуру виявлення та ураження повітряних цілей стали саме тактичні локатори.

Сама послідовність процесу виявлення, ідентифікації, супроводу, цілевказання та ураження цілі є логічно схожою до роботи ЗРГК. Проте дефіцит БК до радянських зразків ЗРГК близького радіуса змусив шукати рішення у переліку доступних технологій та засобів. Наразі використання БпЛА замість ЗРК має значно нижчу імовірність ураження, але технологічний прогрес здатен скоротити цю дистанцію. Здатність фізично перехоплювати БпЛА стала набагато надійнішим способом зупиняти

повітряну розвідку противника, аніж вплив РЕБ, який не піддається об'єктивній оцінці ефективності. Є ознаки, що в питанні протидії розвідувальним БпЛА кінетичні методи впливу надалі домінуватимуть над некінетичними.

За результатами масштабування застосування FPV-перехоплювачів на окремих ділянках фронту зафіксовані спостереження про такі ефекти: зменшення кількості літако-вильотів ворожих розвідувальних БпЛА; послаблення тиску противника на вогневі позиції українських засобів РВіА; послаблення тиску на елементи логістики.

Спроможність надійного прикриття повітряного простору від розвідувальних БпЛА противника базується на впровадженні трьох компонентів в єдину систему: контроль повітряного простору; перехоплення; управління контуром.

Протидія засобами FPV ворожим БпЛА повітряної розвідки має суттєвий вплив на спроможності противника. Тому він почав змінювати свою тактику ведення повітряної розвідки та шукати способи захисту власних БпЛА: уникнення виявлення та перехоплення. Серед ймовірних способів протидії збиттю засобів розвідки у найближчому майбутньому противник застосує такі конструктивні та програмні зміни до БпЛА: збільшення крейсерської та максимальної швидкості дозволить підвищити шанс «втечі», а також забезпечить більш ефективне ухилення від ураження БпЛА-перехоплювачами; покращення можливостей оптичних систем для збільшення дистанції ведення розвідки поза межами роботи радарів та бортів-перехоплювачів; коригування алгоритму викидання парашута дозволить нівелювати тактику ураження розвідувальних бортів малим об'ємом бойової частини.

Є ознаки вважати, що противник сконцентрує зусилля на ключовому елементі спроможності перехоплення БпЛА – ураженні локаторів.

Бойко В.Ф.
Сітков О.М.
Дубнюк А.В.
ХНУПС

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У ПРОЦЕСІ НАВЕДЕННЯ ЕКІПАЖІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН НА НАЗЕМНІ ЦІЛІ ПІД ЧАС ШВИДКОЇ ЗМІНИ ТАКТИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

Досвід локальних конфліктів останнього десятиріччя, а особливо бойових дій під час відсічі збройної агресії росії проти України, показує, що, по-перше, лінія зіткнення на певних напрямках змінюється по декілька разів на добу в різні боки, по друге, ворог частіше почав застосовувати тактику наступу маленькими групами піхоти або поодинокими бойовими машинами з десантом, танками, цивільними машинами, мотоциклами, тому однією з основних складових ефективного виконання завдання підрозділами авіації є точність та своєчасність визначення координат об'єктів дій наземних військ противника.

Екіпажі повітряних суден здійснюють безпосереднє бойове зіткнення з противником на передньому краї, і від точності визначення координат наземних цілей, засобів ППО противника, точності виводу екіпажів на свої цілі та швидкості прийняття рішення передродовим авіаційним навідником залежить результат бойового вильоту та безпеки польотів. Сучасні високоманеврені дії військ і різко мінлива обстановка на полі бою визначають ряд вимог до цілевказівки та наведення на наземні цілі. Найважливішим з них є постійна готовність передового авіаційного навідника адаптуватись до швидкої зміни тактичної обстановки на полі бою, швидких дій при виявленні нових цілей та виконання наведення підрозділів та екіпажів на цілі в будь-яких умовах обстановки з забезпеченням безпеки польотів та запобіганню ураженню своїх військ.

Безпілотні літальні апарати тактичного рівня, у більшості випадків, стали єдиним засобом розвідки, який забезпечував тактичні підрозділи інформацією про противника й об'єкти в масштабі реального часу. У результаті командири можуть більш швидко та гнучко реагувати на зміни обстановки. Але збір, аналіз та доведення розвідданих до командирів підрозділів, групи бойового управління та передового авіаційного навідника займає певний час.

Застосування безпілотних літальних апаратів в якості розвідувального комплексу безпосередньо передовим авіаційним навідником дає багато переваг у порівнянні з існуючою методикою роботи групи бойового управління.

Застосування безпілотних літальних апаратів для розвідки цілей безпосередньо передовим авіаційним навідником дає змогу:

- зменшити вірогідність виявлення пункту управління передового авіаційного навідника за рахунок більшої відстані до лінії бойового зіткнення;
- збільшити варіанти для вибору найвигідніших замаскованих позиції розташування пункту управління передового авіаційного навідника;
- збільшення кількості запасних позицій пункту управління передового авіаційного навідника;
- вести непомітну розвідку наземних об'єктів та ворожих цілей на передньому краї противника в режимі реального часу;
- визначати та перенацілювати екіпажі на знов виявлені більш небезпечні цілі;
- завдавати точкові артилерійські чи авіаційні удари по ворожих цілях;
- вести контроль за результатами завдання ударів в режимі реального часу.

Бондарук В.О.
Богачьов О.І.
НАСВ

ДОСВІД РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

У сучасній війні технологічний прогрес відіграє ключову роль, і війна в Україні стала полем для випробувань новітніх зразків озброєння, включно з безпілотними системами та наземними роботизованими комплексами (НРК). Стрімкий розвиток новітніх технологій сприяв розвиненню напряму роботизованих систем на ринку сучасного ОВТ. Актуальність місця НРК підкреслена можливістю збереження життя та здоров'я військовослужбовців на полі бою. Тому для якісного виконання завдань згідно зі своїм призначенням, а отже, і переваги над противником, їх необхідно мати в достатній кількості, і вони повинні має покращені експлуатаційні властивості.

Проведений аналіз досвіду застосування НРК під час російсько-Української війни в умовах сучасного загальновійськового бою дозволяє виділити такі завдання та способи:

- логістичне забезпечення вогневих позицій та підрозділів першої лінії в умовах безпосереднього зіткнення з противником: наземні платформи можуть транспортувати боєприпаси, продовольство, воду, військово-технічне майно в умовах інтенсивних бойових дій;
- інженерне забезпечення: роботи можуть використовуватися для дистанційного встановлення мінних полів, розмінування, пророоблення проходів у мінних полях, дистанційне встановлення інженерних невибухових засобів;
- евакуація в тактичних умовах: евакуація поранених та загиблих, здійснення евакуації техніки в умовах інтенсивних бойових дій;
- вогневе ураження з використанням ударних НРК-камікадзе: маленькі мобільні роботи можуть використовуватися для нанесення ураження на передніх позиціях;
- вогнева підтримка дистанційно керованими бойовими модулями: наземні роботи оснащені бойовими модулями, що дозволяють вести вогонь з кулеметів або ПТЗ; для створення щільності вогню на різних напрямах; для прикриття флангів підрозділів; для створення вогневих засідок; для заміни та допомоги особовому складу на ЛБЗ при малої їх кількості;
- розвідка та спостереження: наземні роботи використовуються для збору інформації на передовій; вони оснащені системами відеоспостереження, що дозволяє операторам отримувати в режимі реального часу дані про позиції противника;
- взаємодія з іншими безпілотними засобами: наземні роботи можуть працювати в координації з БпАК (БпЛА) для забезпечення комплексного контролю над територією, що посилює ефективність спільних операцій.

Слабкі сторони НРК: ускладнена прохідність по місцевості (трава, каміння, водні перешкоди, нахил поверхні місцевості тощо); вразливість до засобів РЕБ, багато НРК втрачають контроль через засоби РЕП; складність у міських боях, наземні роботи демонструють нижчу ефективність у міських боях через обмежену маневреність і вразливість до вогню піхоти; необхідність постійної підтримки, роботи потребують постійної координації з іншими силами для максимальної ефективності, оскільки самостійно вони не можуть вести затяжні бої; важкість управління при пересуванні по горбистій та урбанізованій місцевості; зарядка АКБ не забезпечує тривалої роботи НРК; недоліки застосування НРК для медичної евакуації: психологічна неготовність поранених до евакуації на НРК, відсутність контролю бойовим медиком, неможливість надання медичної допомоги пораненому на шляху до стабілізаційного пункту; висока вартість.

Суттєвого впливу на хід бойових дій бойові НРК наразі не мають, потенціал застосування таких засобів залишається дискусійним.

Бричинський О.В.
НАСВ

ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ КОНТРМОБІЛЬНОСТІ ВІЙСЬК ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Контрмобільність – комплекс заходів, спрямованих на обмеження або унеможливлення маневру противника. Вона є невід’ємною складовою інженерного забезпечення бойових дій. У сучасних умовах, коли ведення війни набуло високотехнологічного характеру, все більшого значення набувають роботизовані інженерні системи, зокрема наземні платформи, здатні діяти автономно або дистанційно.

Завдяки використанню НРС стало можливим виконувати складні та небезпечні завдання із встановлення загороджень, руйнування доріг, мінування маршрутів і навіть ураження техніки противника без залучення особового складу у зону ризику. Серед основних завдань, які виконують НРС для обмеження руху ворожих сил, можна виокремити наступні: роботизовані платформи доставляють і встановлюють протитанкові, фугасні або імпровізовані вибухові пристрої на маршрутах просування ворожої техніки; дрони можуть транспортувати вибухівку для підриву доріг, мостів, тунелів, гідротехнічних споруд або застосовувати механічні засоби створення завалів; оснащені камерами й сенсорами НРС здатні самостійно визначати оптимальні ділянки для мінування та виведення з ладу логістичних маршрутів; на наземних роботизованих системах розміщуються комплекти дистанційного розмінування для пророоблення проходів у вибухових і невибухових загородженнях противника; НРС можуть створювати ілюзію присутності великої кількості військовослужбовців чи навіть підрозділу, змушуючи ворога перекидати сили, змінювати плани.

Перевагами застосування НРС у виконанні завдань контрмобільності військ противника є, в першу чергу, безпека - особовий склад не перебуває в зоні бойових дій; маневреність - здатність проникати на ворожу територію, зокрема вночі або за умов низької видимості; точність - використання GPS та розумних алгоритмів для точного розташування мін і вибухівки; маскування - компактні розміри та низький рівень шуму роблять НРС майже непомітними для противника.

У 2023–2024 роках українські розробники створили роботизовані наземні дрони, які вже успішно виконують завдання з контрмобільності. Дрон "Шабля" встановлює протитанкові міни на дистанції до 5 км. Використовується під час оборони відкритих напрямків, доставляє заряд під техніку або на мости, після чого підриваються оператором, імітує процес мінування або створення проходів, провокуючи ворога на передчасне відкриття вогню чи зміну тактики.

Також існують обмеження на використання НРС, такі як складний рельєф, що може обмежити рух НРС; засоби радіоелектронної боротьби можуть порушити зв’язок з оператором; вартість та потреба в технічному обслуговуванні.

Підсумовуючи вищезазначене, важливо розвивати вітчизняне виробництво НРС, розробляти системи захисту від радіоелектронної боротьби та створювати навчальні центри з навчання операторів. Наземні роботизовані системи є ефективним інструментом підвищення контрмобільності

противника у сучасних умовах ведення війни. Їх застосування дозволяє виконувати мінування, руйнування, розвідку та відволікальні дії з високим рівнем автономності, без ризику для особового складу. У війні проти росії Україна продемонструвала інноваційний підхід до використання таких систем, які з кожним днем стають все більш технологічними, точними та тактично гнучкими.

Подальший розвиток наземних дронів - ключ до збереження життя наших військових і досягнення переваги на полі бою шляхом проведення контрмобільних заходів.

Бураков Ю.В., канд. іст. наук, доц.
Гневашева А.В.
НАСВ

МІЖНАРОДНА ВІЙСЬКОВА ДОПОМОГА СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ: ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ КОАЛІЦІЇ ДРОНІВ

Безпілотні авіаційні комплекси (безпілотні авіаційні системи) відіграють все зростаючу роль на полі бою. Сучасна російсько-Українська війна є прикладом застосування революційних засобів та методів використання нових озброєнь, серед яких вагоме місце займають безпілотні літальні апарати (БпЛА). Замість останнього терміна вживається назва “дрон”, але тільки до дронів, що літають, можна застосувати визначення БпЛА. Україна перша в світі держава, яка створила Сили безпілотних систем (СБС) Збройних Сил України (ЗСУ) – окремий рід військ, що призначений для використання повітряних, морських, надводних і підводних, а також наземних безпілотних та роботизованих систем. Президент України 25 червня 2024 р. підписав Указ про створення СБС ЗСУ.

Незадовго перед тим, серед союзників України – учасників міжнародної військової допомоги Силам оборони України почала складатися “Коаліція дронів” – організація країн, які беруть участь у виробництві та передачі ЗСУ безпілотників та систем роботів з метою подальшого розвитку їх потенціалу для відбиття російської агресії. Коаліція офіційно стартувала 17 лютого 2024 р. в межах роботи Контактної групи з питань оборони України, відомої як формат “Рамштайн”. Співлідерами коаліції є Латвія та Велика Британія. Також до неї приєднались Данія, Естонія, Литва, Канада, Нідерланди, Німеччина, Швеція та інші країни. На сьогодні до ініціативи долучилися майже 20 країн-союзників.

Вказана коаліція діє за такими пріоритетними напрямами: 1) постачання готових БпЛА від країн-партнерів; 2) створення спільних підприємств з їх виробництва; 3) фінансова допомога держав у налагодженні власного виробництва українських систем. Слід зазначити, що в умовах обмеженого надходження військової допомоги зі США (після початку президенства Д. Трампа, січень 2025 р.), основного зарубіжного постачальника озброєння та військової техніки Україні в роки російсько-Української війни, безпілотні системи можуть бути нашою асиметричною відповіддю на кількісну перевагу агресора за багатьма видами зброї. Безперечно, що достатня кількість дронів різного призначення зможе зберегти життя і здоров’я українських військовослужбовців і стати одним із факторів зниження ударного потенціалу російських військ та, як наслідок, – суттєвих позитивних змін на фронті для Сил оборони України. За рік роботи проєкт “Коаліції дронів” отримав понад 2 мільярди євро допомоги від міжнародних партнерів. Основною метою об’єднання союзників є створення технологічної переваги над ворогом в довгостроковій перспективі. У 2024 р. 60% бюджетних коштів, які виділяли на виробництво БпЛА, Україна витратила на закупівлю дронів Deep Strike. Ці літальні апарати є ключовими для ведення оборони нашої держави. Україна зробила якісний ривок щодо використання безпілотників власного виробництва. Зрозуміло, що з причин безпеки ЗСУ не розкривають дані про характеристики та виробників українських БпЛА, щоб цим не скористався ворог. Втім, у російських та західних медіа говорять про далекобійний безпілотник “Лютий” – унікальний серед українських дронів, подібний на “Шахед-136” з дальністю ураження до 1000 км, який уже став “головним болем” для росії через регулярні і влучні атаки військових об’єктів у тилу країни-агресора; безпілотник UJ-26 “Бобер”, який влітку і восени минулого року декілька разів долітав до столиці агресора – москви та, зокрема, пошкодив хмарочоси бізнес-центру “москва-сіті”; безпілотник UJ-22 Airborn (із заявленою дальністю до 800 км), який неодноразово застосовувався під

час війни; БпЛА, назва якого тримається у секреті, вже успішно використовується в зоні бойових дій і може завдавати високоточні удари по об’єктах у тилу ворога на відстані понад 1000 кілометрів. За прогнозами Bild, уже цього року Україна зможе застосовувати дрони з далекобійністю до 2000 км і більше, які заповнять дефіцит зарубіжних ракет середньої і великої дальності. За даними видання, відразу 10 виробників постачатимуть ЗСУ дрони з дальністю ураження до 2500 км (зокрема, безпілотник, створений на базі українського надлегкого літака Аеропракт А-22 “Летюча лисиця”), а київське КБ “Луч” розробило БпЛА “Сокіл-3000”, який може пролетіти до 3300 км.

Отже, “Коаліція дронів” стала одним із найуспішніших проєктів, стимулом для поставок ЗСУ готових та розробок перспективних БпЛА від виробників країн-партнерів, будівництва спільних підприємств та розвитку виробництва власних безпілотників. Ефективне застосування дронів у війні повинно стати вагомим фактором для зупинки наступу рашистського агресора.

Ванюрський М.Ю.
Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України

ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В ЛОКАЛЬНИХ КОНФЛІКТАХ

Перші безпілотні літальні апарати з’явилися на початку XX ст. як радіокеровані моделі для розвідки й навчання, проте через обмежені можливості зв’язку й навігації вони залишалися експериментальними. Уже тоді були закладені ключові принципи: дистанційне керування, застосування камер і мінімізація ризику для екіпажу. У міжвоєнний період провідні держави вкладали ресурси в розвиток автоматизованих каналів зв’язку, що дало поштовх до створення перших оперативних БпЛА.

Під час холодної війни США і СРСР активно змагалися у розробці реактивних дронів для стратегічної розвідки на тисячі кілометрів. Розвиток супутникової навігації, мініатюризація апаратури та підвищення надійності каналів управління дозволили не лише виконувати фото- і радіорозвідку, а й коригувати вогонь далекобійної артилерії. До кінця XX ст. безпілотники стали важливим елементом арсеналу провідних армій і заклали технологічну базу для їх масового застосування.

У локальних конфліктах кінця XX – початку XXI ст. БпЛА вийшли з-за кавальєру ексклюзивної техніки й застосовувалися в Боснії, Іраку, Афганістані та на Близькому Сході. Водночас Україна ще з 2014 р. стала осередком інновацій: волонтерські групи й малі підприємства модифікували цивільні DJI-дрони, створювали середньовисотні системи PD-2 та «Лелека», адаптували FPV-платформи з відеопередачею в реальному часі. Завдяки цьому з’явилися нові стандарти компактності, маневреності й польової надійності.

Перспективи розвитку БпЛА в локальних війнах пов’язані з трьома ключовими трендами. По-перше, впровадження штучного інтелекту та автономних режимів знизить навантаження на операторів і пришвидшить реакцію на загрози. По-друге, «роєві» тактики дозволять скоординовано застосовувати десятки-сотні дронів для асиметричних ударів. По-третє, застосування децентралізованих протоколів, мультиканального кодування та адаптивного перерозподілу завдань значно підвищить стійкість до засобів РЕБ навіть у найскладніших електронних середовищах.

У підсумку, еволюція від перших експериментів до мережевих систем нового покоління демонструє здатність БпЛА змінювати тактику локальних конфліктів. Інтеграція автономії, групових стратегій та захищеного зв’язку робить їх ключовим елементом майбутніх мережевих боїв. Подальші дослідження й впровадження стандартів підготовки операторів, а також правове та технічне регулювання, дозволять максимально використати потенціал БпЛА в умовах обмежених ресурсів і складних електронних середовищ.

Войтенко С.Д., канд. техн. наук, с.н.с.
Тараненко В.В., канд. техн. наук
Скляров О.Г., канд. техн. наук, с.н.с.
ДНДІА
Салій О.С.
НТУ «КПІ»

КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОЇ РАДІОЛІНІЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ І УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Найважливішою проблемою ефективного застосування Збройними Силами України безпілотних систем є масове використання російською армією засобів РЕБ для постановки активних завад різного типу та призначення, метою яких є виведення із ладу каналів управління, навігації, телеметрії та передачі даних.

Авторським колективом вирішується наукова задача з обґрунтування принципів побудови завадозахищеної радіолінії передачі даних і управління UAV в умовах активних загороджувальних завад у діапазоні частот 0,1–18 ГГц.

Для розв'язання поставленої задачі:

обґрунтовано вибір діапазону частот завадозахищеної радіолінії, який забезпечить нову якість в аспекті захисту від засобів РЕБ;

розроблена структурна схема завадозахищеної радіолінії передачі даних і управління БпЛА;

розроблена узагальнена схема організації зв'язку по радіолінії передачі даних і управління БпЛА;

обґрунтовано технічні вимоги до приймача-передавача;

обґрунтовано вибір портативних та легких антен з вузькоспрямованою діаграмою направленості, що забезпечують відслідковування в реальному часі завадової обстановки на борту БпЛА і визначення типу завад та політ БпЛА в секторі без застосування антенного трекінгу.

Отримані результати теоретичних та експериментальних досліджень дозволять визначити основні принципи розробки та застосування завадозахищеної радіолінії передачі даних і управління в діапазоні частот від 0,1 до 18 ГГц для БпЛА тактичного рівня мультироторного типу при виконанні польотних місій на відстанях до 50 км.

Войтович О.А., канд. техн. наук, доц.
Кузьмичов І.К., д-р фіз.-мат. наук, проф.
Євлаш О.О.
Лабазов С.М.
ІРЕ НАНУ

ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНОСТІ В ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ НА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ МАЛОГАБАРИТНИХ НИЗЬКОВИСОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В доповіді представлені результати експериментальних досліджень залежності радіолокаційної відбиваності об'єктів, які оптично не спостерігаються, від деяких кліматичних та техногенних факторів.

Мета роботи: оцінка можливостей виявлення малогабаритних низьковисотних об'єктів за допомогою некогерентної РЛС.

Для аналізу експериментальних даних найчастіше використовується теорія розсіювання електромагнітних хвиль в турбулентному середовищі з локально ізотропними флуктуаціями коефіцієнта заломлення. Але потрібно зауважити, що цей закон спирається тільки на результати експериментів, які були проведені в окремих кліматичних зонах, та не може вважатися всеохоплюючим. Також потрібно взяти до уваги той факт, що клімат в різних географічних регіонах

змінюється, збільшується також кількість промислових об'єктів, функціонування яких суттєво впливає на процеси виникнення турбулентності.

Для проведення досліджень використовувалась некогерентна РЛС, яка одночасно працює в X та K_a діапазонах. Антена параболічна дзеркальна діаметром 3м. Тривалість імпульсу передавача 1 мкс, частота слідування імпульсів 600 Гц. Імпульсна потужність передавача відповідно до діапазону 150 кВт та 70 кВт, ширина діаграми спрямованості в X діапазоні – $0{,}7^0$, в K_a діапазоні – $0{,}2^o$.

Наведено ряд графіків залежності радіолокаційної відбиваності від кута місця та дальності при механічному скануванні антени у вертикальній площині.

Аналіз графіків дозволяє підтвердити висновки інших дослідників про те, що приземна турбулентність може бути зумовлена як термічними, так і орографічними факторами. У даному випадку це підтверджується профілем місцевості та наявністю в зоні досліджень промислових об'єктів (великого за площиною поля трансформаторів, які виділяють тепло, та лінії електропередачі з напругою 1500V).

Цікаво також проаналізувати зв'язок приземної турбулентності з хмарністю. Експериментальні дані свідчать про те, що літом в ясну погоду РЛС впевнено виявляє приземну турбулентність. Але часто через деякий час з'являються оптично видимі хмари, які пізніше зливаються з областю турбулентності. Тоді різниця між областю турбулентності та хмарою не спостерігається. Це, очевидно, пояснюється наявністю над нагрітою поверхнею землі (води) конвективних потоків, які підіймаються догори. Потім вони перетворюються в хмари. Вважається, що в деякому сенсі турбулентність "живить" хмару, для існування якої необхідний притік теплого вологого повітря.

Слід наголосити, що у даному випадку радіолокаційне зондування не дозволяє визначити нижню межу хмарності при наявності турбулентних потоків, що суттєво обмежує можливості дистанційних методів зондування атмосфери. Зокрема, це стосується виявлення низьковисотних малогабаритних об'єктів, величина ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) яких не перевищує значення ЕПР від хмар та зон турбулентності.

За результатами експериментів можна зробити деякі висновки.

1. За допомогою некогерентної імпульсної РЛС неможливо виявити малогабаритний літальний апарат, який знаходиться в зоні турбулентності або хмарах.
2. Причиною є те, що радіолокаційна відбиваність цих об'єктів майже однакова.
3. Для досягнення цієї мети можуть бути застосовані методи з використанням когерентних РЛС різних діапазонів, хвиль інфрачервоного діапазону, акустичних хвиль.
4. Некогерентні РЛС можуть бути використані для отримання інформації про місцезнаходження об'єктів, які під час роботи виділяють тепло та знаходяться поза зоною оптичної видимості.

Волков А.Ф.
Харчук М.А.
ХНУПС

ПОГЛЯДИ НА ТАКТИКУ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

Досвід останніх років російсько-Української війни демонструє значне зростання ролі БпЛА, які використовуються як засоби розвідки, корегування та вогневого ураження. Ураховуючи значно малу вартість таких засобів повітряного нападу у порівнянні з зенітними керованими ракетами, постає нагальна потреба у адаптації системи протиповітряної боротьби до нових типів загроз. Одним з перспективних напрямів розширення архітектури протиповітряної оборони є використання нових маловартісних, мобільних та високоточних засобів, таких як БпЛА-перехоплювачі, які спроможні переслідувати та нейтралізувати певні типи засобів повітряного нападу. Аналіз бойового досвіду щодо застосування підрозділів, озброєних БпЛА-перехоплювачами, вказує на необхідність впровадження єдиного понятійного апарату щодо їх тактики застосування:

підрозділи, озброєні БпЛА-перехоплювачами, ведуть протиповітряні бої, складовими яких є розвідка, ураження БпЛА-перехоплювачем, маневр;

застосування підрозділів, озброєних БпЛА-перехоплювачами, здійснюється в межах створеної підсистеми комплексного ураження, яка є основою системи протиповітряної оборони. Підсистема комплексного ураження є основою системи протиповітряної оборони Сухопутних військ та є сукупністю узгоджених за напрямками, висотами, рубежами, об'єктам прикриття, типами цілей і часом підсистем вогню, ураження БпЛА-перехоплювачами та функціонального ураження створених розгорнутими в бойовий порядок підрозділами ППО СВ;

підрозділи, озброєні БпЛА-перехоплювачами, створюють підсистему ураження БпЛА-перехоплювачами, яка є організованим та узгодженим за напрямками (зонами), висотами, рубежами, цілями та часом ураженням повітряних цілей БпЛА-перехоплювачами.

Основними тактичними прийомами застосування підрозділів, озброєних БпЛА-перехоплювачами, розглядаються:

групове застосування БпЛА-перехоплювачів, яке полягає у одночасному використанні кількох БпЛА-перехоплювачів для ураження однієї або кількох повітряних цілей, що дозволить підвищити ймовірність ураження повітряної цілі, стійкість до маневрування та протидії противника, забезпечити ведення об'єктивного контролю;

чергування у повітрі, яке проводиться з метою своєчасного виявлення та оперативного реагування на появу повітряного противника в повітрі та застосовується для безперервного контролю повітряного простору. Цей тактичний прийом передбачає розподіл БпЛА-перехоплювачів по об'єктах прикриття та районах, їх активне патрулювання визначених районів з можливістю швидкого маневрування за сигналом або виявленням цілі;

демонстраційні дії, які проводяться, як правило, в нічний час для демонстрація присутності БпЛА-перехоплювачів в повітрі, відволікання уваги противника чи примушення до передчасного виявлення своїх засобів;

рейдові дії, які проводяться в районах активності противника з метою знищення або виведення з ладу його повітряних засобів. Рейдові дії характеризуються несподіваністю, швидкістю та мінімальним перебуванням у зоні загрози.

Отже, нова тактика застосування БпЛА-перехоплювачів базується на маневреності, колективній дії, активній протидії противнику, адаптивності та взаємодії з іншими елементами протиповітряної оборони.

Володько С.П., канд. техн. наук, доц.
ХНУПС

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ

Концепція Сил безпілотних систем полягає в тому, щоб головною складовою штурму будь-якого типу були безпілотні комплекси замість людини-штурмовика. Штурмовик повинен стати уже додатковою складовою для безпілотних компонентів у проведенні штурмових дій. Завдяки застосуванню безпілотних технологій необхідне відвести небезпеку від солдата, який перебуває на лінії бойового зіткнення.

На передньому краї крім використання різнопланових БпЛА в повсякденній бойовій діяльності також повинні використовуватися і наземні роботизовані комплекси різного призначення. У такому симбіозі різних безпілотних систем на полі бою простому штурмовику набагато легше й ефективніше виконувати свою роботу та зберігати своє життя.

Загалом на роботизовані наземні комплекси можуть бути покладені завдання вогневого ураження різноманітних цілей, мінування, розмінування переднього краю, виконання місій камікадзе, різнопланові логістичні операції.

Наприклад, машини-камікадзе з достатньою кількістю вибухівки на борту, подолавши шлях до укриття противника, заїжджають зверху на будь-який бліндаж та успішно здійснюють його підрив. При 30-40 кілограмах вибухівки ні одне укриття не витримає.

Для виконання такого завдання в парі повинні працювати екіпажі самої машини-камікадзе та БпЛА «Мавік». Оператор машини дивиться на монітор трансляції, яку веде дрон, адже власні камери на роботизований комплекс не встановлюються з метою здешевлення самого комплексу. Зверху в повітрі машину-камікадзе супроводжує до цілі пілот «Мавіка». Перед цим здійснюється розвідка шляху пересування комплексу на відсутність перешкод та непрохідних ділянок місцевості.

Коли наземний комплекс дістається до цілі, оператор машини дистанційно підриває вибухівку на її борту. Крім підриву машини-камікадзе, ще робиться скид боєприпасу з БпЛА для надійного закріплення результату.

Можна застосовувати машини, які займаються суто мінуванням шляхів ймовірного просування штурмових груп або бронетехніки противника, тобто не наражати військовослужбовців на небезпеку при ручному мінуванні.

Роботи-мінувальники за допомогою спеціальних мінувальних систем закладають на місцевості різні типи мін і повертаються назад. Залежно від навченості екіпажу, їх можна використовувати як вдень, так й уночі.

Можлива робота машини в парі з оператором «Мавіка» для розвідки танконебезпечних напрямків та напрямків висування іншої бронетехніки або штурмових груп противника. Машинка дістається на розвідану місцевість, і у конкретній точці оператор вивантажує міну.

При необхідності ще кудись закласти міну машина може переміститися в іншу точку і зробити це знову. Корегування цієї точки також здійснює «Мавік». Взагалі, одна машина-мінувач може перевозити декілька протитанкових мін і розкласти їх на найбільш небезпечних напрямках. Після цього наземний комплекс повертається назад.

Також наземні комплекси можуть забезпечувати логістику для наших підрозділів на передньому краї. Це стосується підвозу провізії, води, боєкомплекту, медикаментів.

Таким чином, наземні роботизовані комплекси мають стати важливим елементом будь-яких військових операцій як на передньому краї, так і в тактичній глибині позицій противника.

Горбачов К.М., д-р філос.
Зуйко В.В., канд. військ. наук, доц.
Горбачова Я.С., д-р філос.
НУОУ

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

З появою безпілотних літальних апаратів (БпЛА), особливо ударних, а також нарощенням обсягів виробництва і безпрецедентною швидкістю модернізації, побудова сучасного бою сильно змінилась. Жоден рід військ, підрозділ і навіть окремий вогневий засіб вже не може ефективно діяти без урахування ризиків виявлення і подальшого ураження за допомогою ударних дронів противника. Однак для того, щоб бути виявленим на місцевості, потрібно бути поміченим безпілотним розвідником противника.

На даний час, в тактичній та ближній оперативній глибині, противник для виконання розвідувальних завдань використовує БпЛА типу Орлан-10 (30), Zala, Supercam, Альбатрос та інші.

Саме для боротьби з такими розвідниками противника і застосовуються розрахунки зенітних БпЛА або БпЛА-перехоплювачів, які з’явились відносно недавно. Перші знищення повітряних цілей групами ентузіастів, які працювали без спеціалізованого спорядження, даних від радіолокаційних станцій, відбулись близько року тому. Але вже ці перші факти виявлення цілі в повітрі з подальшим її знищенням наочно продемонстрували перспективність даного напряму і потенційно високу ефективність. На даний момент за ефективністю виконання завдань з виявлення та знищення розвідувальних БпЛА противника підрозділи БпЛА-перехоплювачів показали себе в десятки разів ефективніше.

Досягнуті результати у боротьбі з засобами повітряної розвідки противника стали основою для централізованого впровадження до складу підрозділів протиповітряної оборони військових формувань Збройних Сил України, Національної гвардії України та інших компонентів Сил оборони

штатних підрозділів, які озброєні безпілотними авіаційними комплексами, основним завданням яких стала заборона ведення противником повітряної розвідки. Слід зазначити, що ускладнення, перешкоджання та/або повне унеможливлення ведення противником розвідки в тактичній та оперативній глибині забезпечує збереження військ та об'єктів за рахунок створення у противника "інформаційного голоду", відсутності можливостей щодо обслуговування стрільби засобів ракетних військ і артилерії та ефективного застосування безпілотних систем на ураження.

За даними засобів масової інформації противника, підрозділи БпЛА-перехоплювачів найбільш ефективні на тих напрямках, де система розвідки повітряного противника і оповіщення як складова системи протиповітряної оборони має достатні можливості щодо видачі бойової інформації. А це можливо тільки у разі її насичення сучасними засобами радіолокаційної розвідки та забезпечення високого рівня підготовки особового складу.

Таким чином, найбільш перспективними напрямами розвитку підрозділів безпілотних систем, які виконують завдання протиповітряної оборони або протиповітряного прикриття, є використання радіолокаційних станцій, що побудовані за принципом Multimission Hemispheric Radar, та подальша цифровізація засобів ураження.

Грідасов І.Ю.
Худов Г.В., д-р техн. наук, проф.
Хижняк І.А., канд. техн. наук
ХНУПС

МЕТОД ДИСКРЕТНОГО ПОШУКУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА, ЯКЕ ЗАЗНАЛО ЛИХА, БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОШЕННЯ БЛЕКУЕЛА-БЛЕКА-КАДАНА

Відомо, що безпека є ключовою цінністю швидких та надійних комерційних авіаційних послуг. Міжнародне співробітництво у сфері авіаційної безпеки між урядами країн та галузевими організаціями під егідою International Civil Aviation Organization (ICAO) сприяло тому, що комерційна авіація стала найбезпечнішим способом перевезень. Імовірність авіаційних подій залишається вкрай низькою як на національному, так і на міжнародному рівнях. Однак, коли така подія все ж трапляється, наслідки будуть надзвичайно тяжкими – зокрема, йдеться про загибель членів екіпажу та/або пасажирів, втрату матеріальних ресурсів і значні фінансові збитки. Також слід зазначити, що особливої актуальності набуває питання удосконалення процесу авіаційного пошуку і рятування в умовах ведення бойових дій. Із початком широкомасштабного вторгнення збройних сил російської федерації на території України суттєво збільшились кількісні показники повітряних суден (літаків), які зазнали лиха зі складу Повітряних Сил Збройних Сил (ЗС) України та гелікоптерів зі складу армійської авіації Сухопутних військ ЗС України.

Для пошуково-рятувальних сил надзвичайно важливо максимально точно передбачити місцезнаходження повітряного судна, яке зазнало лиха, та раціонально організувати маршрут його пошуку, враховуючи наявні сили та засоби. Для вирішення даної задачі спочатку необхідно побудувати модель прогнозування місця падіння повітряного судна. Відомі тактичні методи проведення пошуково-рятувальної операції (ПРО) можуть бути оптимізовані за рахунок організації виходу засобу пошуку до заданої точки за мінімально можливий проміжок часу, що дозволяє підвищити імовірність збереження життя членів екіпажу та/або пасажирів. Зазначене можливо за умови, що засоби пошуку та зв'язку забезпечать постійну передачу інформації про місцезнаходження об'єкта пошуку. Останніми роками в міжнародній практиці для проведення ПРО активно застосовуються безпілотні літальні апарати (БпЛА) літакового типу. Ефективність застосування БпЛА в ПРО при пошуку повітряних суден, які зазнали лиха, обумовлена їхньою здатністю швидко покривати великі площі, здійснювати моніторинг важкодоступних районів і забезпечувати оперативне виявлення уламків або потерпілих членів екіпажу та/або пасажирів.

У доповіді розглянутий метод дискретного пошуку повітряного судна, що зазнало лиха, як тактичний метод визначення маршруту руху БпЛА при проведенні ПРО. Основним науковим результатом даної роботи є удосконалений метод дискретного пошуку повітряних суден, які зазнали лиха,

із використанням математичного відношення Блекуела-Блека-Кадана. Запропонований підхід базується на задачі оптимізації процесу виявлення об’єкта пошуку на площині із урахуванням імовірнісних характеристик його можливого місцезнаходження та ефективності обстеження певних секторів пошуку. Удосконалений метод дозволяє визначати рівномірно-оптимальну стратегію обстеження дискретних секторів району пошуку із урахуванням попередньо заданих імовірностей знаходження об’єкта пошуку, а також параметрів ефективності обстеження. Доведено, що використання відношення Блекуела-Блека-Кадана забезпечить вибір найбільш доцільних секторів для обстеження на кожному етапі пошуку, що дозволяє мінімізувати середній час виявлення об’єкта пошуку та оптимізувати використання пошукових ресурсів (засобів).

Гунько Л.В., д-р філос.
НАСВ
Мельничук В.І.
СБУ

УЛАШТУВАННЯ ПРЕДЕТОНАЦІЙНИХ ЕКРАНІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД БпЛА ПРОТИВНИКА ТИПУ “БАРАЖУЮЧИЙ БОЄПРИПАС” ЛАНЦЕТ-3

У Збройних Силах України є приклади ефективного улаштування захисних предетонаційних екранів (ПЕ), кодифікованих МО України, зокрема на основі сіток кільцевого плетіння. Одним із варіантів улаштування сітчастих укриттів, кодифікованих МО України, – це виріб “Захисний екран/легка сітка “RingGuard” з натяжним каркасом”. Завдяки спеціальній технології виготовлення сіток ПЕ сітка кільцева та сітка подвійного кручення, цей виріб витримує надзвичайно високе статичне навантаження на одиницю виміру. Міцність виробів з таких матеріалів підтверджена чисельними моделюваннями у програмних комплексах на основі методу скінченних елементів, а також натурними експериментами, проведеними за кордоном.

“Захисний екран/легка сітка “RingGuard” призначена для віднесення точки контакту БпЛА противника типу “баражуючий боєприпас” Ланцет-1, Ланцет-3, Куб з ОВТ і захисту озброєння та військової техніки (бойові броньовані машини, радіолокаційні станції, самохідні артилерійські і причіпні гармати), а також для захисту військових об’єктів, пунктів управління, складів, баз зберігання, споруд та об’єктів критичної інфраструктури. “RingGuard” розтягується на каркасній конструкції (динамічному каркасі, міцність опорного вузла стійки якого забезпечена шляхом її анкерування в ґрунт через спеціальну п’яту), що встановлюється безпосередньо над зразком ОВТ на висоті не менше ніж 1,8-2 м. Відмічено, що самі по собі сітчасті та решітчасті предетонаційні екрани не забезпечують повного захисту, вони тільки здатні створити безпечну віддаль від ОВТ до можливої точки вибуху бойової частини безпілотного літального апарата, а також підвищують шанс на викривлення його траєкторії і неспрацювання підривача при зіткненні з екраном.

Завдяки спеціальній технології виготовлення кільцевої сітки канатного плетіння з дроту з високим вмістом вуглецю цей виріб витримує статичне навантаження на одиницю виміру 1m² - 125 кН, що відповідає імпульсу зіткнення 12 746 кг. Рекомендовані параметри сітки: вічко 250 мм, тип з'єднання кілець 6 в 1, канати семип’ядного плетіння, діаметр дротів 2.0 мм із опором на розрив не менше 1770 Н/мм^2, або дріт діаметром 3,0 із опором на розрив 1560 Н/мм^2. У наближеному розрахунку, за умови найгіршого випадку, коли пікове навантаження від удару приходиться на одне кільце, зусилля у дроті може бути прийнятим N = 5 кН. За паспортом вибраного виробу, навантаження на розрив кільця у граничних умовах рівне 60.8 кН, що значно більше, ніж діюче навантаження, отже, міцність сітки на розрив забезпечена. Безпілотник Ланцет вдаряється в об’єкт атаки з силою 20 кН, що відповідає імпульсу зіткнення 996 кг. На наш погляд, варто зазначити, що для додаткового захисту ОВТ від скидних боєприпасів з дронів в екрані виробу застосовується допоміжна сітка, з меншим вічком – сітка подвійного кручення. Водночас, окрім верхнього та бічного улаштування ПЕ мають бути забезпечені передні та задні захисні елементи, з можливим швидким монтажем/демонтажем, для забезпечення кругового захисту ОВТ незалежно від кутів влучання БпЛА, без втрати мобільності та здатності ОВТ до стрільби. Для підвищення ефективності захисту

ОВТ у задній проєкції, можуть застосовуватись ґрунтовмісні швидкомонтовані фортифікаційні габіони.

Таким чином, безпілотники противника Ланцет-1, Ланцет-3 не можуть пробити такий ПЕ і знищити/пошкодити озброєння та військову техніку, а також інші військові об'єкти критичної інфраструктури. Проведені польові випробування "Захисного екрану/легкої сітки "RingGuard" та їх використання на фронті також засвідчили успішну зупинку БпЛА "Ланцет-3" та підрив на захисному сітчастому ПЕ.

Джаназян В.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GNSS НА ЗАСОБАХ УРАЖЕННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ, ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ЦИХ ПРОБЛЕМ

Основні проблеми супутникової навігації:

1. Глушіння (Jamming)

Використання потужних засобів РЕБ противником блокує або спотворювати сигнали GPS/GNSS, що призводить до втрати навігаційної точності або повного відключення системи супутникового наведення.

2. Спуфінг (Spoofing)

Введення в оману засобу ураження шляхом передачі фальшивих супутникових сигналів, що змушує БпЛА або ракету змінити курс або взагалі повернутися в інше місце.

Слід зазначити, що засоби ураження, які використовують супутникову навігацію, можна умовно розподілити на дві групи:

– багаторазові – зазвичай це ударні БпЛА мультироторного типу, які можуть здійснювати скидання боєприпасу або мінування автономно;

– одноразові – стратегічні ударні БпЛА (deepstrike), які завдають удар за заздалегідь визначеними координатами цілі.

Для подолання проблем з GNSS для першої групи можна використати наступні рішення:

1. Розгортання військової LTE мережі.
2. Використання супутникового Інтернету для керування БпЛА (як приклад, Nemesis)

Основними шляхами подолання завад для другої групи є:

1. Використання CRPA антен з підвищеною кількістю патч-антен (каналів), розташованих певним чином, для найкращої фільтрації перешкод.

2. Використання комбінованих систем навігації. Додавання інерціальної системи навігації дозволить подолати ділянку шляху з завадами.

3. Використання альтернативних систем навігації, як то оптичної або кореляційно-екстремальної, замість, або разом з системою супутникової навігації.

4. Використання сучасного програмного забезпечення, в тому числі штучного інтелекту, для виявлення аномалій у сигналах.

Дзеверін І.Г., канд. військ. наук, ст. дослід.
Воробйов О.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Болюбаш О.О., канд. техн. наук, ст. дослід.
Дзеверін Т.Ю.
ХНУПС

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ БпЛА ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ)

На теперішній час БпЛА-винищувачі (перехоплювачі) протидіють БпЛА противника як самостійними підрозділами, так і в складі тактичних груп Сил оборони України, взаємодіючи з різнорідними зенітними засобами ППО Сухопутних військ. При формуванні вхідних даних розробки

оцінки ефективності підрозділів БпЛА-винищувачів (перехоплювачів) (далі – підрозділ БпЛА) були прийняті певні обмеження, пов'язані з розв'язанням багатокритеріальної задачі. З метою компромісних рішень і врахування найбільш важливих факторів визначені обмеження дозволяють провести оцінку ефективність підрозділу БпЛА і водночас здійснювати подальші вдосконалення.

При формуванні вхідних даних розглянуто впливові фактори різної природи походження: погодні умови, організаційно-технічні, складна радіоелектронна обстановка та інші. Оцінка ефективності розроблена у вигляді послідовних дій користувача як методичних рекомендацій, які для спрощення сприймання пояснень і обґрунтувань названо методикою (далі – Методика). Вона базується на теоретичних базах знань і практичного застосування теорії ймовірностей: закону великих чисел, нормального розподілу, інтегральної оцінки ефективності приведеної одиниці (групи різнорідних підрозділів) як математичного сподівання. Оцінка ефективності підрозділу БпЛА пропонується як самостійної одиниці, так і у взаємодії з іншими зенітними підрозділами та враховує процес атаки зовнішніми екіпажами БпЛА від наведення, захоплення до ураження (нейтралізації – як відмови від виконання противником поставленої задачі, зміни маршруту чи втрату керування). Розглянуто внесок підрозділу БпЛА у протиповітряне прикриття військ (об'єктів) тактичної групи та їхню власну ефективність у приведених до сучасності видах (сценаріях) бойових дій: маневрова оборона, наступ (контратака), засідка, які постійно розвиваються.

Враховуючи особливості застосування повітряних дронів у протиповітряних боях при сумісному використанні засобів електронного впливу та традиційних зенітних систем у Методиці запропоновані сучасні підходи до поняття знищення повітряного противника. Перехоплення – наведення БпЛА на повітряну ціль з метою знищення. Це визначення акцентує увагу на активній дії: БпЛА спрямовується до цілі з конкретним наміром її знищити. Воно добре відображає початковий етап взаємодії, коли мета – не просто виявити ціль, а підготуватися до атаки, де наголос на "наведення" чітко вказує на процес, який передує ураженню. Ураження – вплив на повітряну ціль кінетичним способом, вибуховою хвилею, картеччю, шрапнеллю, накидом сітки, лазерним променем, електромагнітним імпульсом, спеціальною рідиною чи іншим впливом, що призводить до її повного фізичного знищення. Нейтралізація – примус повітряного противника змінити свої наміри або нанести вразливі ушкодження. Це ширше поняття, яке охоплює вплив на поведінку противника (наприклад, змусити його відступити чи змінити маршрут, втратити бойові спроможності, можуть включати дії на упередження в процесі прийняття рішення). Формуванню поняття нейтралізації БпЛА сприяли ряд наукових публікацій. Такий підхід робить термін універсальним, бо він враховує різні результати взаємодії, а не тільки фізичне знищення.

Крім цього залишається простір для ушкодження без повного знищення – це актуально для моделювання реальних сценаріїв сумісного використання БпЛА-винищувачів (перехоплювачів) з РЕБ та іншими сучасними методами електронної протидії. Виходячи із знань про ефективність бойового застосування підрозділу – як комплексного показника, який визначає здатність військової одиниці виконувати бойові завдання з урахуванням технічних характеристик, організації, підготовки особового складу та логістичного забезпечення, проведена корекція за назвою. Відносно задуму цієї методики, оцінювання ефективності застосування різнорідних підрозділів за найбільш впливовими, на думку авторів, критеріями та показниками, які можливо швидко розраховувати, змінювати до динаміки бойових дій або доповнювати більш доцільними до поставлених задач. Відносно введеного поняття нейтралізації повітряної цілі та доцільних критеріїв ефективності сумісного використання підрозділів ППО Сухопутних військ (вогневих одиниць, бойових машин, зенітних установок, відділень тощо) з підрозділами БпЛА-винищувачів (перехоплювачів) визначені наступні критерії та показники оцінки ефективності застосування: ефективність нейтралізації приведеною одиницею повітряного противника при заданому рівні координації та синергії від спільних дій; здатність підрозділу БпЛА до нейтралізації повітряної цілі при заданих операційних можливостях (внутрішня координація, технічна готовність, ресурсне забезпечення, швидкість реакції); внесок підрозділу БпЛА в ефективність застосування приведеної одиниці групи підрозділів; ефективність застосування приведеної одиниці при визначених технічних та організаційних показниках.

Методика як інструментарій користувача пристосована до різних сценаріїв (оборона, наступ, засідка), проведені розрахунки валідуються з показниками отриманими із досвіду бойових дій, та має здатність адаптувати ймовірність нейтралізації повітряної цілі до різних умов, спираючись на різні статистичні моделі.

Довгополий А.С., д-р техн. наук, проф.
Білобородов О.О., д-р техн. наук, ст. дослід.
Сащук С.І.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АВТОНОМНИХ ЗАСОБІВ

Досвід збройного протистояння показав, що основними типами навігаційних систем, що використовуються у вітчизняних зразках озброєння та військової техніки та у зразках противника, є системи супутникової навігації, системи інерціальної навігації, радіовисотоміри, датчики атмосферного тиску, оптичні та радіолокаційні кореляційно-екстремальні системи, MEMS-датчики (магнітометри, гіроскопи, акселерометри, датчики тиску). Кожний тип системи має свої переваги і недоліки, що пов'язані з їх основними показниками якості: склад навігаційних даних, точність, частота видачі даних тощо.

Сучасна апаратура супутникової навігації дозволяє забезпечити більшу частину потреб у точних навігаційних даних. Разом з тим сучасні засоби радіоелектронної боротьби спроможні суттєво обмежити можливість застосування навігаційних сигналів, особливо в районах безпосереднього зіткнення. Перешкодостійкі рішення на основі технологій CRPA-антен хоча і дозволяють знизити вплив засобів радіоелектронного подавлення каналів GNSS, але за масогабаритними показниками та внаслідок високої вартості існуючих рішень поки не набули поширення у вітчизняних зразках.

У доповіді представлено результати аналізу існуючих рішень для забезпечення навігаційними даними. Розглядають кращі світові серійні рішення: Northrop Grumman (США), Safran EDD (Франція), засоби противника виробництва МИЭА, Электроприбор, ОптоЛинк, ГироЛаб, Электрооптика, а також засоби вітчизняних виробників. Показано результати порівняльного аналізу масогабаритних та точнісних характеристик.

Представлені результати проведених досліджень щодо визначення впливу похибок навігаційних систем на показник кругового імовірнісного відхилення засобів ураження. Для спрощеного аналізу авторами запропоновано апроксимаційну залежність кругового імовірнісного відхилення від характеристик похибок інерціальних систем. Показано узагальнення структури похибок початкового визначення координат у випадку автономної навігації.

Для практичної перевірки запропонованих підходів до визначення похибок кінцевої точки траєкторії було проведено комплекс розрахунків точності попадання засобів повітряного нападу противника: ракети 9М723 оперативно-тактичного ракетного комплексу "Искандер" та ракети 9-С-7760 авіаційного ракетного комплексу "Кинжал" з безплатформною інерціальною навігаційною системою ИИБ-В (9-Б918) на основі гіроскопів МТ-501М; крилатих ракет 9М728, 9М729, 3М-14 з БІНС ГИБ-123-6 на основі лазерних гіроскопів МТ-401М-УА; ракети KN-23/24 з інерціальною системою на основі 64 трьохосних МЕМС-гіроскопів MAX-21100; ракети Х-101 з платформною інерціальною системою ПГИ-2М на основі динамічно налаштовуваних гіроскопів ДНГ-13; ракети Х-59 з безплатформною інерціальною навігаційною системою БИНС-М на основі ДНГ-5; ракети Х-69 з безплатформною інерціальною навігаційною системою на основі лазерних гіроскопів ЛГ-2. Отримані результати корелюють з похибками влучання зазначених засобів у випадку подавлення сигналів супутникової навігації.

Напрямами подальших досліджень визначено вивчення характеристик і можливостей головок самонаведення та альтернативних засобів навігації.

Дорота А.С.
НАСВ

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

“Війна дронів” – так сьогодні можна почути в багатьох джерелах та у висловлюваннях військових експертів. БпЛА стали невід’ємною частиною для відсічі збройної агресії росії проти України, зайнявши свою нішу в Силах оборони. Піхотинці, які знаходяться на передньому краї лінії бойового зіткнення, найбільше відчувають всі виклики. Знаходячись в укритті, здебільшого не можливо вести спостереження та вести вогонь по ворогу із займаної позиції, оскільки є вірогідність виявлення позиції ворогом, яка в подальшому, якщо позиція не обладнана, знищується ворогом FPV, дронами з скидами різного типу. Отже, піхотинець на передньому краї своєю присутністю на займаній позиції малює лінію бойового зіткнення, за яку щохвилини іде жорстокий бій за кожен метр. Дрони стали не тільки знаряддям для знищення противника, але й невід’ємною частиною в забезпеченні життєдіяльності підрозділів. Для ведення спостереження за полем бою і контролю обстановки перед переднім краєм відбувається корегування вогню артилерії та дій піхоти при проведенні наступальних, штурмових дій. Підрозділи розвідки БпЛА використовують для ведення розвідки в глибину для виявлення та знищення противника. Орієнтування на місцевості для дорозвідки маршрутів висування до позиції. Наземні роботизовані комплекси також зробили великий крок своїми діями на полі бою, а саме: проведення евакуації поранених з поля бою, де немає змоги під’їхати автомобілю чи бронетранспортеру; мінування місцевості різними типами мін, встановлення невибухових загороджень, з встановленням ягози в місцях, де противник проводить штурми на мотоциклах; пошук та перевірка маршрутів на наявність мін та розтяжок; забезпечення зв’язку між підрозділами; боротьба з засобами ППО, антидронова боротьба з сіткоматами для боротьби з Мавік скидами. Автоматизовані дрони з виносними пультами як вогневий засіб на різноманітних турелях для ведення вогню з кулеметів та ПТРК. Для командирів підрозділів БпЛА відіграє ключову роль в сучасній війні, при плануванні та ході бойових дій. Сьогодні важко уявити командира без ведення стріму на командному пункті у режимі реального часу за полем бою. Їх використання підвищує точність і ефективність бойових дій, знижуючи ризики для особового складу. Виявлення мінних полів противника тепловізійними БпЛА дозволяє більш якісно проводити оцінку місцевості. Перспективою для ефективного знищення противника є БпЛА та FPV з штучним інтелектом, які самостійно шукатимуть ворога на передньому краї, проводитимуть ідентифікацію свій чужий з прямим корегування або без нього. Використання нових програм для ідентифікації та розпізнавання цілей. Вантажні дрони для постачання боєкомплекту піхотинцю на передній край, проведення евакуації. З використання наземних комплексів РЕБ стає питання повітряного РЕБ для боротьби з повітряними цілями. Подальшим великим кроком розвитку БпЛА в оптоволоконному управлінні ставить нові завдання з його боротьбою та способами боротьби з ними. Одним із дієвих способів є підвішування вантажу на стальному канаті з прольотом по місцях, де, ймовірно, можливе провисання оптоволокна на перешкодах. Дрони з новим використанням радіоактивних батарей для збільшенням часу перебування в повітрі дадуть новий поштовх розвитку їх використання не тільки в військових цілях , а й цивільних.

Дядюшкін О.В.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ (НАЗЕМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ) У БОЙОВИХ ДІЯХ

Динамічний розвиток робототехніки та систем штучного інтелекту відкриває нові перспективи для трансформації сучасного поля бою. Наземні безпілотні комплекси (НБК), або роботизовані платформи, стають дедалі важливішим елементом воєнних доктрин провідних країн світу. Їх потенційне застосування у бойових діях обіцяє суттєві переваги, зокрема зниження ризиків для

особового складу, підвищення ефективності виконання завдань та розширення тактичних можливостей підрозділів.

Потенціал застосування роботизованих платформ охоплює широкий спектр завдань.

Розвідка, спостереження та рекогностування: НБК, оснащені різноманітними сенсорами (оптичними, тепловізійними, акустичними, РЛС), здатні вести тривале спостереження за позиціями противника, здійснювати розвідку місцевості (включаючи небезпечні зони – заміновані ділянки, зони хімічного/радіаційного забруднення) без ризику для розвідників.

Логістичне забезпечення: Транспортні НБК можуть використовуватися для доставки боєприпасів, пального, медикаментів та інших вантажів на передові позиції, особливо в умовах інтенсивного вогневого впливу противника, а також для евакуації поранених.

Інженерне забезпечення: Платформи можуть оснащуватися інженерним обладнанням для подолання загороджень, розмінування, створення проходів у мінних полях, зведення фортифікаційних споруд.

Вогнева підтримка та ураження: Озброєні роботизовані платформи (бойові НБК) можуть використовуватися для вогневої підтримки піхоти, ураження бронетехніки, укріплень противника, виконання завдань у міській забудові, де ризики для екіпажів пілотованих машин особливо високі. Сюди ж відносяться НБК-камікадзе.

Радіоелектронна боротьба (РЕБ) та зв'язок: НБК можуть слугувати мобільними платформами для розміщення засобів РЕБ або ретрансляторів зв'язку.

Незважаючи на значний потенціал, широке застосування НБК у бойових діях стикається з низкою серйозних викликів:

Автономність та управління: Забезпечення надійного каналу зв'язку та управління в умовах РЕБ противника. Розробка алгоритмів штучного інтелекту для забезпечення високого рівня автономності при прийнятті рішень, особливо щодо застосування зброї.

Прохідність та мобільність: Забезпечення руху НБК на складній місцевості (ліси, гори, руїни) порівняно з можливостями людини чи пілотованої техніки.

Енергозабезпечення: Обмежена ємність акумуляторів або необхідність використання двигунів внутрішнього згоряння, що збільшує помітність платформи.

Надійність та живучість: Вразливість до вогневого ураження, кібератак, впливу факторів навколишнього середовища. Необхідність розробки систем самодіагностики та ремонтопридатності.

Інтеграція в структуру військ: Розробка тактики спільного застосування пілотованих та безпілотних систем, підготовка операторів, зміна організаційно-штатних структур.

Вартість: Висока вартість розробки та виробництва складних автономних систем.

Етичні та правові аспекти: Проблеми відповідальності при застосуванні летальної зброї автономними системами, дотримання норм міжнародного гуманітарного права.

Роботизовані платформи мають значний потенціал для підвищення бойових можливостей механізованих і танкових військ та зміни характеру бойових дій. Вони можуть ефективно вирішувати завдання розвідки, логістики, інженерного забезпечення та вогневої підтримки, суттєво знижуючи ризики для особового складу. Однак повна реалізація цього потенціалу вимагає вирішення комплексу технологічних, тактичних, організаційних та етичних проблем, пов'язаних з автономністю, управлінням, надійністю, інтеграцією та вартістю НБК.

Журба К.І.
Громаковський Р.В.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІННОВАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У БпЛА

У ході повномасштабної війни в Україні активно застосовуються різні типи безпілотних літальних апаратів (БпЛА), адаптованих до сучасних умов високотехнологічного поля бою. За оцінками, саме БпЛА забезпечують до 80% бойових втрат противника.

Інноваційні рішення в БпЛА

Сучасні БпЛА оснащуються рядом технічних інновацій, які суттєво підвищують їхню ефективність у бою:

системи автоматичного донаведення – забезпечують ураження цілей навіть після втрати зв'язку з оператором;

передача даних через LTE/Starlink – дозволяє розміщувати операторів на безпечній відстані, використовувати нестандартні частоти та працювати через закриті канали зв'язку;

волоконно-оптичне управління – критичне в умовах активної РЕБ або у складному рельєфі;

інтеграція алгоритмів штучного інтелекту – забезпечує автономну маршрутизацію, розпізнавання цілей і ухвалення рішень. Це відкриває можливості для створення повноцінних ройових систем та автономних групових атак.

Виявлені переваги в тактиці та стратегії

Зниження вартості бойових дій – при одночасному зростанні точності, швидкості реагування та ефективності ураження цілей.

Високий потенціал масштабування – виробництво БпЛА суттєво перевершує традиційні засоби ураження та військову техніку за простотою, собівартістю та швидкістю масштабування. Малий цикл виробництва дозволяє швидко впроваджувати інновації, а близькість до поля бою – оперативно перевіряти нові ідеї та технічні гіпотези.

Розширення бойових можливостей малих підрозділів — з'явилась можливість здійснювати високоточне вогневе ураження на рівні взводу, роти чи батальйону без залучення важкої техніки, із збереженням гнучкості, мобільності та високої щільності вогню.

Обмеження застосування важкої техніки противника – постійна загроза ураження з боку апаратів з FPV-системами та баражуючих боєприпасів зробила надзвичайно небезпечним перебування танків, артилерійських установок і бронетехніки поблизу лінії бойового зіткнення. Це змусило противника зменшити їх активне застосування, навіть попри їх наявність.

Цілодобовий вплив на логістику противника – безпілотні системи дозволяють здійснювати постійний вогневий тиск на транспортні колони, склади, маршрути постачання та переправи. У низці випадків це стало вирішальним чинником для кінцевого результату проведення операцій.

Задерієнко С.І., канд. військ. наук, доц.
НАСВ

РОЗРОБКА КОНЦЕПТУ БЕЗПІЛОТНИХ КРОКУЮЧИХ СИСТЕМ ІЗ АМФІБІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Аналіз інформаційних джерел сьогодні свідчить про те, що у світі дедалі більше займаються науковими розробками наземних безпілотних систем з опорою на колеса, гусениці або ноги (лапи). Від типу опори безпілотної системи залежить спосіб переміщення, таким чином вона може їхати, повзти або крокувати. Природні істоти, які мають кінцівки, як правило, володіють вищим рівнем адаптивності і мобільності. Як показує практика, найбільш прохідною системою на складній місцевості з різко вираженими нерівностями земної поверхні буде безпілотна крокуюча система (БКС).

Кількість точок опори БКС на земну поверхню може коливатись в залежності від завдань. Наприклад, вже відомі БКС американської інженерної компанії Boston Dynamics: двоногі (антропоморфні), як PETMAN і Atlas; чотириногі, як BigDog, LittleDog, Spot, Cheetah; шестиногі, як Rise. Цілком імовірно нам слід очікувати появи БКС з більшою кількістю ніг (лап) у першу чергу для переміщення важких конструкцій. Також значна насиченість території України водними перешкодами: каналами, ставками, річками і озерами, змушують українських розробників БКС наділити останні амфібійними властивостями (АВ).

Амфібійні властивості БКС характеризують їх здатність рухатись і виконувати поставлені завдання не лише на суші, а і на поверхні води або під водою. Тобто наближення до водної перешкоди не повинно зупинити БКС з АВ. Особливості їх конструкції повинні забезпечити

виконання завдань у надводному чи підводному середовищі. Можливо, що безпілотну систему військового призначення крокуючу по поверхні води ми ніколи не побачимо внаслідок її незначної швидкості та вразливості, проте слід очікувати появи систем, що приховано крокують дном водної перешкоди або ж здатних плисти повністю зануреними у воду.

Розробка БКС з АВ та їх впровадження у реальне життя є серйозним викликом з погляду створення концепту. Насамперед для цього потрібно захищати електронні компоненти від впливу води, нарощувати обчислювальну потужність системи збору й обробки інформації, розробляти нові алгоритми дистанційного управління (дротові, бездротові, оптоволоконні тощо), розвивати здібності у тому числі з залученням передових розробок у сфері штучного інтелекту. Наприклад, доведеться вирішити завдання про автономне прийняття рішень (без команди оператора) на зміну швидкості руху БКС з АВ, самостійного виходу з зони радіоперешкод, підвищення ступеня прохідності, збереження енергоефективності та інші.

У розрізі ефективне переміщення БКС з АВ різними поверхнями (наприклад, чорнозем, болото, каміння, пісок, трава) крокуючий метод руху (тобто із використанням двох і більше опорних кінцівок) генерує деякі специфічні обмеження і завдання: переміщення власної маси і корисного навантаження, орієнтування системи у довкіллі, підтримка рівноваги і постійної або змінної швидкості руху, обчислення положення кінцівок у просторі, передбачення характеру опорної поверхні на шляху прямування, стійкість до вогневого впливу противника. У разі успішного вирішення вищевказаних завдань БКС з АВ матиме змогу крокувати, переміщуватись і наближатись до точки призначення (району дій) у заданому напрямку на сильнопересіченій (складнопрохідній) місцевості.

Таким чином, науковій спільноті в Україні станом на сьогодні є сенс зосереджувати зусилля на розробці такого зразка БКС з АВ, який би повністю задовольнив особовий склад за показниками маневреності, маскувальної здатності та ефективності на полі бою.

Заєць Я.Г., канд. техн. наук, ст. дослід.
Давіденко С.В., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТОВОЛОКОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ FPV-ДРОНАМИ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

У 2024 році справжнім проривом на полі бою в російсько-Українській війні стали безпілотники, які керуються за допомогою оптоволоконного кабелю. Сьогодні такими дронами активно користуються як українці, так і росіяни, а кількість їх застосувань вже обчислюється тисячами. Найбільш масового характеру історія безпілотників з оптоволокном набула на Курському напрямку, де росіяни переконалися, що ця технологія має дуже високу ефективність.

Управління оптоволоконними дронами здійснюється за допомогою не радіохвиль, а світлового сигналу, який передається тонким кабелем від пульта управління до дрона. Завдяки цьому такі дрони здатні працювати навіть у зоні активної дії ворожих систем радіоелектронної боротьби, оскільки останні проти них безсилі.

Механізм дії виглядає так: електричний сигнал спершу перетворюється на світловий, який передається оптоволоконним кабелем до приймача. Там він за допомогою спеціального конвертера знову стає електричним сигналом. Перервати цей зв’язок можливо, лише фізично пошкодивши кабель.

Головна особливість застосування оптоволоконної технології для управління FPV-дронами полягає в тому, що наразі не існує ефективних способів захисту від неї. Водночас вона має свої як переваги, так і недоліки.

До переваг слід віднести:

FPV-дрони на оптоволокні нечутливі до впливу систем радіоелектронної боротьби;

стабільність зв'язку, висока якість зображення, безпека та швидкість передачі даних;

здатність летіти на надмалій висоті та проникати у відкриті вікна чи двері транспортних засобів і будівель, а також атакувати цілі фактично з землі, а не з повітря.

Недоліками є:

обмеженість радіуса дії (дальності застосування) довжиною оптоволокна;

збільшення ваги FPV-дрона, за рахунок конструкції – кабель і котушка із системою подачі, та зменшення його корисного навантаження;

ламкість оптоволоконного дроту при згинанні, що може призвести до втрати БпЛА;

обмеження швидкісних та маневрових можливостей порівняно зі звичайними FPV-дронами, необхідність вміння плавного керування, для запобігання пошкодженню кабелю;

наявність демаскуючого фактора оптоволокна та обмежена можливість його багаторазового використання;

відсутність можливості контролю за показником використаної довжини дроту.

В умовах сьогодення оптоволоконне управління стало новим трендом на фронті, а кількість дронів на оптоволокні лише збільшується. Сили безпілотних систем ЗС України продовжують масштабувати використання оптоволоконних модулів, інтегруючи їх у бойові платформи різних типів.

Однак БпЛА з радіозв'язком все одно залишатимуться основним засобом ураження для операторів БпЛА. Оптоволоконні технології не можуть повністю замінити класичні схеми керування FPV. Бо це лише один із варіантів використання, який повинен застосовуватись відповідно до цілей і задач з урахуванням їх переваг і недоліків.

Засядько А.А., д-р техн. наук, проф.
Гусак М.Ю., канд. техн. наук
Цуря Е.І.
Швець С.І.
ДНДІ ВС ОВТ

ОЦІНКА ТОЧНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АПАРАТУРИ СПОЖИВАЧІВ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ

Оцінка точностних характеристик апаратури споживачів глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС) є складним процесом, який залежить від численних факторів, таких як чутливість приймачів, геометрія супутників, завади, багатопроменеве розповсюдження сигналів, а також іоносферні й тропосферні умови. Аналіз існуючих методик виявив їхню ресурсоємність і математичну складність, що обумовлено необхідністю інтеграції різних систем координат (ITRF, WGS84, ENU), обчисленням систематичних і середньоквадратичних похибок, а також застосуванням статистичних методів. Тому виникла потреба в оптимізації процедур випробувань і розробці сучасного методичного апарату проведення випробувань та використання спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації обробки інформації під час тестування апаратури споживачів ГНСС, що використовують бортові комплекси управління пристроями БпЛА та наземними роботизованими комплексами для реалізації необхідної траєкторії.

Колективом авторів ДНДІ ВС ОВТ розроблений методичний апарат, що дозволяє проводити випробування апаратури ГНСС та характеризувати продуктивність системи, гарантувати відповідність стандартам якості виробника та очікуванням кінцевого користувача. В межах методичного апарату запропоновані тестові сценарії, які оцінюють показники ефективності приймача в статичному режимі за такими основними параметрами:

– точність позиціонування;
– кількість ГНСС, що підтримуються;
– стійкість до завад;
– розпізнавання підроблених сигналів;
– підтримка кодів військового призначення;
– час до першого виявлення координат;
– чутливість приймача;
– час повторного виявлення.

Отримані результати мають значення для широкого застосування у сфері розробки та тестування озброєння і військової техніки, сприяючи підвищенню їхньої ефективності та конкурентоспроможності.

Зройчиков Д.В.
Камак Д.О.
Плинокос Д.Д., канд. екон. наук
ДНДІ ВС ОВТ

АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Сучасні тенденції розвитку озброєння та військової техніки включають в себе широке використання технологій штучного інтелекту (ШІ). Зокрема елементи ШІ активно використовується для виявлення та класифікації об'єктів на полі бою, інтелектуального керування безпілотними літальними апаратами, автоматичного наведення зброї, виявлення та нейтралізації кібератак, віртуальних інструкторів та навчальних симуляторів тощо, які зазвичай потребують людського інтелекту (дозволяють виявляти бронетехніку, живу силу на полі бою, підозрілі активності та реагувати на атаки в реальному часі, автоматизувати процеси наведення зброї на цілі з високою точністю, створювати автономні дрони, які навчаються ефективній поведінці на полі бою, реалізовувати реалістичні навчальні сценарії тощо), що покращує ефективність використання озброєння та військової техніки (ОВТ) та допомагає у розв'язанні потенційно небезпечних для здоров'я людей задач.

Вдосконалення систем ОВТ з використанням елементів ШІ відбувається шляхом модернізації вже існуючих (серійних) зразків, підвищуючи їх основні характеристики або розробки нових (автономних) систем, наділяючи їх спроможністю працювати без безпосереднього управління людини (оператора). Окрім того розробка автономних систем озброєння з ШІ, надає їм здатність приймати рішення та виконувати дії, пов'язані з ураженням цілей на основі закладених алгоритмів і даних, які вони отримують в реальному часі.

Впровадження ШІ в зразки ОВТ охоплює такі аспекти:

забезпечення сучасних підходів до цифрової трансмісії даних, закодованих у дискретні сигнальні імпульси (оцифрування);

інтеграції в системи ситуаційної обізнаності та автоматизовані системи управління військами;

створення автономних (роботизованих) систем озброєння.

ШІ є важливим кроком у розвитку військових технологій, забезпечуючи нові можливості для виконання військових місій з високою точністю та швидкістю. При цьому використання ШІ в автономних системах озброєння викликає етичні та правові питання, які потребують ретельного розгляду, зокрема:

- відповідальність за дії автономних систем (розробників систем, розробників програмного забезпечення, операторів та самих систем);
- вибірковість автономних систем (розпізнавання комбатантів та цивільного населення і виконання міжнародних гуманітарних норм);
- непередбачуваність автономних систем (прийняття рішень, які виходять за межі прогнозованого).

Подальше вдосконалення систем ОВТ з використанням технології ШІ потребує у найближчому майбутньому віднайти баланс між перевагами, які надають ці технології, і ризиками, пов'язаними з їх використанням в автоматизованих системах озброєння.

Івахів О.С., канд. політ. наук
Микитин В.Ф.
Касаткін Є.В.
НАСВ

ПРИНЦИП ТЕХНОЛОГІЇ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИДІЇ БпЛА

Слабка взаємодія та координація між різними складовими Сил оборони України і оборонними відомствами, недостатня підготовка мобілізаційного ресурсу, які найбільш гостро проявилася під час відсічі повномасштабної збройної агресії російської федерації, призвели до необхідності залучення

частини і підрозділів Сил Територіальної оборони до виконання завдань у складі військових угруповань, що безпосередньо протистоять агресії, змусивши їх повною мірою відчути на собі потребу в забезпеченні надійного захисту від безпілотних систем ворога. Як один з варіантів такого захисту пропонуємо розглянути особливості систем пасивного захисту, до яких відносяться такі, що реагують на загрози дронів шляхом попередження та виявлення, а не прямої атаки на них: радари, фотодетектори, акустичні датчики та обладнання для моніторингу сигналу.

1. Радар. Шляхом передачі та прийому електромагнітних хвиль виявляють присутність та місцезнаходження дронів. Великий діапазон виявлення та висока точність – це плюси даної системи, але на неї можуть впливати погода, забудови, рельєф місцевості та мала висота польоту об'єкта.

2. Фотодетектор. Тут використовують оптичні прилади для виявлення дронів. До звичайних фотодетекторів входять камери та інфрачервоні датчики. Вони можуть відстежувати рух БпЛА у режимі реального часу та завчасно попереджувати.

3. Акустика. Присутність безпілотників, звукові хвилі, що виникають під час їх польоту, все це виявляють акустичні датчики. Перевагами їх є низька вартість, швидке і легке розгортання, але на відстань виявлення та точність впливають такі фактори: навколишній шум, зокрема, “акустичне сміття”, рельєф місцевості та його супутні чинники.

4. Обладнання для моніторингу сигналу. Щоб визначити присутність та розташування дрона, застосовують моніторинг сигналу зв’язку між безпілотним літаючим об’єктом і оператором, для визначення його присутності та розташування. Ці пристрої охоплюють широкий діапазон частот та ідентифікують характеристики сигналу дрона, такі як частота, кут і відстань.

Вбачається, що перевагами систем пасивного захисту є низький ризик виявлення ворогом, високий показник власного маскування, економічна рентабельність.

За будовою, особливостями застосування вони реагують на загрози безпілотників за допомогою моніторингу та раннього попередження, а не безпосереднього впливу на операторів, а тому ризик дружнього вогню та побічного збитку низький.

Однак системи пасивного захисту також мають деякі недоліки, такі як затримка реакції, залежність від подальших заходів і технічна складність.

Пасивний захист, з іншого боку, підходить для широкого охоплення та довгострокового моніторингу, забезпечуючи постійні можливості раннього попередження.

Отже, зважаючи на особливості характеристик, прийомів застосування наявних та потенційних зразків пасивного захисту і протидії БпЛА, досвід їх використання у частинах і підрозділах Сил Територіальної оборони Збройних Сил України, вбачається обґрунтованою потреба у відповідному навчанні особового складу протидії безпілотним системам ворога. Однак практична реалізація такого висновку потребує і відповідного технічного забезпечення.

Ільницький І.Л.
Черненко А.Д., канд. військ. наук, ст. дослід.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОВІДНИХ КРАЇН-ПАРТНЕРІВ

Впровадження наземних роботизованих комплексів (НРК) у військовій сфері стало викликом для науковців провідних країн світу щодо розробки нових інноваційних технологій та їх вдосконалення. Авангардом щодо розробок та впровадження військових НРК стали такі країни, як США, країни Європейського Союзу, Велика Британія, Китай, Японія.

Застосування наземних роботизованих систем озброєння під час виконання бойових завдань у ході відбиття широкомасштабної агресії рф свідчить про їх стрімкий розвиток, зміну специфіки ведення бойових дій, встановлено фактори, які впливають на ефективність НРК.

На сьогодні в підрозділах ЗС України проходить апробацію ряд наземних роботизованих систем, таких як: від «UGV Trail- BIazer» – чеська наземна роботизована платформа, розроблена компанією «Suit-Bravo»; «Themis» – естонська наземна роботизована платформа універсального типу, розроблена компанією «MiIrem Robotics»; тактичний безпілотний естонський наземний транспортний

засіб (БНТЗ) «Гладіатор»; платформи «Themis» (UGV); роботизовані платформи Themis Combat Support, які призначені для бойових розвідувальних та логістичних операцій, водночас зменшуючи ризики для людських життів, а саме ведення розвідки на тактичному рівні, зокрема радіаційної, хімічної та бактеріологічної тощо, вогнева підтримка рівня рота-батальйон, виконання заходів з логістичного забезпечення військ, надання медичної допомоги військовослужбовцям та їх евакуація.

Як показав досвід бойових операцій, НРК можуть використовуватися з іншими силами і засобами підрозділу і діяти у складі розвідувально-вогневого комплексу, розвідувально-ударного комплексу, ведення бойових дій НРК з використанням автоматизованої системи управління. НРК можуть служити як для мінування, так і для виявлення та знешкодження вибухонебезпечних пристроїв (виробник «Raytheon» США). Тож українські MilTech-стартапи активно працюють одразу як споживачі вітчизняних та закордонних технологічних розробок.

Створення та випробування військових технологій кластер Brave1, які показали випробування ударних платформ: таких як наземний бойовий комплекс Droid TW на гусеничній платформи; роботизована турель D-21-11, а також платформи TALON(США), які не тільки знищують позиції і техніку росіян а також мінують, евакуюють поранених, підвозять боєприпаси. Бойові здатності роботизованих платформ дозволяють використовувати їх для штурму об’єктів та позицій противника, розвідки, охорони блокпостів. Універсальна роботизована платформа – найкращий варіант засобу вогневого ураження противника, за необхідності як логістичний транспортний засіб, для виконання інших бойових завдань. Отже, створення та впровадження наземних роботизованих систем є однією з важливих передумов підвищення ефективності застосування форм та способів ведення бойових дій. Використання різних типів НРК забезпечує досягнення головної мети – це зменшення втрат особового складу.

Калачова В.В., канд. техн. наук, с.н.с., доц.
Смик С.І., канд. техн. наук
Місюра О.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Сізон Д.О.
Бабенко О.І., канд. військ. наук, доц.
ХНУПС

АВТОНОМНІ БЕЗПІЛОТНІ АВІАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ З ПІДТРИМКОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЇХ РОЛЬ У ПОСИЛЕННІ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ І ПІСЛЯ ПЕРЕМОГИ

Розпорядженням Кабміну України від 14 червня 2017 року № 398-р було затверджено “Основні напрямки розвитку ОВТ на довгостроковий період”. Цим документом напрями розвитку роботизованих технологій та систем штучного інтелекту і робототехніки визначено пріоритетними. При цьому розвиток автономних безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) з підтримкою штучного інтелекту залишається особливо актуальним для посилення спроможностей Збройних Сил України як під час російсько-Української війни, так і у перспективі. На підставі вимог “Стратегії воєнної безпеки України”, положень “Основних напрямків розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період”, результатів аналізу застосування БпАК в бойових діях з відбиття широкомасштабної агресії рф, розвитку безпілотних авіаційних комплексів в інших країнах, у першу чергу в країнах НАТО, можна визначити такі перспективні напрями розвитку БпАК: розроблення автономних систем, здатних приймати рішення практично миттєво за результатами аналізу обстановки; розроблення модулів розвідки, керування, навігації та зв'язку з елементами штучного інтелекту та з можливістю розпізнавання цілей у реальному часі; організація спільних автономних дій БпЛА, направлених на рішення загального завдання. Звідси можна сформулювати основні напрями досліджень щодо розвитку БпАК та збільшення їх спроможностей з виконання завдань за призначенням:

- розроблення методів розпізнавання наземних та надводних цілей з використанням усього спектра їх фізичних полів;

- розроблення нових алгоритмів керування, навігації, функціонування засобів розвідки, які можуть використовуватися в складі штучного інтелекту перспективних БпЛА різних типів та класів;

- розроблення вимог щодо захисту БпЛА та його цільового спорядження від впливу засобів радіоелектронної протидії противника;

- розроблення вимог щодо посилення штучного інтелекту елементів систем БпАК, зокрема: керування та контролю, бортових засобів розвідки, РЕБ, пересилання розвідувальних даних тощо;

- розроблення програмних засобів управління груповим польотом БпЛА;

- аналіз слабких місць ліній керування і контролю, ліній передавання даних та пілотажно-навігаційних систем БпЛА з точки зору захищеності від перешкод противника;

- пошук нових високоенергетичних палив для силових установок та електричних батарей для електродвигунів БпЛА.

Таким чином, основними принципами під час розроблення БпАК слід вважати високу автономність, модульність, здатність об'єднуватися в мережу та обмінюватися даними, впровадження комбінованих систем управління та навігації (супутник/інерційна/по місцевості), розвиток оптичних систем самонаведення, а одним із головних технічних аспектів під час розвитку БпАК є втілення елементів штучного інтелекту у системи управління.

Калкаманов С. А., д-р техн. наук, проф.
Дубовик Г.В., канд. техн. наук
Олійник І.М.
Бескубський В.Г.
ХНУПС

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СКОРОЧЕННЯ ЗЛІТНОЇ ДИСТАНЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА

В умовах військової агресії рф проти України, яка привела до суттєвого збільшення загроз застосування засобів повітряного нападу противника, актуальним питанням є дослідження можливостей з виконання екстреного (поодинокого та групового) зльоту БпЛА літакової схеми з метою виведення їх з-під удару, а також для виконання інших термінових бойових (спеціальних) завдань за різних умов обстановки. Можливості виконання екстреного, з мінімальними інтервалами зльоту між літаками, та скороченого, з обмежених за розмірами (ушкоджених ворогом ЗПС, ґрунтових) ділянок, зльоту літака залежать від багатьох факторів, таких як:

- злітна маса літака;
- стан і нахил поверхні ЗПС;
- напрямок і сила вітру;
- температура, тиск і вологість повітря в районі зльоту;
- ефективність механізації крила, які безпосередньо впливають на темп розгону літака і дистанцію розбігу.

В роботі наведено результати досліджень можливостей зменшення довжини розбігу безпілотного літака на основі аналізу динаміки руху літака під час розбігу з використанням імітаційного моделювання з урахуванням нестаціонарних аеродинамічних сил та моментів. Довжина розбігу перш за все залежить від швидкості відриву, величина якої визначається несучими властивостями літака щодо створення короткочасного нормального швидкісного перевантаження для відриву від ЗПС. Несучі властивості літака під час зльоту та посадки підвищуються за рахунок використання злітно-посадкової механізації. Водночас випуск механізації крила перед зльотом приводить до збільшення лобового опору, що зменшує прискорення літака та збільшує довжину розбігу. Для зменшення цього негативного впливу механізації крила було запропоновано відтермінування випуску механізації крила з метою збільшення прискорення під час розбігу, що в свою чергу призведе до зменшення довжини розбігу. Для пілотованого літака відтермінування випуску закрилків у злітне положення до швидкості, меншої швидкості відриву, дозволить зменшити довжину розбігу до 25%.

Отримані для пілотованих літаків результати досліджень щодо скорочення злітної дистанції можуть бути застосовані для БпЛА літакової схеми оперативного рівня типу Bayraktar TB2 і тактичного рівня типу Hermes 450, які мають механізацію крила.

Для БпЛА тактичного рівня літакового типу без механізації крила з повністю автоматизованим виконанням польотів, в тому числі режимів зльоту та посадки, можливе також короткочасне відхилення флапейронів (або елеронів, перепрограмованих на режими роботи флапейронів для режиму зльоту) для збільшення приросту підйомної сили перед відривом БпЛА від ЗПС. Результати імітаційного моделювання зльоту з застосування короткочасного відхилення флапейронів показали можливості додаткового скорочення довжини розбігу безпілотного літака.

Камак М.Д.
Інститут проблем математичних машин та систем НАН України
Казимир В.В., д-р техн. наук, проф.
Національний університет “Чернігівська політехніка”
Камак Д.О.
ДНДІ ВС ОВТ

ОПТИМІЗАЦІЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ НА EDGE-ПРИСТРОЯХ У СКЛАДІ РОЇВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вступ. У сучасних умовах безпілотні літальні апарати (БпЛА) усе ширше використовуються у складі кооперативних систем, відомих як рої дронів. Такі системи мають значний потенціал для виконання завдань моніторингу, розвідки, пошуково-рятувальних операцій, а також для військового застосування. Водночас координація та автономність роботи кожного БпЛА вимагає високого рівня обчислювальної самостійності, що реалізується за допомогою edge-пристроїв на борту кожного дрона. У зв'язку з цим виникає потреба в оптимізації глибоких нейронних мереж (Deep Neural Network, DNN), які використовуються для обробки зображень, прийняття рішень та навігації в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

Мета цієї доповіді – розглянути ефективні методи оптимізації глибоких нейронних мереж для забезпечення їх функціонування на edge-пристроях у складі рою БпЛА.

Основна частина. БпЛА в роєвій структурі зазвичай оснащуються невеликими обчислювальними платформами типу Raspberry Pi, NVIDIA Jetson Nano або Coral Edge TPU. Ці пристрої мають обмежену кількість ядер, пам’яті та енергоспоживання, тому пряме використання великих DNN моделей, таких як ResNet, EfficientNet або GPT, є малоефективним. Основними обмеженнями є висока латентність, перевищення допустимого енергоспоживання, недостатня швидкість обробки для задач реального часу (навігація, виявлення об'єктів, ухилення від перешкод).

Щоб зробити глибокі нейронні мережі придатними до роботи на edge-пристроях у складі рою, використовуються такі підходи:

- квантування (Quantization), зменшення точності числових представлень ваг і активацій. Це дозволяє скоротити обсяг пам’яті та підвищити швидкість обчислень без значного погіршення точності;

- прискорення через фреймворки TensorRT, ONNX Runtime, Coral Edge TPU Compiler, що дозволяють запускати оптимізовані моделі на специфічному апаратному забезпеченні;

- використання моделей, спеціально створених для edge (MobileNet, SqueezeNet, EfficientNet-lite, YOLOv8n). Наприклад, YOLOv8n успішно використовується для детекції об’єктів у реальному часі на Jetson Nano з високою точністю та низькою затримкою;

- принципи пруїнгу (pruning), видалення зайвих зв’язків у нейронній мережі з мінімальним впливом на її продуктивність;

- Knowledge Distillation, навчання легкої моделі (student) на основі результатів роботи важкої (teacher), що дозволяє зберегти ключові ознаки при меншій складності.

У складі роїв дронів кожен апарат може виконувати автономні функції:

- виявлення перешкод;

- розпізнавання об'єктів;
- синхронізація з іншими БПЛА;
- прийняття рішень в реальному часі без зв’язку із сервером.

Оптимізовані моделі дозволяють зменшити час обробки кадру до 30–50 мс, що є критичним для динамічних середовищ. Також це знижує енергоспоживання та продовжує час автономної роботи дрона.

Висновки й пропозиції. Оптимізація глибоких нейронних мереж є критичним аспектом для забезпечення ефективної роботи роїв безпілотних літальних апаратів. Застосування квантування, пруїнгу, knowledge distillation та мобільних архітектур дозволяє запускати нейромережі на edge-пристроях із мінімальними витратами ресурсів. Це відкриває нові можливості для розробки автономних, масштабованих, розумних систем дронів, здатних працювати як окремо, так і в кооперації, виконуючи складні завдання в реальному часі.

Каневський Л.Б., канд. техн. наук, доц.
Добровінський В.П.
ЖВІ

ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ПАСИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ АКТИВНИХ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ АБО ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ПРОТИВНИКА

Результати аналізу застосування безпілотних авіаційних комплексів під час відсічі збройної агресії російської федерації проти України вказують на наявність проблеми втрат безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Причиною більшості з них є активне використання противником засобів радіоелектронної боротьби або активних джерел радіовипромінювання (АДРВ). Одним з перспективних підходів щодо пошуку (подальшого знищення) АДРВ пропонується використання пеленгатора, встановленого на БпЛА.

З аналізу наукових підходів встановлено, що найбільш поширеними та зручними для технічної реалізації на одному БпЛА є пеленгаційні методи виявлення місцеположення за результатами спостереження інформативних параметрів, які характеризують поточне кутове положення та швидкість зміни кутового положення АДРВ відносно точки спостереження. В класичному способі визначення місцеположення АДРВ використовується тріангуляційний метод, який ґрунтується на обчисленні координат АДРВ на площині як геометричного місця перетину пеленгів, визначених з двох рознесених точок траєкторії. Для аналізу виникаючих при цьому помилок авторами вивчено теорію точності тріангуляційного методу. Встановлено, що в більшості практичних завдань застосування тріангуляційного методу не дозволяло забезпечити необхідну точність виявлення місцеположення АДРВ в заданій зоні. Удосконалення можливо за рахунок статистичних методів обробки.

З метою розвитку відомих методів авторами пропонується спочатку для уточнення координат АДРВ використовувати евристичні алгоритми, які ґрунтуються на ваговому підсумовуванні результатів використання тріангуляційного методу для всіх можливих поєднань пар пеленгів. У подальшому опрацьовувати отримані різні форми оптимальних оцінок за критеріями максимальної правдоподібності та найменших квадратів відносно точно відомого місцеположення БпЛА. На наступному етапі характерним є застосування алгоритму усунення систематичних помилок пеленгування як за рахунок формування траєкторій спеціального вигляду, так і за рахунок використання надмірності вимірів.

Крім цього, авторами запропоновано алгоритм оцінювання просторових координат з врахуванням флуктуаційних помилок власного місцеположення та орієнтації пеленгатора. Підхід до визначення координат АДРВ як до вирішення завдання оцінки вектора невідомих параметрів, який є нелінійною функцією результатів вимірювань при наявності адитивних шумів, дозволив при необмеженій кількості спостережень використовувати для визначення місцеположення стандартні рекурентні алгоритми оптимальної фільтрації.

Реалізація запропонованих підходів створює передумови до удосконалення методу виявлення АДРВ або засобів радіоелектронної боротьби за допомогою БпЛА в умовах його радіоелектронного подавлення, що теоретично дозволить забезпечити визначення місцезнаходження АДРВ або засобів радіоелектронної боротьби противника з точністю, достатньою для з нанесення їм вогневого ураження артилерією.

Канцедал В.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Могила А.А., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
ІРЕ ім. О.Я. Усікова НАН України

ОСОБЛИВОСТІ МІЖЕТАПНОГО СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИМ КОМПЛЕКСОМ РЕП МАЛИХ (ЛЕГКИХ) БпЛА У ДИНАМІЦІ КОНФЛІКТУ

У системі автоматизованого управління комплексом РЕП на його етапах функціонування приймається велика кількість різноманітних рішень стосовно внутрішньо- та міжетапного ситуаційного управління. Вони різняться за змістом, термінами дії та розробленням, спрямованістю впливу, інформаційною забезпеченістю, використанням ресурсів, рівнем прийняття рішень тощо. У зв’язку з цим виникає потреба в упорядкуванні рішень міжетапного ситуаційного управління для підвищенні керованості та результативності наземного комплексу РЕПа при протидії малим (легким) БпЛА при захисті важливого інфраструктурного об'єкту для сценаріїв керованого та автономного польотів БПЛА в умовах дефіциту часу протидії.

Мета доповіді: показати структуру та особливості паралельно-послідовної побудови алгоритму циклу міжетапного ситуаційного управління функціонуванням наземного комплексу РЕП залежно від ТТХ БпЛА і тактики його застосування та різних нижче зазначених факторів впливу.

Методика дослідження у мінливій обстановці складається з інформаційного опису спрощеної двосторонньої динамічної моделі конфліктної взаємодії складових багатофункціональних структур наземного комплексу РЕП та малого (легкого) БпЛА. Ця модель враховує потенційно можливу заздалегідь організацію цілеспрямованих етапів функціонування такого комплексу РЕП, його циклів внутрішньоетапного ситуаційного управління засобами розвідки, фізичного сигнального та прихованого інформаційного придушення структурних елементів БпЛА, а також координації – виконання умов узгодженості, інтеграції та контролю процесів та результатів їх взаємодії в циклі міжетапного ситуаційного управління.

Результати дослідження полягають у наступному. Надано інформаційні описи динамічного стану конфліктної ситуації, що є узагальненим об'єктом управління в динаміці конфлікту на основних етапах функціонування комплексу РЕП. Описи стану містять за потребою його етапів функціонування вхідні і вихідні складові конфліктної ситуації у різні моменту часу на інтервалі робітного часу комплексу як протистояння критично важливого переліку показників узагальнених тактико-технічних характеристик БпЛА та комплексу. Наведено для сценаріїв керованого або автономного польотів БпЛА переліки можливих етапів паралельно-послідовного функціонування комплексу РЕП, що заздалегідь орієнтовані на скоординоване досягнення Головної мети управління – нейтралізацію їх загроз об’єкта захисту. Виділено кроки алгоритму циклу між етапного ситуаційно управління, які крім забезпечення оптимізації розв'язання завдань поточного етапу при обмеженні витрат ресурсів здійснюють умови узгодження, інтеграцію та контроль результатів керування при зміні етапів, щоб отримати результативність, безперервність керування та закінчення циклу управління. Особливості побудови алгоритму криються у спільному використанні на інтервалі робітного часу комплексу засобів розвідки та засобів придушення, нарощування зусиль за зміни етапів у міру накопичення та надходження розвідувальної інформації для керування, а також у технологічних особливостях його реалізації, що пов'язані із необхідністю застосування засобів штучного інтелекту.

Ефективність алгоритму, що розглядається, характеризується певним приростом результативності комплексу РЕП - поліпшенням показників придушення БпЛА за більш короткий час функціонування і на більшій відстані від об’єкта захисту при забезпеченні безперервності управління

засобами розвідки і спрямованого за напрямком придушення комбінаціями різних видів завад з наростаючим маскуючим або/та імітуючим ефектами впливу.

Наведено обмеження, властиві наземному комплексу РЕП, розуміння яких відкриває шлях до їх подолання. Наприклад, включення до його складу прив'язного аеростата веде до досягнення потенційної результативності протидії різним типам малих БпЛА за рахунок суттєвого розширення функціональних можливостей комплексу, збільшення його інтервалу робітного часу, появі нових об'єктів розвідки та придушення в нових умовах протидії, де використовується вся структура малої безпілотної системи, яка раніше була недоступна наземному комплексу РЕП.

Караванов О.А., д-р філос.
НАСВ

ПІДХОДИ ДО БОРОТЬБИ З FPV-ДРОНАМИ

Аналіз масштабного застосування FPV-дронів у російсько-Українській війні свідчить про суттєве зростання їхньої ролі в бойових діях як ефективного засобу вогневого ураження. У відсотковому співвідношенні дрони-камікадзе поступово зайняли провідне місце (до 70%) у завданні втрат живій силі та техніці в тактичній глибині. Отже, ефективна протидія цим засобам є критично важливою для зниження втрат і забезпечення переваги на полі бою.

Боротьба з FPV-дронами передбачає комплексний підхід щодо захисту від їхнього впливу у вигляді "активних" та "пасивних" заходів, які необхідно реалізувати.

До "активних" заходів належать:

виявлення та знищення розрахунків операторів дронів-"камікадзе" (імовірні місця пуску, наявність ретрансляторів, спеціального підготовленого майданчика для запуску FPV тощо);

раннє виявлення БпЛА (візуально, на слух, сигнал детектора тощо) і оповіщення (отримання повідомлення) про знаходження дрона у районі ваших дій;

застосування РЕБ для блокування сигналів керування, відеозв’язку та супутникової навігації;

зменшення часу перебування у ймовірній зоні ураження за рахунок швидкості транспортного засобу;

знищення БпЛА вогнем стрілецької зброї, в першу чергу з гладкоствольних рушниць (до 50 м);

знешкодження шляхом випуску сітки зі спеціальних пристроїв ближнього радіуса дії (20-30 м);

маневр – дії особового складу щодо ухилення від ураження дроном (розосередження, зайняття укриттів, активне переміщення на відкритій місцевості при загрозі ураження);

забезпечення логістики підрозділам на ЛБЗ за рахунок використання "важких коптерів" та наземних роботизованих систем доставки вантажів та евакуації поранених.

"Пасивні" заходи:

додаткове фортифікаційне обладнання позицій (підготовка антидронових ніш та "нір", вигинів при вході в бліндажі та укриття, встановлення навісних захисних сіток та загороджень);

маскування позицій та техніки (установка маскувальних сіток з неправильною геометричною формою з відстанню до техніки 0,3-0,5 м у тіні дерев і кущів, усередині зруйнованих будівель, застосування теплозахисних накидок, контроль демаскуючих ознак з дрона);

створення хибних позицій (обладнаних джерелами тепла та світла) із встановленням макетів військової техніки та транспорту та імітацією їх діяльності;

обладнання захисних екранів з рибальських сіток на маршрутах ротації, евакуації особового складу, доставки боєприпасів, води та продовольства;

встановлення навісних елементів захисту та «купольних» систем РЕБ на техніку;

врахування погодних умов, особливостей місцевості та часу доби при плануванні активних дій та переміщень;

постановка аерозольних завіс, створення вогнищ задимлення позицій (об'єктів) та маршрутів руху (у тому числі хибних).

Масштабне використання FPV-дронів у сучасному бою вимагає системної та багаторівневої протидії. Їхня висока ефективність у вогневому ураженні потребує впровадження комплексу

"активних" і "пасивних" заходів захисту. Такий підхід дозволить знизити втрати, зберегти боєздатність підрозділів та підвищити стійкість до новітніх загроз на полі бою.

Карлов Д.В., д-р техн. наук, с.н.с.
Сафарова Г.М.
Крайчик Л.О.
ХНУПС

ВЗАЄМОДІЯ ЕКІПАЖІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ І ПРОБЛЕМАТИКА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ

У сучасних умовах ведення війни, під час виконання бойових завдань та ведення повітряної розвідки екіпажі безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) найефективніше та найлегше взаємодіють з артилерійськими підрозділами. Це дає змогу ефективніше виявляти ціль на місцевості, визначати її координати, наводити вогневий засіб на ціль, здійснювати постріл та корегувати вогонь тощо.

Для якісного вирішення бойового завдання та ефективної взаємодії екіпажів БпАК необхідно мати максимальну взаємодію з сусідніми підрозділами (РЕР, РЕБ, ППО, підрозділи Сухопутних військ), в смузі яких ведеться повітряна розвідка та виконуються поставлені завдання. Для покращення роботи БпАК потрібний постійний обмін інформацією про:

- погодні умови в даному напрямку виконання бойового завдання;
- наявність та розміщення ворожих засобів ППО та РЕБ і їхній вплив;
- наявність безпечних коридорів прольотів для безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в зоні виконання бойового завдання.

Організація та тісна взаємодія між екіпажами БпАК та артилерійськими підрозділами під час ведення бойових дій сприяє якісному та своєчасному виконанню бойових завдань.

Зокрема, досвід застосування безпілотних літальних комплексів (БпАК) в сучасних збройних конфліктах, війнах, зокрема під час відбиття військової агресії рф проти України, свідчить, що попри високу актуальність використання БпАК існує ряд проблемних питань, пов’язаних з їх застосуванням.

Під час виконання бойових завдань, ведення повітряної розвідки та спостереження якісній та ефективній роботі БпАК та їх екіпажам найчастіше вадять дані чинники:

- наявність та розміщення ворожих засобів ППО та РЕБ і їхній вплив;
- відсутність або недостатня взаємодія зі своїми засобами ППО та РЕБ, а також з артилерійськими підрозділами в зоні виконання бойового завдання;
- ненадійність та можливість витоку інформації про роботу (польоти) безпілотних літальних апаратів (БпЛА);
- відсутність необхідного обладнання у екіпажів БпАК (підходящий транспорт, засоби радіоелектронної розвідки (РЕР), застарілі засоби зв’язку тощо).

Аналіз досвіду застосування Збройними Силами України БпАК під час відбиття військової агресії рф проти України чітко показує, що однією з найбільш вагомих проблем використання БпЛА, яка істотно впливає та знижує ефективність ведення бойових дій, це - вплив засобів ворожого РЕБу, який придушує усі частоти та блокує усі канали, а саме: управління БпЛА, телеметрію, відео.

Чинник, який суттєво зменшує ефективність якісного виконання бойового завдання та є проблемним елементом під час застосування БпАК, – це необізнаність та відсутність взаємодії інших підрозділів з екіпажами БпЛА.

Слід зазначити, що ефективна взаємодія БпАК та завчасне вирішення вищенаведених проблемних чинників покращить та значно полегшить роботу екіпажів БпЛА під час виконання бойового завдання, ведення повітряної розвідки, дорозвідки та спостереження, корегування вогню артилерії, а також сприятиме якісному та своєчасному виконанню бойового завдання.

Касаткін Є.В.
Ніколаєва Л.Я.
Микитин В.Ф.
НАСВ

БЕЗПІЛОТНА АВІАЦІЯ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

«Добре слово і револьвер діють краще, ніж просто добре слово». Як би недоречно не звучав вислів, який приписують Аль Капоне, у контексті безпілотних систем, його суть цілком відповідає призначенню цих систем – перемозі над опонентом на відстані від останнього.

Збройні конфлікти, на жаль, залишаються однією з визначальних ознак і у XXI столітті. Їх актуальною особливістю є наявність категорії безпілотних систем як одного з важливих видів ОВТ.

Тенденція до зростання ваги БпЛА на полі бою обумовлена низкою їх переваг, серед яких: використання БпЛА в умовах потужної протидії систем ППО – при втраті апарата не загинув і не потрапив в полон жоден військовослужбовець; багатоцільове використання БпЛА – за їх рахунок більш ефективно вирішуються завдання багатьох типів розвідки, РЕБ, цілевказівки, корегування вогню, ретрансляції радіозв'язку тощо без ризику для особового складу; збільшення типів засобів повітряного нападу (ЗПН), зменшення їх розмірів – технічний прогрес і вимоги бою забезпечили мінімізацію розмірів як одного з шляхів підвищення живучості, створення міні- і мікроударних і розвідувальних БпЛА; зменшення помітності для РЕБ і ППО – використання у БпЛА так званих «радіопрозорих стеллс-матеріалів» із полімерними композитними компонентами; цілодобова, практично, тотальна, повітряна розвідка – розвідувальна апаратура працює в різних діапазонах електромагнітного спектра, інфрачервоних систем, а також наявність РЛС з синтезованою апаратурою дозволяють спостерігати за полем бою у режимі нон-стоп; збільшення часу перебування БпЛА в повітрі – дозволяє вирішити питання збільшення дальності польоту і терміну постійної присутності у визначеному квадраті.

Повномасштабне вторгнення рф, динаміка бойових дій зі спротиву і відсічі агресії створили в Україні потужний імпульс для розвитку філософії застосування безпілотних систем у науковій, виробничій, прикладній сферах. Виробники і постачальники конкурують у використанні най-дешевших матеріалів і компонентів у своїх конструкціях, збільшують обсяги виробництва та якісні показники своєї продукції.

Беззаперечні факти ефективного застосування Силами оборони України повітряних, морських, наземних безпілотних систем переконливо свідчать про лідерські позиції нашої країни у цій галузі. Серед прикладів ефективного використання, що вже увійшли до підручників, - знищення крейсера «москва», інших російських військово-морських плавзасобів у Чорному морі, потужні руйнування паливних інфраструктурних об'єктів росії, результативні атаки на аеродроми базування стратегічної авіації ВКС рф тощо. Завдяки таким зусиллям над головами росіян постійно літають сотні українських безпілотників, які атакують не лише їх техніку, але навіть окремих військових. Самі українці визнають, що це ще й компенсація нестачі артилерійських снарядів, які через масові атаки росіян просто закінчуються.

Приклад України у реалізації теорії і практики безпілотних систем переконливо свідчить про нагальну потребу для іноземних партнерів активно розробляти власну політику щодо цього виду зброї, забезпечувати не лише її якість, але й низьку ціну і масове виробництво.

Кисільов В.І.
Середенко М.М.
Юрченко Р.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпАК

За роки широкомасштабного вторгнення зс рф на територію Україна у ЗС України внесено ряд змін в порядок застосування БпЛА. Аналітики OSINT, які переглядають кожне відео знищення ворога дронами в Україні, вважають, що ефективність багаторазових великих дронів, які несуть на собі менші безпілотники, сильно недооцінена. Вони також вважають, що наслідки їхніх ударів часто не відрізняються від артилерійських, і саме вони можуть бути причиною знищення великої кількості техніки та інших важливих об'єктів, уражених "невідомою зброєю".

Багаторазові великогабаритні дрони, які несуть на собі менші безпілотники, очевидно, є технологією війни найближчого майбутнього.

Україна працює над удосконаленням великогабаритних дронів, щоб перетворити їх на справжні літаючі авіаносці.

Перші згадки про українські безпілотники, які переносять менші дрони, з'явилися ще в листопаді 2023 року. Росіяни скаржаться, що українські FPV-дрони атакують цілі на відстані до 40 км за лінією фронту, або навіть більше. Це занадто далеко для FPV-безпілотників, а отже, це свідчить про використання літаючих авіаносців для їх доставки в російський тил.

Користуватися FPV-дроном відносно просто – достатньо самого безпілотника та оператора. Але коли у вас великий дрон несе на собі кілька маленьких дронів у ворожий тил, де кожен з цих менших безпілотників має можливість вразити окрему ціль, тут вже є потреба і в більшій кількості складного обладнання, і в тіснішій взаємодії цілої команди фахівців, включно з кількома операторами БпЛА.

Раніше Україна вже показала кілька різних конструкцій великих дронів – як з нерухомим крилом, так і з кількома гвинтами. При цьому вони можуть нести різну кількість FPV-дронів – один, два, чотири або шість. Через технічну складність узгодженого керування одразу кількома дронами, які отримують ретрансльований сигнал з материнського корабля, на практиці є найкращим варіантом, можливо, поєднання багаторазового дрона з одним дроном-камікадзе. Саме так, наприклад, цю технологію розвивають у підрозділі "Птахи Мадяра".

Вибір між фіксованим крилом або гвинтовою схемою також передбачає компроміси. Дрони з гвинтами, зазвичай, літають досить низько (300–400 метрів), де вони вразливі для багатьох засобів впливу, включно вогонь зі стрілецької зброї та засоби РЕБ. З іншого боку, дрони з нерухомим крилом, як у літака, можуть підніматися на значну висоту, де стають недосяжними для багатьох засобів впливу. Але там їх добре бачать ворожі радари, що робить їх простішою мішенню для ураження зенітними системами ворога.

Окрім ударних місій великі дрони можна використовувати і для оборонних завдань. Зокрема вони виступають в ролі літаючого пускового майданчика для FPV-перехоплювачів, які полюють на ворожі дрони. Так, великий дрон-авіаносець може патрулювати небо на висоті, а FPV, які він несе на собі, запускаються лише тоді, коли неподалік з'являється ворожий безпілотник.

Це тільки початок розвитку. У майбутньому можна буде побачити материнські кораблі, які переносять змішане навантаження розвідувальних і ударних безпілотників".

Кізло Л.М.
Пашковський В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Луньков А.В., канд. іст. наук, доц.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Війни та глобальні військові конфлікти завжди були рушійною силою для інновацій, які стимулювали розвиток технологій, особливо у військовій галузі. Так, у часи Першої світової війни з'явились та еволюціонували танки, броньовані автомобілі, підводні човни, аероплани, зенітні

гармати, снаряди з отруйними газами. Під час Другої світової війни з'явилися реактивні установки залпового вогню, авіаносці, реактивні літаки, стратегічні бомбардувальники, касетні авіабомби, радари далекого спостереження, гідролокатори для виявлення підводних човнів, танки-амфібії та десантні кораблі. Верхівкою "айсберга мілітаризації" у війнах того часу стали ядерні бомби. На початку 1990-х років футурологи передбачали, що у війнах 2020-х років зграї безпілотних дронів, оснащених бомбами або ракетами, нищитимуть наземні та морські цілі, а гарматні снаряди керуватимуться дистанційно. Зараз це стало реальністю, а російсько-Українська війна прискорила цей процес. На світову "мілітарну арену" виходить штучний інтелект, який завдяки використанню новітніх комп'ютерних технологій успішно використовується для всіх типів бойових платформ. Але найбільш швидко еволюціонували сучасні безпілотні системи: від БпЛА-розвідників і дронів-камікадзе до дистанційних морських катерів, що полюють на кораблі ворога (приміром, військові ЗС України квадрокоптером вартістю 500 $ знищили танк, що коштує мільйони $). Надзвичайно стрімкого технологічного розвитку також зазнали наземні та повітряні безпілотні системи та комплекси озброєння та військової техніки (ОВТ). Уже зараз існують роботи-собаки, кулемети на гусеничних платформах, людиноподібні машини, оснащені різними типами стрілецької зброї та інші автономні роботи з елементами штучного інтелекту, що значно покращує керованість зброї та знижує ризики для військового персоналу. До того ж, військові фахівці та експерти прогнозують, що зовсім скоро стрілецьку зброю може потіснити зброя спрямованої енергії – лазери, мікрохвильове випромінювання, руйнівні для електроніки потужні магнітні поля. Зброя спрямованої енергії здатна надсилати випромінювання із швидкістю світла, тож вона може впоратись навіть з гіперзвуковими ракетами, вивести з ладу групи безпілотників і знешкодити техніку з електронним оснащенням, та не потребує ніяких витратних матеріалів окрім електроенергії, тож у неї ніколи не закінчуватиметься боєкомплект. Можна також припустити, що інновації змінять і систему підготовки військового персоналу, перемістивши процес навчання з полігонів у цифрове (інтерактивне) середовище. Це економічно ефективний спосіб організації масштабної підготовки тисяч бійців, яких не потрібно вивозити на полігони, вони залишатимуться на місцях дислокації і матимуть можливості навчатись в умовах, наближених до бойових. Ймовірно відбудеться трансформація і структури Збройних Сил. Можливо у майбутньому військові патрулі, диверсійні чи штурмові групи, маючи обмежений склад (7-10 бійців) та кілька розвідувальних та бойових дронів, а також кілька бойових роботів, оснащених стрілецькою та ракетною зброєю стануть основною мобільною бойовою одиницею для знищення ворога.

Попри все доцільно зазначити, що імплементація інновацій у військову галузь є запорукою безпеки держави і забезпечення боєздатності збройних сил, оскільки у війнах сучасності вирішальним аргументом сили у протиборстві завжди буде наявність у держави високотехнологічного озброєння і техніки у достатній кількості.

Козлов Д.В.
ВІТІ імені Героїв Крут

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ОЗНАК РАДІОСИГНАЛІВ НА ОСНОВІ IQ-ФАЙЛІВ

В умовах сучасного збройного протиборства першочергового значення набуває виявлення повітряних об'єктів засобами радіотехнічної розвідки (далі – РТР) за рахунок їх радіовипромінення. Досягнення цієї мети потребує формалізованих процедур збору й математичного аналізу радіосигналів, здатних забезпечити максимальну інформативність при мінімальному часі реакції.

Центральним інформаційним носієм у таких процедурах виступають IQ-файли цифрові репрезентації комплексних низькочастотних (baseband) сигналів, сформовані після квадратичного детектування та аналого-цифрового перетворення радіочастотної (RF) вибірки. Зберігання сигналу у вигляді упорядкованих пар інфазної (I) й квадратурної (Q) компонент дозволяє відтворити повний вектор амплітуди та миттєвої фази, що є необхідною умовою для подальших операцій когерентної обробки. Спектрально-часовий аналіз таких IQ-даних (зокрема за допомогою методів ШПФ, STFT, вейвлет-перетворення чи циклостаціонарного детектування) надає можливість достовірної ідентифікації типів модуляції, класифікації джерел випромінювання радіоелектронних засобів (далі- РЕЗ) противника.

Отримані результати інтегруються у системи радіомоніторингу забезпечуючи критично важливі функції раннього попередження, верифікації джерел загрози й підтримки інформаційної безпеки.

Тому актуальність дослідження полягає у вдосконаленні математичних моделей і алгоритмів спектрально-часової обробки IQ-даних, які здатні у реальному масштабі часу розрізняти слабкоескізні випромінювання, виявляти ознаки сигналів РЕЗ противника і класифікувати джерела радіовипромінювання з високою достовірністю.

Метою цього дослідження є розробка методики аналізу спектральних ознак радіосигналів на основі IQ-даних для подальшого використання у задачах класифікації та розпізнавання типів сигналів.

Завдання полягає у дослідженні спектральних ознак радіосигналу типу ELRS FPV-дрона на основі IQ-даних для виявлення характерних параметрів, які можуть бути використані в подальшому для автоматизованого розпізнавання.

У ході дослідження реалізовано поетапну обробку IQ-файлу сигналу ELRS. На першому етапі виконано імпорт комплексної вибірки та її перетворення у структурований масив даних, придатний для подальшого математичного аналізу. Наступним кроком здійснено спектральну обробку, зокрема оцінювання щільності спектральної потужності (PSD) переважно за методикою Вельча. Після цього було обчислено розширений набір спектральних дескрипторів: ентропію спектра, частотний центр, ефективну ширину смуги, а також інтегральні амплітудні характеристики.

Висновки

1. IQ-файли залишаються базовим носієм інформації для радіотехнічної розвідки та спостереження, оскільки зберігають повну амплітудно-фазову структуру сигналу та дають змогу виконувати когерентну обробку.

2. Застосування розширених спектральних дескрипторів (ентропія, ефективна ширина, частотний центр) підвищує інформативність ознак порівняно з однією лише PSD і потенційно покращує результати класифікації.

3. Методика є універсальною й може бути адаптована для інших протоколів LPI/LoRa-подібних сигналів, що робить її перспективною для широкого спектра задач РТР і радіомоніторингу.

Пропозиції

1. Інтегрувати машинне навчання сформувати навчальну/тестову вибірки на базі розрахованих дескрипторів і протестувати класичні (SVM, Random Forest) та глибинні (CNN, 1D-ResNet) моделі для автоматичного розпізнавання ELRS-сигналів.

2. Розширити набір ознак часовими характеристиками (наприклад, циклотоніми, статистичні моменти амплітуди) й дослідити їхній вплив на швидкодію та точність класифікації, щоб сформувати оптимальну підмножину параметрів для реального часу.

Колос Ю.О., канд. техн. наук, доц.
Каращук Н.М., канд. техн. наук, доц.
ЖВІ

ВИВЕДЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО ВИРАЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ВІДБИТОЇ ВІД БпЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ

В умовах сучасної війни для ведення розвідки, нанесення вогневого ураження противника активно застосовуються безпілотні літальні апарати (БпЛА). Проте для їх виявлення і наведення на них засобів ураження використовуються радіолокаційні станції (РЛС) противника. Тому для підвищення живучості БпЛА, зменшення ймовірності їх виявлення РЛС, необхідно забезпечити малопомітність. Одним із шляхів досягнення малопомітності БпЛА є застосування поглинальних та розсіювальних матеріалів, що приводить до зменшення ефективної поверхні розсіювання (ЕПР). Ефективність поглинальних та розсіювальних матеріалів, зокрема, перевіряється шляхом експериментальних досліджень (доцільно спочатку в лабораторних умовах). Тому актуальним є виведення аналітичного виразу для визначення потужності відбитої від БпЛА електромагнітної хвилі (ЕМХ), яка дозволить оцінити його ЕПР.

Аналітичний вираз передбачається для оброблення результатів вимірювання за допомогою лабораторної установки. У її склад входить генератор електромагнітних коливань заданого діапазону частот, вимірювальна лінія для визначення коефіцієнта відбиття, коефіцієнта стоячої хвилі, довжини

хвилі, мінімальної та максимальної амплітуди напруженості електричного поля тощо. До виходу лінії приєднано рупорну антену, яка випромінює електромагнітні хвилі на об'єкт дослідження (БпЛА) і приймає відбиті від нього ЕМХ. Об'єкт дослідження можна повертати, змінюючи ракурс. З виходу детектора вимірювальної лінії сигнал надходить на "Вимірювач відношення напруг В8-7".

Густина потоку потужності на відстані біля БпЛА знаходиться як відношення добутку потужності падаючої хвилі на коефіцієнт підсилення антени до площі сфери. Частина потужності ЕМХ, що відбивається в бік антени від БпЛА під ракурсом, визначається ефективною поверхнею розсіювання (відбиття). А густина потоку потужності відбитої ЕМХ біля антени визначається ще й відстанню до БпЛА. Тоді потужність відбитої ЕМХ, що приймається антеною і передається в хвилеводний тракт, залежить від потужності, яка підводиться до антени, коефіцієнта підсилення антени, робочої довжини хвилі, ЕПР та дальності. Як показник ефективності покриття вибрано відношення ЕПР об'єкта дослідження з *і*-им покриттям до ЕПР об'єкта дослідження без покриття. Відношення ЕПР різних об'єктів дорівнює відношенню потужностей відбитих ЕМХ на виході антени. Тобто необхідно визначати саме потужності. Коли в хвилеводі є падаюча і відбита хвилі, то це режим змішаних хвиль, у якому вздовж хвилеводу амплітуда коливань періодично змінюється. За допомогою вимірювальної лінії і вимірювача В8-7 вимірюються максимальні і мінімальні значення, які пропорційні з точністю до постійного коефіцієнта квадратам максимальних і мінімальних амплітуд ЕМХ вздовж хвилеводу.

Звідси знаходяться максимальна та мінімальна амплітуди напруженостей електричного поля. Відомо, що через них вздовж хвилеводу знаходяться амплітуди падаючих і відбитих ЕМХ. Тоді потужність відбитої ЕМХ у хвилеводі пропорційна квадрату амплітуди відбитої ЕМХ. Таким чином для кожного виду об'єкта дослідження, кожного ракурсу прямим методом за допомогою вимірювальної лінії необхідно виміряти максимальні і мінімальні величини, які пропорційні з точністю до постійного коефіцієнта квадратам максимальних і мінімальних амплітуд ЕМХ вздовж хвилеводу. За цими значеннями розраховуються відношення ЕПР *і*-го об'єкта дослідження до ЕПР еталонного об'єкта.

Колосов І.М.
Орлов С.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Кондратюк К.П.
Кривенко М.В.
ДНДІ ВС ОВТ

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЛАБОРАТОРНИХ МЕХАНІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Доповідь присвячена порівняльному аналізу методів лабораторних механічних випробувань безпілотних апаратів тактичного рівня, що використовуються в підрозділах Сухопутних військ.

Переносні безпілотні літальні апарати (БпЛА) зазнають інтенсивного впливу механічних навантажень у процесі повсякденного використання. Удари, падіння, вібрації та комбіновані навантаження є типовими зовнішніми впливами, від яких залежить їхня надійність та довговічність. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває розробка та вдосконалення методів лабораторних механічних випробувань БпЛА, максимально наближених до реальних умов експлуатації.

Під час лабораторних механічних випробувань зразок БпЛА штучно піддається механічним навантаженням, що імітують дію на нього механічних впливів під час зберігання, транспортування та застосування за призначенням Для імітування впливу зовнішніх механічних факторів застосовуються вібростенди, ударні стенди, копри, а також стенди імітації транспортування. При проведенні механічних лабораторних випробувань можна виявити резонансні частоти апаратури випробувального зразка БпЛА, а також перевірити його на міцність та стійкість впливу зовнішніх механічних факторів.

Найбільш поширені види механічних випробувань БпЛА включають:

падіння з висоти від 50 до 122 см на різні поверхні (сталь, дерево, бетон);

багаторазові падіння з різних кутів та орієнтацій;

вібраційні випробування на одно- та багатовісних стендах.

Норми, за якими проводяться механічні лабораторні випробування, визначаються в військових стандартах. У рамках доповіді розглядаються ключові нормативні бази: MIL-STD-810, ДСТУ, інтернаціональний стандарт ISO Civil small and light unmanned aircraft system (UAS), а також пропрієтарні методики, що застосовуються виробниками.

Метою доповіді є проведення системного аналізу існуючих методів проведення механічних лабораторних випробувань БпЛА, а також виявлення їх сильних і слабких сторін. Пропонується аналіз здатності вказаних методів адекватно моделювати реальні умови експлуатації. Виділено основні критерії оцінки ефективності, реалістичності та відтворюваності методик випробувань, створених за вказаними методами.

Проведений аналіз показав, що жоден з існуючих стандартів не є універсальним. MIL-STD-810 та ДСТУ пропонують найбільшу повноту і надійність випробувань, але потребують великий об’єм вхідної інформації, тому надмірні та складні для випробувань невеликих партій БпЛА. Методи UAS зручні для серійного виробництва, але потребують адаптації до реалій польового використання кожної нової моделі БпЛА. Найбільш перспективними видаються гібридні схеми, що поєднують структурованість міжнародних стандартів і емпіричну обґрунтованість сценаріїв, що мають надходити від Замовника.

Королько С.В., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

СПЕЦІАЛЬНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ГРАФЕНУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПОМІТНОСТІ БпЛА

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливим елементом сучасної війни. Їх використання на третьому році російсько-Української війни демонструє високу ефективність і стратегічну важливість серед інших видів техніки. Безпілотники активно застосовуються для розвідки, коригування артилерійського вогню, завдання точних ударів по ворожих цілях та виконання розвідувальних і бойових завдань в тилу ворога. Проте зростання їхньої ролі призвело й до вдосконалення засобів ворожого виявлення.

Щоб забезпечити високу ефективність роботи БпЛА, дедалі більше уваги приділяється використанню спеціальних захисних матеріалів і покриттів, здатних знизити помітність дронів. Серед оптичних, електромагнітних (радіолокаційних) та інфрачервоних довжин хвиль найбільш широко використовуваними засобами виявлення є радарні установки, які випромінюють електромагнітні хвилі в мікрохвильовій області. Ці хвилі відбиваються від БпЛА та вловлюються приймальними пристроями. Матеріали, які поглинають електромагнітну хвилю, давно привертають до себе увагу та є однією з основ оборонних стелс-технологій.

До основних матеріалів, які можуть бути застосовані в якості демаскувальних факторів від впливу електромагнітних хвиль мікрохвильової області відносять пористі стрижневі структурні покриття на основі графену та анілінові полімери. Встановлено, що використання коміркових структур на основі графену, що містять магнітний матеріал та діелектрик суттєво збільшує поглинання електромагнітної хвилі в широкосмуговій області випромінювання. При цьому мікрохвилі, що потрапляють на поверхню БпЛА, не відбиваються назад до радара, а розсіюються всередині матеріалу і поглинаються так званими комірками за рахунок багаторазових внутрішніх відбиттів. Проте використання електромагнітних хвиль в значно широких частотних спектрах не завжди є виправданим. Кожен діапазон довжини хвиль більшою чи меншою мірою може бути застосований для заданої форми конструкції, типу поглинаючого покриття та використовуваного матеріалу. Запропоновані матеріали на основі подвійного шару графену ефективно працюють в діапазонах частот від 1,5 до 12 ГГц. Із збільшенням товщини шару покриття або магнітної проникності ширина смуги поглинання буде збільшуватися. Спеціально створені штучні структури на основі подвійного шару графену з періодичними включеннями мають менші розміри за довжину мікрохвилі і виступають в ролі резонаторів мікроструктури. Вони поглинають мікрохвилі за рахунок

індукованого електричного та магнітного резонансів та перенаправляють мікрохвилі в іншу область комірок, змінюючи їх фазу та амплітуду, що призводить до сильного поглинання енергії.

Більш ефективним є композитна структура, яка складається з стільникових гексагональних осередків, рівномірно розподіленого шару і наповнювача з покриттям. Таким наповнювачем для покриття та полімерною матрицею виступає анілін. Запропоновано в якості захисних покрить для БПЛА використовувати поліанілін-графеновий нанокомпозит у вигляді шаруватих квадратних комірок із заданими товщиною і провідністю та шаруватими включеннями. Виміряні діелектричні властивості поліанілін-графенових нанокомпозитів в повнохвильовій області показали його високу ефективність. Використання поглинаючих матеріалів є критично важливим для забезпечення малопомітності БпЛА на сучасному полі бою. Дослідження в цьому напрямі відкривають перспективи для створення практично "невидимих" безпілотних систем.

Корольов О.О.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Основою розвитку наземних роботизованих комплексів (НРК), що відносяться до важкого класу, є висока інтенсивність дослідницьких, наукових, конструкторських рішень. Наразі зросла роль багатофункціональних розвідувально-ударних комплексів (РУК), розвідувально-вогневих комплексів (РВК), тих, що керовані дистанційно.

Очевидно, що сьогодні в державі відсутній плановий підхід до створення роботизованих наземних комплексів для потреб силовиків та державна стратегічна програма залучення НРК у боротьбі з агресором. Не усі військові роботи-макети, що створені на волонтерських засадах, відповідають сучасним потребам військових та жорстким спеціальним умовам ведення бойових дій, що заважає прийняти їх на озброєння. Основними бойовими завданнями бойових наземних роботів є:

застосування роботів при штурмі ворожих об'єктів та позицій з ходу;

застосування військових роботів для розвідки противника, місцевості та об’єктів;

залучення роботизованих комплексів до ураження живої сили противника, ворожих об’єктів, вогневих засобів ворога тощо;

використання НРК для охорони блокпостів та інших важливих об'єктів;

залучення НРК до розвідки на предмет виявлення вибухонебезпечних предметів, саморобних вибухових пристроїв та їх знешкодження.

Держави, що піклуються про власних вояків, створюють НРК важкого класу на основі спеціальних платформ (шасі), які успішно функціонують і добре зарекомендували себе в ході бойових дій. Наприклад, важкий роботизований РУК «Вихрь» (росія) створений на основі базового шасі БМП-3 з бойовим модулем АБМ-БСМ-30, а у важкому роботизованому РУК «Black Knight» (США) платформою стала БМП М2 «Bradley». Для впровадження роботизованих комплексів в Збройних Силах України, доцільно віддати перевагу новітнім сучасним зразкам бронетехніки з бойовим потенціалом, близьким до найкращих світових зразків, наприклад БТР-4Е.

Для створення вітчизняного наземного важкого роботизованого комплексу на платформі БТР-4Е необхідно виконати цілий комплекс важливих допрацювань навігаційної системи машини, яка пов’язана з топогеодезичною прив'язкою об'єктів на електронній 3D-карті місцевості, адаптацією координат вихідної позиції перед боєм, координат місця чи позиції, основних і запасних маршрутів руху і тому подібне.

Комплекс робіт зі створення вітчизняного роботизованого важкого наземного РУК доцільно реалізовувати в декілька етапів. Ці етапи мають включати низку дослідницьких, наукових, конструкторських рішень на основі обраної базової моделі. Перший етап полягає у «роботизації» вітчизняного БТР-4Е. БТР повинен бути дистанційно керованим і мати системи повернення на вихідну позицію в умовах радіоелектронних завад. Подальший розвиток пов'язаний з необхідністю забезпечення безшумної роботи комплексу за рахунок електромеханічної трансмісії та використання штучного інтелекту для розпізнавання образів, а також автономного виконання бойових і спеціальних завдань.

Костащук М.М.
Пальчиков В.В.
ННВП ДНДІ ВС ОВТ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БОЙОВИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ

Протягом 2024 року відбулося значне зростання кількості безпілотних апаратів, комплексів і систем, що застосовуються в російсько-Українській війні. Наразі ця тенденція продовжується, зокрема збільшується кількість наземних безпілотних систем, у тому числі: ударних (камікадзе з вибухівкою, турелі з кулеметами, гранатометами, протитанковими ракетними комплексами), логістичних (доставка матеріальних засобів і боєприпасів), інженерних (мінування, розмінування, постановка димових завіс), оперативного забезпечення (зв'язок, радіоелектронна боротьба, протиповітряна оборона), медично-евакуаційних тощо.

Сьогодні можна виокремити такі перспективні напрями розвитку бойових безпілотних наземних систем (далі – ББНС):

удосконалення системи управління (інформаційного обміну та ситуаційної поінформованості) роботизованих систем;

використання штучного інтелекту для управління ББНС в напівавтоматичному і автоматичному режимах, набуття ними більшої автономності (незалежності від керування оператором);

застосування інноваційних технологій і засобів ураження, нових тактик застосування наземних ударних роботизованих систем;

покращення тактико-технічних характеристик ББНС (надійність, прохідність, навігація, зв'язок, автономність);

використання програмного забезпечення та інших інформаційних технологій вітчизняного виробництва;

робота і взаємодія ББНС в єдиному комплексі з безпілотними літальними апаратами та логістичними роботизованими системами (забезпечення розвідки, нейтралізація загроз, корегування маршруту, знищення перешкод тощо);

удосконалення систем стабілізації і наведення турелей ББНС для застосування по наземних і повітряних цілях;

розвиток технологій наземних роботів за результатами використання в бойових умовах, у тому числі експериментів у фронтових "майстернях", "лабораторіях", "цехах";

створення профільних штатних бойових підрозділів і спеціалізованих навчальних центрів.

Розвиток бойових безпілотних наземних систем є перспективним і актуальним при вирішенні широкого спектра військових і спеціальних завдань та в перспективі зможе мінімізувати залучення солдата у відкритому бою, що дозволить зберегти життя і здоров'я українських воїнів.

Оснащення Збройних Сил України та інших складових Сил оборони конкурентоспроможним і ефективним високотехнологічним озброєнням та військовою технікою, у тому числі ударними наземними роботизованими системами, має опиратися на науковий потенціал і виробництво держави із раціональним поєднанням можливостей і переваг приватного сектора та залежить від обсягів фінансування розробки і виробництва (закупівлі) бойових дронів та роботизованих систем, підтримки вітчизняних підприємств, які займаються розробкою оборонних технологій.

Кохан В.Ф., канд. техн. наук
Галицький Д.В.
Ярема В.А.
НАСВ

ЗЕНІТНИЙ ПРИЦІЛ У ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ

У сучасних умовах ведення бойових дій безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють ключову роль у реалізації військових стратегій. Завдяки своїй універсальності, високій маневреності та здатності виконувати широкий спектр завдань, вони активно застосовуються для розвідки, доставки

боєприпасів і здійснення точкових ударів. У зв'язку з цим питання розробки та вдосконалення ефективних засобів протидії БпЛА набуває особливої актуальності. Одним із ключових елементів цієї системи є зенітні приціли.

БпЛА характеризуються низкою особливостей, що ускладнюють їх виявлення та знищення:

компактні габарити та низька радіолокаційна помітність: Завдяки використанню малорозмірних конструкцій та спеціальних матеріалів, здатних поглинати радіолокаційні сигнали, FPV-дрони залишаються малопомітними для традиційних систем виявлення;

висока маневреність: Здатність до раптової зміни траєкторії польоту ускладнює процес їхнього перехоплення;

застосування ройових технологій: Масове використання FPV-дронів дозволяє перевантажити системи протиповітряної оборони, вимагаючи впровадження нових підходів до протидії.

У цьому контексті зенітні приціли є важливим компонентом систем ППО, оскільки сприяють точному ураженню складних повітряних цілей. Їх ефективність забезпечується такими технічними характеристиками:

сучасні тенденції у сфері розробки зенітних прицілів передбачають впровадження новітніх технологій.

Зенітні приціли виконують не лише тактичну, а й стратегічну функцію. Їх використання дозволяє:

забезпечити захист стратегічно важливих об'єктів, військових баз і цивільної інфраструктури;

розширити міжнародне співробітництво в галузі протиповітряної оборони через інтеграцію спільних систем;

сприяти вдосконаленню національної оборонної стратегії шляхом постійного технологічного оновлення.

Очікується, що у найближчому майбутньому індустрія зенітних прицілів продовжить динамічний розвиток у таких напрямках:

інтеграція з супутниковими системами для розширення можливостей моніторингу та виявлення загроз у глобальному масштабі;

розробка універсальних систем, здатних функціонувати в різноманітних умовах;

зниження вартості виробництва з метою масового впровадження.

Висновок. Зенітні приціли є невід'ємним елементом сучасних засобів боротьби з БпЛА. Вони поєднують у собі передові технології, високу ефективність та здатність до адаптації в умовах зростаючих загроз. Їх подальший розвиток становить важливу складову загальносвітових зусиль із забезпечення стабільності та безпеки. Розробка зенітного прицілу на стрілецьку зброю – це сучасне рішення від загроз з повітря.

Крайсвітний О.Б.
Скугор О.В.
ЦДСП

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ БЕЗПІЛОТНИКІВ У СКЛАДІ БпАК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Попри стрімкий розвиток безпілотної авіації в Україні та її широке застосування Збройними Силами України у війні проти збройної агресії рф, існує суттєва прогалина в розвитку БпАК тактичного рівня. Однією з найменш вирішених проблем залишається відсутність оперативного метеорологічного забезпечення безпосередньо в районі бойових дій. Сучасні безпілотні авіаційні комплекси, які активно використовуються для розвідки й коригування вогню, не мають у своєму складі спеціалізованих метеорологічних дронів. Досвід застосування метеорологічних дронів провідними арміями світу довів їх користь та необхідність інтеграції до складу бойових підрозділів.

Такі дрони дозволять провести вертикальне зондування метеорологічних елементів атмосфери і у режимі реального часу надавати точні дані про напрямок і швидкість вітру, температуру, вологість, тиск до висоти польоту. Це дасть змогу не лише більш точно розраховувати траєкторії артилерійських снарядів, а й оптимізувати використання розвідувальних та ударних БпЛА в складних метеорологічних умовах.

Зібрані метеодронами дані можуть автоматично надходити до локальних численних моделей прогнозу погоди (наприклад, WRF або ICON), що використовуються для короткострокового прогнозу в районі ведення бойових дій. Надалі ці дані мають інтегруватися в автоматизовані системи управління, зокрема в АСУ "Кропива", яка вже сьогодні використовує прогностичні численні метеорологічні моделі для формування метеорологічних повідомлень METEO 11, METCM та METB3 для артилерії. Включення даних метеорологічної розвідки, отриманих за допомогою дронів, дозволить враховувати реальні значення вертикального розподілу метеорологічних елементів безпосередньо в зоні стрільби, завдяки чому обчислення стандартних метеорологічних повідомлень стане значно точнішим і локалізованим. Така інтеграція зменшить похибки у вогневих розрахунках і підвищить загальну ефективність артилерійського вогню. Крім того, це дасть змогу побудови фактичних та прогностичних профілів метеорологічних елементів, що дозволяє враховувати вплив погодних умов на аеродинамічні характеристики безпілотників під час виконання бойових завдань та оптимізувати маршрути польоту.

У перспективі ці дані мають бути включені до єдиної автоматизованої системи гідрометеорологічного забезпечення Збройних Сил України та надходити до єдиного погодного сервісу. Такий інструмент має забезпечити автоматизоване оновлення даних з мобільних та стаціонарних метеостанцій, БпЛА, радіозондувальних комплексів в численних моделях прогнозів та надавати обчислені профілі атмосфери у зручному форматі для кожного роду військ. Такий підхід забезпечить підрозділи ЗСУ персоналізованими метеорологічними даними, що постійно оновлюються в реальному часі та підвищують ситуаційну обізнаність, точність вогневого ураження і стійкість до змінних погодних умов.

Впровадження метеорологічних дронів у складі БпАК тактичного рівня стане важливим кроком у розвитку вітчизняних безпілотних авіаційних систем, який водночас сприяє вдосконаленню гідрометеорологічного забезпечення бойових дій, що в комплексі підвищує технологічну ефективність та забезпечує перевагу на полі бою.

Крупкін А.Б.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРО-БпЛА ЯК АЛЬТЕРНАТИВА СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ЖИВОЇ СИЛИ ПРОТИВНИКА

Через неможливість у найближчій перспективі застосування бойових роботів як основних одиниць ведення бою доводиться воювати людям. Аналіз бойових втрат та тяжких поранень висвітлює наступне: в структурі поранень переважають поранення кінцівок (63,1%) та голови (24,4%). Основна частка припадає на – кульові (38%) та осколкові (58%) поранення. Тому, розробкам індивідуального захисту солдата в бою приділяється дуже велика увага. Амбіційні програми США в області індивідуальних бойових комплектів ініціювали розробку подібних проєктів у ФРН (IdZ), Франції (FELIN), Великобританії (FIST), Іспанії (COMFUT), Швеції (IMESS), Австралії (Land 125). Існують такі програми і в інших країнах світу. Розвиток сучасних технологій створення засобів індивідуального бронезахисту (ЗІБ) в найближчій перспективі досягнуть такого рівня, при якому існуючі зразки стрілецької зброї (СЗ) не зможуть забезпечити достатню ефективність під час ураження.

Іншим фактором впливу на зниження ефективності застосування стрілецької зброї в бою є великі матеріальні та фінансові витрати на виготовлення боєприпасів до СЗ у необхідній кількості. Технологія виготовлення патрона складна. Під час Другої світової війни для виготовлення тільки гільзи патрона проводилося 58 операцій. У сучасних умовах – 95 операцій, зокрема: вирубка заготівки, згортка в ковпачок, п'ять витяжок гільзи, два штампування донця, три обтискання дульця, обточування фланця, обріз дульця, лакування. Між кожною механічною операцією слідує відпал (щоб зняти залишкову напругу в металі, яка може призвести до руйнування гільзи), потім промивання в содовому та мильному розчині, сушка і сортування для відсіювання браку. Так, налічується десяток операцій, для кожної з яких потрібне своє устаткування, технологія і робочі. З одного боку, вартість самої СЗ невисока, з іншого боку, за статистикою, – на ураження однієї цілі

витрачаються десятки і навіть сотні тисяч патронів. Загалом на одного вбитого солдата противника витрачаються десятки тисяч доларів. Залишається проблемою й виготовлення необхідної кількості патронів. Навіть у СРСР, коли були створені автоматичні лінії від заготівки до упаковки патронів (КАП «Модуль») і близько 50 автоматичних роторних ліній потужністю до 250 штук/хв, не змогли збільшить виробництво патронів до рівня, потрібного для постачання багатотисячної армії, озброєної автоматичною зброєю.

Одним із варіантів вирішення проблем застосування СЗ проти живої сили є використання БпЛА. Застосування дронів у тому числі й економічно виправдано. Останнім часом велику увагу привертає можливість застосування малогабаритних БпЛА (мікро-БпЛА). Одними з представників цього сімейства є дрони-камікадзе. По суті, це дрони із зарядом вибухівки, які розраховані на одноразове застосування. Характеристики існуючих і перспективних мікро-БпЛА, масою декілька сотень грам, цілком дозволяють розмістити на них малогабаритну бойову частину, здатну забезпечити ураження бійців, захищених будь-якими існуючими і перспективними ЗІБ. Ураження може здійснюватися як безпосередньо ВР, так і уражаючим елементом, що викидається, або навіть кумулятивним струменем. Загалом система наведення дозволить забезпечити пряме попадання мікро-БпЛА в ціль. Мікро-БпЛА значно змінять принципи ведення бойових дій на полі бою. Зміниться поняття «укриття», якщо воно взагалі залишиться, оскільки від мікро-БпЛА не захистять бетонні блоки, окопи, ДОТи та інші захисні споруди. Забезпечити виживання підрозділів від атаки мікро-БпЛА-камікадзе зможуть лише перспективні автоматичні активні системи оборони, яких поки що немає.

Купріненко О.М., д-р техн. наук, проф.
Казан П.І., канд. військ. наук, ст. дослід.
Гусляков О.М., канд. техн. наук
Корольова О.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Хахула В.В.
НАСВ

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОЇ ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ БОЙОВИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Більш ніж десятирічний досвід війни росії проти України свідчить про суттєві зміни в характері ведення збройної боротьби, що обумовлені новими викликами. Одним з таких викликів є істотне зростання можливостей сучасних засобів ураження особового складу, озброєння і військової техніки (ОВТ). Це обумовлено широким впровадженням у військову сферу досягнень в області інформаційних технологій, робототехніки, штучного інтелекту.

Нагальна потреба зменшення втрат особового складу та підвищення ефективності вирішення бойових завдань обумовили необхідність створення безпілотних наземних систем, до яких відносяться безпілотні наземні комплекси (БпНК).

Досвід їх застосування за останні два роки російсько-Української війни свідчить, що поряд з логістичними та інженерними БпНК важливого значення набувають бойові БпНК, що оснащені дистанційно керованими бойовими модулями зі стрілецькою зброєю.

Одним з важливих показників ефективності бойових БпНК є ефективна дальність стрільби, оцінка якої необхідна на стадії їх розроблення.

Водночас результати аналізу відомих науково-методичних підходів свідчать про відсутність єдиних підходів до оцінки ефективної дальності стрільби.

Враховуючи зазначене, проведено аналіз факторів, що впливають на процес здійснення стрільби бойовими БпНК, які умовно поділяються на три групи. До першої групи відносяться фактори, що визначаються властивостями бойового БпНК. Це якість та налаштування прицільних пристосувань, конструктивні фактори, що впливають на стійкість зразка, зокрема, довжина бази зразка, його ширина, висота розташування центру ваги, розташування центру ваги зразка по довжині його бази. Також до них відносяться тип рушія, конструкція підвіски, характеристики пружних елементів підвіски, міцність конструкції (станини), на якій встановлена зброя. До другої групи відносяться

фактори, що характеризують способи застосування бойового БпНК. До третьої – фактори, що характеризують умови застосування бойового БпНК.

Результати аналізу зазначених факторів дозволили розробити методику оцінки ефективної дальності стрільби бойових БпНК, яка передбачає: практичні стрільби по цілях, що є типовими для встановленої на БпНК зброї; визначення кількості влучань та ймовірності ураження; перевірку відповідності отриманого значення ймовірності ураження встановленому замовником (споживачем) критерію ураження цілі.

Запропонована прикладна методика оцінки ефективної дальності стрільби бойових БпНК враховує результати практичних стрільб та може бути використана під час перевірки замовником заявлених виробниками ТТХ бойових БпНК з метою подальшого прийняття рішення про допуск їх до експлуатації у військах.

Купчин А.В, д-р. філос.
Солошенко Ю.В., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЙОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

Підвищення ефективності застосування безпілотної авіації прогнозовано відбуватиметься із впровадженням ройових технологій, що вплине на розвиток тактики застосування.

Рій безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) зазвичай складається з групи БпЛА, які працюють автономно, координуючи свої дії через спеціальні алгоритми і штучний інтелект. Вони можуть самостійно приймати рішення щодо маневрування та виконання завдань, враховуючи поведінку інших БпЛА у рою. БпЛА в рої можуть бути пов'язані безпровідними мережами, що дозволяє їм синхронізувати свої дії в реальному часі, забезпечуючи швидку та ефективну реакцію на зміни умов навколишнього середовища. Така структура дозволяє розподіляти навантаження і підвищує ефективність виконання завдання.

Мета застосування роїв БпЛА – довготривале та безперервне виконання багаторівневих малоформалізованих завдань, що складаються з підзавдань кількох рівнів та не мають чіткої послідовності та протоколу їх вирішення, в автономному режимі із залученням обчислювальних можливостей всієї системи без втручання людини.

Основні переваги застосування рою БпЛА:

автономність, рій БпЛА працює автономно, кожен БпЛА може адаптуватися до змін у середовищі без людського втручання;

координація, у рою БпЛА працюють більш органічно і можуть швидко адаптуватися до змін у середовищі;

масштаб та гнучкість, рій БпЛА здатен до більш складної та гнучкої координації, що дає йому перевагу в складних умовах або при виконанні масштабних завдань.

Ключові риси: автономність, наявність штучного інтелекту, горизонтальні зв'язки між елементами рою.

Завдання, що вирішуються:

підвищення швидкості прийняття рішень;

поліпшення показників стійкості та якості управління БпЛА на полі бою за рахунок використання штучного інтелекту та зменшення впливу людського фактора;

зменшення необхідної кількості особового складу для виконання бойових завдань;

зменшення ризику для особового складу.

Рої БпЛА мають великий потенціал для розвитку. Технології постійно вдосконалюються, зокрема це стосується систем автономного управління, штучного інтелекту, комунікаційних технологій, а також збільшення можливостей БпЛА в плані тривалості польотів та вантажопідйомності.

Найбільш перспективними та реалістичними завданнями для роїв БпЛА є їх застосування для виявлення та ураження засобів ППО, важливих, переважно групових, наземних цілей, ведення радіоелектронної боротьби (радіоелектронного подавлення, радіоелектронної розвідки). При цьому варіантів застосування рою БпЛА може бути невичерпна кількість.

Загалом рої безпілотних систем ймовірно суттєво вплинуть на класичне розуміння війни. Це недалеке майбутнє, що поєднає існуючі технології в єдиній побудові бойових порядків військ.

Кучеренко Ю.Ф., канд. техн. наук, с.н.с.
Александров О.В., канд. техн. наук, с.н.с.
Возний О.О.
ХНУПС

АНАЛІЗ ТАКТИЧНИХ ПРИЙОМІВ ЗАСТОСУВАННЯ рф БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА ТРИ РОКИ ВІЙНИ ПРОТИ УКРАЇНИ

У ході ведення повномасштабної збройної агресії російська федерація (рф) використовує як вітчизняні («Орлан-10», «Форпост», «Куб», «Тахион», «Орион», «ZALA», «Застава», «Ланцет», «Герань-2», «Гербера», «Молния»), так і іноземні («Shahed-136», «Shahed-131», «Mohajer-6») БпЛА різного типу та функціонального призначення, які вирішують комплексні завдання щодо: ведення повітряної розвідки в інтересах міжвидового угруповання військ (МУ); виявлення важливих цілей для їх ураження; корегування вогню артилерійських засобів і систем та дій своїх військ на полі бою; ведення дорозвідки; розпізнавання важливих і малорозмірних цілей у визначених районах; знищення озброєння та військової техніки.

На початку ведення війни у 2022 році ворог здійснював поодиноке застосування вітчизняних БпЛА в основному для ведення розвідки на окремих напрямках дії в інтересах частин (підрозділів) МУ на лінії бойового зіткнення та у прифронтовій зоні, з середньою інтенсивністю приблизно від 8 до 10 одиниць за добу, а інколи і більше. Поступово ворог перейшов до групового застосування вітчизняних БпЛА у складі невеликих груп – 3-4 БпЛА (1 розвідувальний «Орлан-10» та 2-3 «Ланцети»), щоб значно скоротити цикли з виявлення цілей та їх знищення, у зв’язку з початком контрнаступальних дій Сил оборони України (СО України). Також з вересня 2022 року ворог почав активно застосовувати іранські ударні дрони-камікадзе типу «Shahed-136»/«Shahed-131» по військових цілях у прифронтовій зоні та у глибокому тилу, а до кінця 2022 року перейшов до їх групового застосування для завдання точкових ударів по критичних об’єктах енергетичної інфраструктури країни та комбінованого застосування одночасно із засобами ракетної складової своїх ЗС, довів їх середню інтенсивність використання до 30 і більше одиниць за добу. У 2023 році ворог постійно вдосконалював свої тактичні прийоми застосування БпЛА. Здійснював поодинокі польоти іранських БпЛА до цілі за різними маршрутами, з різних боків і на різних висотах, щоб здолати систему нашої ППО, одночасно з цим розвідувальні БпЛА відслідковували роботу засобів ППО, визначали їх місця, а потім завдавали удару високоточними ракетами, в основному «Искандер-М». Також ворогом часто застосовувались хвильові атаки при одночасному використанні БпПА типу «Shahed-136»/«Shahed-131» та високоточного ракетного озброєння або завдавались подвійні удари групами ударних БпЛА по визначених об’єктах з метою збільшення ефективності результатів ударів. У 2024 році ворог значно збільшив кількість використання БпЛА різних типів. Здійснював періодичні масовані удари із застосуванням ударних іранських БпЛА та поодиноке застосування вітчизняних розвідувальних і ударних БпЛА по всій території України, з середньодобовою інтенсивністю їх використання в середині 2024 року від 50 до 70 одиниць, а на при кінці року від 70 до 90 і одиниць за добу. З початком 2025 року ворог почав цілодобове та масоване застосування ударних БпЛА «Герань-2», «Гербера» та поодиноке і у більшій кількості використання розвідувальних БпЛА. За січень 2025 року ворог використав близько 3 015 одиниць БпЛА різних типів, а за лютий близько 5 429 одиниць.

Наведені факти і аналіз тактичних прийомів застосування БпЛА різних типів і призначення говорять про те, що роль БпЛА в цій війні є визначальною, а тому для перемоги в ній необхідно здійснювати пошук ефективних методів (заходів) щодо боротьби з ними.

Лисий О.О., канд. техн. наук
Руснак В.М., канд. військ. наук, доц.
ДНДІ ВС ОВТ
Руснак В.В.
НАНГУ

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БОЙОВИХ БпНК

Слід зазначити, що ефективність застосування бойових безпілотних наземних комплексів (далі – БпНК) визначається кількістю уражених цілей за визначений проміжок часу установленим на них озброєнням. На сьогодні на БпНК використовуються турелі для озброєння різних виробників з різними можливостями і характеристиками щодо наведення і прицілювання. Використання різних моделей турелей для озброєння призводить до постійного тренування (навчання) особового складу, оскільки одні турелі здійснюють наведення за допомогою електронної бусолі, яка враховуючи кути нахилу турелі відображає оператору точку прицілювання, а інші наводяться через оптичний приціл, що дозволяє вести вогонь по цілях в межах прямої видимості. З досвіду застосування турелей для озброєння з різними засобами ураження було зроблено висновок, що для ефективної роботи всіх засобів необхідно мати можливість наведення по куту від орієнтира (азимута). Це дасть можливість вести прицільний вогонь із закритої позиції, без прямої видимості цілі.

Досвід підрозділів та з'єднань Сил оборони України свідчить, що підготовка до застосування та експлуатації БпНК потребує теоретичних та практичних занять з операторами бойових БпНК.

Основні рекомендації щодо індивідуальної підготовки операторів бойових БпНК (варіант):

1) щодо теоретичної та практичної підготовки: проведення занять з будови та особливостей роботи БпНК; проведення занять з обслуговування БпНК; проведення практичних занять з керування БпНК на різних рельєфах місцевості та поверхнях; вивчення особливостей роботи з різними пультами дистанційного керування; вивчення особливостей налаштування з'єднання комплексу з пультом тощо; проведення практичних занять з експлуатації озброєння БпНК (налаштування, пристрілювання, усунення типових несправностей).

Додатково за можливості: проведення занять з вивчення спеціального програмного забезпечення бойової системи управління; проведення комплексу занять з топографії; проведення занять з налаштування бусолі; до теоретичної частини підготовки слід додати заняття з основ розповсюдження радіохвиль;

2) щодо тривалості теоретичних та практичних занять: теоретичних занять від 6 – 10 год; практичних занять від 30 – 50 год;

3) щодо навчально-методичної бази: розробити керівництво з експлуатації БпНК, які використовуються в рамках підготовки; розробити інструкції з усунення можливих несправностей в польових умовах.

На цьому етапі розвитку та нарощування спроможностей підрозділів БпНК існують можливості інтегрування у навчальний процес операторів БпНК таких навчальних продуктів (проєктів), як "Сіль" та "WarSim БпНК". Проєкт "Сіль" – це система автоматизованого створення тривимірних моделей визначеної ділянки місцевості на основі картографічних даних. Проєкт "WarSim БпНК" – універсальний симулятор БпНК, що дозволяє повністю відтворити досвід оператора у віртуальному середовищі. Ці проєкти можуть частково покрити потребу у програмному забезпеченні для ефективної підготовки операторів підрозділів БпНК до виконання бойових завдань.

Ломов А.О.
Кирильчук В.Ю.
Ющук А.М.
НАСВ

ПРОБЛЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ ПЛАТФОРМ У ЗСУ

Повномасштабна війна показала: безпілотні наземні платформи перестали бути екзотикою. Те, що ще вчора здавалося футуризмом, сьогодні вже є частиною повсякденної реальності на фронті. Ці машини вивозять поранених, підвозять боєприпаси, допомагають у розвідці та навіть беруть участь у штурмах. Але разом із їхньою появою на полі бою з'явилася інша, менш помітна, але не менш важлива проблема – повна відсутність уніфікації й стандартизації.

Ситуація зараз виглядає приблизно так: у кожному підрозділі можуть бути кілька БНП, і всі вони – різні. У одного на шасі від квадроцикла, в іншого – саморобне на гусеницях, у третього – варіант від стартапу з міста, де платформа управляється з планшета. І всі вони абсолютно не сумісні між собою. У кожного своя батарея, свій пульт, своє програмне забезпечення. А тепер уявіть, що бойова група виходить на завдання, і раптом у машині розрядився акумулятор. Від іншої не підходить. Пульт зламався – замінити немає чим, бо інтерфейси різні. Один оператор поранений, інший не може керувати тією ж машиною – інша логіка управління. Це виглядає як абсурд, але в бойових умовах це – втрата часу, втрата техніки, а іноді й людей.

Інженерне різноманіття – добре, коли йдеться про розробку ідеї, але на війні потрібна простота, передбачуваність і взаємозамінність. Те, що працює. Те, що можна швидко відремонтувати. Те, чому можна навчити за день. І головне – те, що не розсипається на шматки, коли кілька машин мають працювати разом.

Без уніфікації ми постійно будемо боротися не з ворогом, а з технікою. Без єдиних стандартів не буде централізованого навчання, не буде нормального сервісу, не буде розгортання техніки в масовому масштабі. Кожна машина – окреме завдання, окрема інструкція, окрема проблема.

Рішення очевидне: потрібна єдина модульна платформа. Так, щоб шасі було стандартне, щоб батарея підходила будь-яка, щоб пульти були взаємозамінні, щоб програмне забезпечення оновлювалося централізовано, а не через «зайдіть на сайт виробника». Щоб будь-який оператор, навчившись працювати з однією платформою, міг сісти за іншу – і все було зрозуміло, без здогадок. Щоб бойовий модуль, камера чи система навігації могли бути легко замінені або оновлені. Це має бути як "LEGO" – базова платформа плюс модулі під завдання.

І головне – стандарти мають розробляти не лише інженери у штабах чи розробники в офісах. Їх треба створювати разом із тими, хто реально воює. Бо тільки боєць знає, що насправді працює, а що виглядає гарно лише в презентації.

Ми вже пройшли етап дикого ринку. Настав час переходити до системного рішення. Техніка має працювати на фронт, а не змушувати фронт працювати на неї. І це вже не технічне питання – це питання бойової ефективності, питання збереження життя, питання перемоги.

Луцевят О.І.
Попков С.Б.
ЦНДІ ЗС України

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ)

Особливістю російсько-Української війни є різні можливості та ресурси ворогуючих сторін. Тому Україна, незважаючи на підтримку партнерів, маючи значно менші ресурси (людські, технічні, фінансові) повинна активно застосовувати асиметричні дії до противника, нові інструменти у

плануванні та підготовці операцій, процедури та підходи у виконанні бойових дій. Основою ефективного веденням бойових дій на сучасному полі бою є система ситуаційної обізнаності (ССО). Завдяки її використанню можливо зменшити (оптимізувати) ризики та втрати, підвищити ефективність роботи, досягати бажаного результату за менший час. Попри достатньо велику кількість позитивної інформації щодо українських систем ситуаційної обізнаності, на жаль, реальний стан далекий від бажаного.

Для часткового вирішення проблем та підвищення ефективності ССО за рахунок використання безпілотних авіаційних комплексів (систем) (БпАК(С)) запропоновано математичний метод та структура перспективної ССО, що дозволяє:

створити оптимальну сукупність датчиків інформації наземного та повітряного базування (з використанням БпАК(С)) за критерієм вартість-ефективність не нижче 0,9;

забезпечити точність та своєчасність інформації про об'єкт не нижче 0,95 за рахунок використання оптимальної сукупності датчиків із використанням БпАК(С);

забезпечити циркуляцію інформації у ССО на рівнях відповідно до завдань та можливостей підрозділів;

час від виявлення до передачі інформації до всіх користувачів скоротити до мінімальних значень, що залежать від властивостей системи передачі інформації, за рахунок використання БпЛА-ретрансляторів, бортових алгоритмів обробки інформації та спеціалізованого програмного забезпечення на пункті управління БпАК(С).

Впровадження та подальше удосконалення ССО здатне забезпечити високий рівень ефективності при плануванні операцій, їх підготовці та веденні, а також скоротити часові показники у циклі здобуття-аналізу-передачі-доведення інформації та прийняття рішення на дію понад на 60 %. Сучасні ССО дозволять отримувати інформацію про події на полі бою в умовах реального часу (умовах наближеного до реального часу).

У зв'язку із неможливістю використання пілотованих літаків-розвідників у сучасних умовах доцільно створити та використовувати певну сукупність БпЛА з широкою номенклатурою цільового розвідувального обладнання. Розміщення датчиків інформації на БпЛА дозволить у 1,5-2 рази підвищити дальність виявлення об'єктів, швидкість реакції та мобільність.

Висновок. Застосування БпАК(С) у складі ССО значно підвищує її ефективність за рахунок покращення точності, своєчасності та оперативності отримання і передачі інформації. Використання БпЛА як носіїв датчиків інформації дозволяє оптимізувати спостереження за критерієм вартість-ефективність, збільшити дальність виявлення, забезпечити стійкий зв'язок та зменшити час реакції в бойових умовах. Це особливо актуально для України в умовах обмежених ресурсів і високої насиченості ППО противника, що потребує гнучких, асиметричних підходів до ведення бойових дій.

Мажара І.П., PhD
Телятник Б.А.
Шульга О.С.
ХНУПС

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВІАЦІЙНОГО НАВІДНИКА ПРИ ЗАВДАННІ УДАРУ ПО НАЗЕМНИХ ЦІЛЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Досвід російсько-Української війни показує, що однією з основних складових ефективного виконання завдання авіації є точність та оперативність визначення координат об'єктів дій військ. У сучасних операціях організація та здійснення управління екіпажами та підрозділами армійської авіації являють собою складний динамічний процес. Авіаційний навідник несе відповідальність за видачу точних і обґрунтованих рекомендацій і вказівок екіпажу повітряного судна (ПС). Остаточне рішення приймає командир ПС, але від якості і своєчасності інформації про місце розташування цілі безпосередньо залежить результат та ефективність бойового застосування авіації.

Мета доповіді – підвищення ефективності застосування авіації та управління екіпажами в ході виконання бойового завдання за рахунок використання безпілотних авіаційних комплексів, в якості засобу розвідки та підтвердження результатів бойового застосування авіації, при відсутності візуального контакту авіаційного навідника з ціллю.

Основними чинниками, що найбільшою мірою впливають на організацію і виконання цілевказівки і наведення авіації на наземні цілі, є: рельєф місцевості; погодні умови (хмарність, низька видимість, опади); характер ведення бойових дій (напрямок дій військ противника, основні завдання сухопутних військ).

Необхідно звернути увагу на те, що ці чинники впливають на безпеку авіаційного навідника (необхідність наближення до об'єктів дій військ), точність визначення координат та оперативність видачі команд екіпажам ПС під час наведення.

Проаналізувавши досвід російсько-Української війни та участі провідних країн світу у локальних війнах, можна зробити висновок, що безпілотні авіаційні комплекси ефективно вирішує питання, що є актуальними відносно роботи авіаційного навідника.

Місце розташування авіаційного навідника суттєво впливає на ефективність виконання бойового завдання (наведення екіпажів ПС). У разі неможливості розташування авіаційного навідника у зоні візуального контакту з ціллю, похибки в точності наведення виходять за межі задовільних оцінок, що в свою чергу свідчить про необхідність використання дистанційних засобів спостереження як за об'єктами дій своїх військ, так і за об'єктами виконання атаки по цілях. У сучасних умовах наявні сили та засоби повітряної розвідки не повною мірою забезпечують війська потрібною та достовірною інформацією. Відсутність передачі розвідувальних даних в реальному масштабі часу значно збільшує час, необхідний для їх обробки та знижує результативність вогневого ураження по об'єктах розвідки, більшість яких є мобільними.

Таким чином, з метою підвищення ефективності виконання бойового завдання (наведення, цілевказання, атака цілі) доцільно використання безпілотних авіаційних комплексів в якості засобу розвідки, корегування вогню та підтвердження результатів бойового застосування авіації в умовах відсутності візуального контакту авіаційного навідника з ціллю.

Макаліш О.В.
Якимчук О.В.
ВА (м. Одеса)

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Аналіз ведення бойових дій в російсько-Українській війні свідчить про стрімкий розвиток безпілотних літальних апаратів (дронів).

На сьогодні над лінією бойових зіткнень у будь-який час доби можуть перебувати десятки безпілотних літальних апаратів різного призначення. За допомогою сенсорів і відеокамер, якими вони оснащені, є можливість передавати детальні зображення в реальному часі про розміщення підрозділів, артилерійських установок, бойових машин, особового складу з метою планування ударів та проведення атак. Такі можливості застосування дронів, надають командирам оперативну інформацію про розташування і пересування противника, що є критично важливим для прийняття рішень в умовах бойової обстановки.

Реалії сьогодення підтверджують те, що застосування дронів у більшості випадків є дієвим способом щодо завдання ураження. Поряд з тим, у способах бойового застосування дронів існують і способи захисту від них, що в свою чергу примушує розробників створювати нові технології щодо їх виробництва. Попри обмежену потужність дронів їхні розробка й виробництво в різних країнах в пріоритеті.

Одним із напрямів розвитку безпілотних літальних апаратів розглядається процес створення повністю автономних дронів, тобто таких, які зможуть виконувати завдання без участі операторів на основі штучного інтелекту, які можуть оснащуватись лазерними далекомірами, системами самонаведення та балістичного розрахунку з метою покращити показники точності та ефективності

ударів і самостійно приймати рішення в бойових умовах. Дрони з технологіями штучного інтелекту, стабілізують уражений противником дрон, тримаючи курс на обрану ціль за введеними координатами. Застосування штучного інтелекту допомагає дрону утримувати в полі зору ціль, навіть якщо вона рухома чи оператор втратив зв'язок з апаратом. Дрони на основі штучного інтелекту могли б швидко адаптуватися до змін умов обстановки на полі бою, зменшуючи час на прийняття рішень і підвищуючи ефективність ведення бойових дій.

Також безпілотні літальні апарати можуть оснащуватися стрілецькою зброєю та ракетним озброєнням. Безшумний двигун дозволить дронам непомітно підлетіти до цілі.

Безпілотні літальні апарати стали звичайними інструментами, що використовуються під час війн та знаходить все більше поширення у світі при вирішенні військових конфліктів. Війна на європейському театрі бойових дій стимулює масове виробництво безпілотних літальних апаратів. Збільшення швидкості, дальності польоту, вантажопідйомності та інших можливостей безпілотних літальних апаратів має миттєвий вплив на хід бойових дій. Розуміння та використання новітніх технологій при створенні дронів має важливе значення для ефективної оборони в умовах сучасної війни.

Малюк В.М.
Міщенко В.С.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ

Розвиток безпілотних технологій істотно вплинув на способи ведення сучасних воєн. Особливо це помітно у сфері інженерної підтримки бойових дій, де зростання ризиків для особового складу та високий динамізм обстановки вимагають максимальної автоматизації й дистанційного контролю. Безпілотні літальні апарати стали невід'ємною частиною інженерної діяльності, особливо у Збройних Силах України, де вони довели свою ефективність під час ведення бойових дій у російсько-Українській війні.

У сучасних умовах БпЛА виконують цілий спектр інженерних завдань, таких як інженерна розвідка мінно-вибухових та невибухових загороджень, руйнувань, природних та штучних перешкод; перевірка стану доріг, мостів, переправ, визначення можливих обвалів або замінування; моніторинг укріплень, фортифікаційних ліній, динамічне відстеження стану бойових позицій; надання візуальних даних для саперних груп, виявлення підозрілих об'єктів за допомогою тепловізорів і сенсорів; створення актуальних цифрових карт місцевості.

БпЛА легко пристосовуються до різних завдань шляхом зміни корисного навантаження – від камер до датчиків хімічних речовин або георадарів.

Дрони дозволяють здійснювати розвідку в реальному часі, що дає змогу командуванню швидко ухвалювати рішення.

Використання БпЛА зменшує ризик втрат серед особового складу, особливо при роботі у зонах замінування, обстрілів або зараження.

Завдяки високій маневреності й малопомітності, БпЛА здатні діяти у ворожому тилу для збору даних або наведення на цілі.

Українські військові активно впроваджують безпілотники як у регулярних підрозділах, так і в позаштатних інженерних групах. Відомими стали випадки, коли дрони допомагали фіксувати розміщення ворожих мінних загороджень; координувати дії підрозділів під час штурму; визначати безпечні маршрути для проходу техніки.

Волонтерські ініціативи забезпечили фронт тисячами дронів, які адаптовані до потреб саперів, інженерів та будівельників фортифікацій.

Поряд з перевагами використання БпЛА є ряд обмежень, таких як активне використання противником засобів РЕБ (радіоелектронної боротьби); обмежений час польоту і вантажопід-йомність; потреба у висококваліфікованих операторах та технічному обслуговуванні.

У зв’язку з цим важливо розвивати власне виробництво БпЛА, розробляти системи захисту від РЕБ та вдосконалювати навчання операторів.

Безпілотні літальні апарати стали одним із ключових інструментів інженерної підтримки сучасної армії. Їх ефективне використання дозволяє забезпечити оперативне ухвалення рішень, зберегти життя особового складу та оптимізувати виконання завдань у складних умовах бойових дій. Український досвід підтверджує, що майбутнє інженерної підтримки тісно пов’язане з безпілотними технологіями, які стають не лише засобом розвідки, а й активним компонентом інженерної підтримки військ на полі бою.

Мальцев В.П., канд. техн. наук
Миценко І.М., д-р. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.
Роєнко О.М., канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співроб.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАНУ

БІСТАТИЧНА РЛС ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОПОМІТНИХ І МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СИГНАЛІВ ГЕОСТАЦІОНАРНИХ ШСЗ

Широке застосування супутникового телебачення, простота і доступність апаратури, частотні діапазони, що використовуються, і неможливість ураження джерела випромінювання (супутник знаходиться на геостаціонарній орбіті на відстані ≈36000 км від Землі) дають можливість використовувати сигнали геостаціонарних ШСЗ для виявлення малопомітних і малорозмірних цілей, включаючи БПЛА.

Для вирішення цих завдань у роботі розглядається варіант бістатичної РЛС, у якій випромінювач (передавач) встановлений на ШСЗ, а приймач – на Землі. Перевагою такої системи є можливість виявлення малорозмірної цілі, що обумовлено різким (на 20...40 дБ) збільшенням ефективної поверхні розсіювання цілі вздовж лінії бази. У цьому випадку лінія бази – це відстань між геостаціонарним супутником та приймальним пристроєм, встановленим на Землі. Такі системи в літературі називають напівпасивними, оскільки є випромінювання, але захищеність така ж, як і при пасивній радіолокації. Іншою перевагою такої системи є те, що технологія «Stealth» у цьому випадку не працює, оскільки чим більше послаблення сигналу відбувається за рахунок розсіювання ціллю, тим помітніше воно при підльоті та перетині лінії бази.

Приймальна апаратура складається із стандартної антени з необхідним коефіцієнтом посилення (залежно від використовуваного супутника), конвертора, що складається з малошумного підсилювача, змішувача, гетеродину та попереднього підсилювача проміжної частоти. Подальше посилення та обробка сигналу виконуються внутрішнім блоком бістатичної РЛС, який складається з додаткового широкосмугового підсилювача з коефіцієнтом посилення ≈18 дБ та смугою частот 950+2150 МГц. Потім сигнал детектується та поступає на блок обробки. Смуга частот геостаціонарного супутника складає 10,7+12,75 ГГц.

Проведено експериментальну перевірку працездатності пропонованої бістатичної РЛС з використанням сигналів геостаціонарного ШСЗ. Літальні апарати (літаки), що пролітають, в зоні бази давали на виході системи сигнали з достатнім співвідношенням сигнал/шум. Крім того, було зафіксовано реакцію вихідного сигналу на турбулентності повітряного потоку після прольоту літального апарата. На жаль, не було можливості провести експерименти з виявлення БПЛА.

З огляду на аналіз результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень можна зробити висновок, що використання сигналів геостаціонарних супутників для виявлення літальних апаратів, зокрема малопомітних та малорозмірних, можливе за допомогою недорогої та доступної апаратури.

Мартинюк І.М., канд. біол. наук
Шматов Є.М.
Погребняк Т.Д.
НАСВ

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

У сучасних умовах ведення бойових дій, що характеризуються високою динамікою стрімкого розвитку військових технологій, широким застосуванням високоточних озброєнь та асиметричних форм протиборства, особливого ключового значення набуває впровадження новітніх технологій в систему бойового управління, забезпечення (підтримки) та захисту військ. Однією з ключових технологічних складових цього процесу є роботизовані комплекси військового призначення, що демонструють стабільну тенденцію до зростання у сфері застосування як в ЗС України, так і в арміях провідних країн світу. Роботизовані комплекси як елемент технологічної трансформації армії, дедалі частіше впроваджуються в озброєння провідних країн світу, таких як США, Ізраїль, Китай, Велика Британія, Франція та інші. Вони демонструють високу ефективність у розвідці, бойовій підтримці, логістиці, а також у вирішенні завдань, пов'язаних із діями в умовах хімічного, біологічного та радіаційного (ХБР) зараження. Роботизовані комплекси дедалі частіше виступають як ефективний засіб виконання завдань підвищеної небезпеки, знижуючи ризики для особового складу та підвищуючи точність і оперативність проведення спеціальних завдань. У зв'язку з високим рівнем загрози при виконанні таких завдань, застосування дистанційно керованих або автономних роботизованих платформ стає не просто доцільним, а й критично необхідним.

З огляду на сучасні виклики, досвід ведення бойових дій в умовах повномасштабної російсько-Української війни та безпекову ситуацію, вимоги оперативної обстановки, що вимагає швидкого реагування, мінімізації ризиків для особового складу та підвищення точності збору інформації, роботизовані комплекси мають відповідати низці оперативно-тактичних вимог. До таких вимог відносяться:

мобільність і автономність у різних умовах місцевості;

здатність до інтеграції в єдину систему управління військами;

стійкість до засобів радіоелектронної боротьби;

здатність здійснювати дистанційний відбір проб ХБР зараження з урахуванням безпеки та ефективності;

адаптивність до завдань різної складності на тактичному рівні тощо.

Відповідно до низки вимог, основні тенденції розвитку військової робототехніки спрямовані на: інтелектуалізацію систем керування, групове застосування роботів, мікромініатюризацію компонентів роботизованих комплексів, інтеграцію підсистем; ієрархічну схему побудови систем керування, еволюційність тощо.

Постійний розвиток та застосування інноваційних технологій, зокрема засобів зв'язку, датчиків, штучного інтелекту, мехатроніки та інших галузей науки і техніки сприяє зростанню можливостей безпілотних наземних комплексів у різних напрямах проведення бойових операцій. Вони мають сприяти перелому тривалої російсько-Української війни в найближчому майбутньому. За останні два роки на полі бою з'явилася значна кількість різних типів платформ, які використовуються та випробовуються для розширення спектра завдань, які виконують ЗС України. Тому для якісного виконання завдань згідно зі своїм призначенням, а отже, і вирішальної переваги над противником військам ЗС України необхідно мати НРК в достатній кількості з покращеними експлуатаційними властивостями та характеристиками.

Матющенко В.Г.
Кравченко В.Л.
ННВП ДНДІ ВС ОВТ

РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВІЙСЬКОВІ ОПЕРАЦІЇ

У серці України на полі бою назріває революція, яку рухають невпинні інновації приватних українських компаній. Україна дійсно стала однією з провідних країн, що впроваджують сучасні військові технології, зокрема наземні роботизовані системи (Unmanned Ground Vehicles — UGVs). В умовах повномасштабної війни ці технології не лише підвищують ефективність ЗСУ, а й зменшують ризик для життя військових. Розгляньмо декілька найбільш перспективних українських роботизованих комплексів, які вже показали себе у реальних бойових умовах:

"Шабля" (Saber) – призначення: евакуація поранених, транспортування боєприпасів, підтримка піхоти; виробник: українська компанія Roboneers; технічні характеристики: вага: близько 400 кг, дальність дії: до 5 км (залежно від сигналу), швидкість: до 20 км/год, може перевозити до 300 кг вантажу. Основні функції: дистанційне управління, модульність, встановлення турелі з кулеметом або протитанковим озброєнням;

"Ласка" – призначення: штурмові операції та вогнева підтримка; виробник: українські інженери-волонтери (зокрема учасники ІТ-спільноти); технічні характеристики: оснащений кулеметом калібру 7,62 мм, має бронювання для захисту електроніки, може працювати в умовах РЕБ. *Особливість*: висока мобільність і можливість діяти у важких умовах міських боїв.

"Ratel S" – призначення: вогнева підтримка з дистанційним управлінням; розробник: група українських волонтерів; технічні характеристики – броньована гусенична платформа, встановлений кулемет або гранатомет, дальність управління: до 2 км. Функції: може виступати мобільним бойовим модулем, що підтримує піхоту під час штурму. *Особливість*: можливість безпечного наближення до ворожих позицій під вогнем.

Ці системи ілюструють, як Україна не лише обороняється, а й виводить війну на новий рівень технологічного протистояння, активно використовуючи потенціал своїх інженерів, айтівців і волонтерів.

Уже зараз відбувається перехід від "дистанційно керованих" до "частково автономних" систем. У майбутньому: роботи навчатимуться в процесі виконання завдань (machine learning на полі бою), з’явиться здатність до кооперативної поведінки − дрони та UGV зможуть самі узгоджувати дії, як зграя (swarm intelligence), невизначеність середовища (наприклад, втрати зв'язку або непередбачувані події) буде компенсована здатністю систем приймати рішення на основі оцінки ризику.

Тривалість автономної роботи напряму впливає на ефективність: перехід до високоємних батарей нового покоління (наприклад, твердотілих або графенових), інтеграція з сонячними панелями, паливними елементами або навіть мініатюрними ядерними джерелами (у перспективі), оптимізація споживання енергії через розумне програмне забезпечення, яке вмикає різні модулі лише за потреби.

Інтеграція з AI, AR, супутниками та кібернетикою – це ключ до мережево-центричної війни майбутнього, яка полягатиме у взаємодії штучного інтелекту, який аналізує дані в реальному часі, надаючи командиру найкращі сценарії дій; доповненій реальності (AR), що дозволяє військовим бачити мітки дронів, маршрути та загрози через шоломи чи окуляри; супутниковий зв'язок і геолокація – надають розвіддані, точне позиціонування та управління на великі відстані, а кібер-платформи захищають зв’язок, атакують ворожі системи або блокують їх UGV.

Війна майбутнього – це взаємодія автономних, високотехнологічних одиниць, які здатні координувати дії швидше, ніж це може зробити людина.

Миценко І.М., д-р фіз.-мат. наук, с.н.с.
Роєнко О.М., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
Костіна В.Л.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАНУ

ЗАХИСТ БпЛА ВІД ПРИДУШЕННЯ СИГНАЛІВ УПРАВЛІННЯ ОПЕРАТОРА У ШИРОКІЙ СМУЗІ ЧАСТОТ

Сьогодні БпЛА виконують велику кількість бойових завдань: розвідку, коригують вогонь артилерії тощо, а ударні БпЛА завдають ураження броньованій техніці та живій силі противника. Тому йде постійна розробка та вдосконалення методів боротьби з ними – від прямого ураження та знищення до застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Останні дозволяють придушити (заглушити) сигнали зв'язку з оператором і БпЛА не може продовжувати рух і виконувати поставлені перед ним завдання.

З цих причин розробка методів та засобів боротьби з придушенням сигналів управління оператора стає все більш актуальним та необхідним завданням. Особливо важливими є методи захисту у широкій смузі частот, що застосовуються для зв'язку з БпЛА. Як відомо, діапазон частот, що використовується звичайними БпЛА, лежить в межах від 900 МГц до 1200 МГц. Ударні БпЛА використовують діапазон 850–900 МГц, деякі – діапазони 2,4 ГГц та 5,8 ГГц. БпЛА противника постійно змінюють частоти, їх діапазон розширився до 600–700 МГц, а за деякими відомостями навіть до 480–520 МГц.

Мета роботи полягає у створенні автономного приймального пристрою, блока захисту, який підключається до входу приймального пристрою БпЛА та здійснює захист останнього від перешкод у робочому режимі у широкій смузі частот.

В основу пропонованого рішення покладено метод зміни робочої частоти БпЛА (при виявленні сигналів перешкод) на іншу, що дозволяє йому продовжити рух без втрати працездатності. Відмінною особливістю є те, що виявлення перешкод у широкій смузі частот здійснюється автономно за допомогою пристрою, встановленого безпосередньо на вході приймального тракту БпЛА. Крім того, при виявленні перешкоди блок захисту перемикається на іншу частоту, де перешкоди відсутні.

Для можливості одночасного керування БпЛА та виявлення сигналів перешкод у запропонованому методі використовується два режими роботи: перший робочий режим, коли передавач оператора випромінює сигнал керування на робочій частоті, і другий режим виявлення перешкод, коли сигнал керування не випромінюється та блок захисту контролює наявність радіосигналів перешкод. Тривалості робочого режиму та режиму виявлення перешкод вибираються таким чином, щоб не порушувався робочий режим БпЛА з урахуванням швидкості польоту, обробки сигналів і виконання поставлених завдань.

Висновки.

Розроблені метод і пристрій, що його реалізує (широкосмугове приймальний пристрій з блоком захисту), дозволяють в робочому режимі БпЛА виявляти сигнали перешкод та вести їх постійний контроль з моменту вильоту та наступного польоту.

При виявленні сигналів перешкод вхідний пристрій автоматично перемикає частоту сигналу, що управляє, на іншу, де перешкоди відсутні.

Музика О.О.
Івахів О.С., канд. політ. наук
НАСВ

РОЗВИТОК СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВЕДЕННЯ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

У сучасному світі військові технології розвиваються стрімкими темпами, і однією з найпомітніших інновацій є безпілотні літальні апарати (БпЛА). Вони кардинально змінюють підходи до

ведення бойових дій, забезпечуючи нові можливості для впливу на тактику і стратегію проведення військових операцій. Важливість застосування БпЛА лише зростає, і вони стали незамінним інструментом у багатьох арміях світу. Вони дозволяють виконувати місії, які раніше були надто ризикованими або взагалі неможливими. Сьогодні БпЛА використовуються у бойових діях: від спостереження і розвідки до високоточних ударів по воєнних цілях.

Аналіз збройних конфліктів за останні роки в багатьох країнах світу, показує, що (БпЛА) з розвідувально-ударними та ударними функціями стають все більш важливими у XXI столітті. Ці конфлікти показали значне зростання ролі БпЛА у здійснені розвідувальних заходів, координації вогню різноманітних вогневих засобів ураження та виконанні ударних завдань по важкодоступних і броньованих цілях противника. Ця технологія набуває особливої уваги в умовах асиметричних бойових дій, де традиційні методи ведення війни втрачають свою ефективність.

Сучасна війна в Україні, розпочата внаслідок агресивних дій російської федерації, ще більше підкреслила необхідність використання БпЛА. З самого початку конфлікту в 2014 році і до сьогодні, Збройні Сили України зіштовхнулися з численними викликами, що вимагали інноваційних підходів до ведення бойових дій. Використання БпЛА стало критично важливим для збору розвідувальної інформації, корегуванні артилерійського вогню, а також для завдання точкових ударів по позиціях противника, що знаходяться в укриттях або мають броньований захист. Протягом останніх одинадцяти років війни в Україні ударні БпЛА стали ключовим інструментом в операціях Збройних Сил України. Це змінило не лише тактику ведення бойових дій, але й загалом підхід до планування військових операцій.

Використання БпЛА стало необхідним елементом сучасної війни, що підвищує шанси на успішне виконання бойових завдань та знижує ризики для особового складу. 25 червня 2024 року набрало чинності рішення Ради національної безпеки і оборони України про створення в структурі Збройних Сил України Сил безпілотних систем, як окремого роду сил.

Сьогодення вимагає пошуку нових форм і способів застосування Сил оборони України, враховуючи низку чинників, таких як нестабільна політична ситуація, виснаженість партнерів, недостатня ефективність санкцій, перевага противника в мобілізаційному ресурсі та недосконаліть нормативно-правової бази.

Використання новітніх технологій та інновацій у військовій сфері є ключовим елементом для підвищення бойової спроможності та ефективності Сил оборони України. Інтеграція новітніх технологій, розвиток системи управління, підготовка фахівців та створення відповідних нормативних документів є важливими кроками на шляху до досягнення перемоги та збереження ресурсів.

Таким чином, розвиток безпілотних систем має значний вплив на перебіг бойових дій під час широкомасштабного вторгнення рф до України. Створення Сил безпілотних систем як окремого роду військ є важливим кроком у вдосконаленні обороноздатності країни. Безпілотні системи забезпечують ефективність розвідки, коригування артилерійського вогню, знищення ворожих цілей та збереження життів військовослужбовців.

Подальший розвиток БпЛА як безпілотних систем потребує комплексного підходу, а саме: інвестицій в технології, підготовку фахівців, вдосконалення системи управління та розробку нормативно-правової бази.

Розвиток власного виробництва у тісній співпраці з міжнародними партнерами дозволить Україні стати одним із лідерів у цій галузі та забезпечити ефективне використання безпілотних систем у бойових діях.

Назаренко В.В.
Кочан Р.В., д-р техн. наук, проф.
ІКТА НУ “Львівська Політехніка”

ВІДДАЛЕНЕ ВІДЛАГОДЖЕННЯ СУПУТНЬОГО КОМП’ЮТЕРА БпЛА ЗА ДОПОМОГОЮ MAVLINK-ШЛЮЗУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА СІМЕЙСТВА ESP32

У контексті зростаючої ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у військових, цивільних і дослідницьких застосуваннях зростає потреба в розробці автономних систем керування, які забезпечують адаптивність, надійність і здатність до самостійного прийняття рішень у режимі реального часу. Особливої актуальності ця проблема набула в умовах війни, де технологічна перевага безпосередньо впливає на ефективність операцій, збереження життя та знищення ворога. Комплексні системи керування БпЛА часто включають супутні комп’ютери (companion computers), що реалізують алгоритми штучного інтелекту, машинного зору, навігації та обробки сенсорних даних. Проте складність, висока вартість і чутливість цих систем створюють значні ризики під час розробки та випробування. У багатьох випадках неможливість фізичного розміщення прототипу на борту БпЛА через обмеження по габаритах, вазі або вібраційній стійкості ставить під загрозу не лише виконання польотних випробувань, а й саму можливість перевірки того чи іншого алгоритму, функції чи рішення у процесі розробки.

Автори пропонують підхід, орієнтований на безпечне та ефективне відлагодження інтелектуальних супутніх систем у віддаленому режимі. Суть підходу полягає у використанні шлюзу на базі мікроконтролера ESP32, який виконує функцію транслятора протоколу MAVLink між польотним контролером БПЛА та супутнім комп’ютером, розташованим на землі. Такий шлюз реалізує двосторонню комунікацію через мережу Wi-Fi, використовуючи TCP/IP-стек, що забезпечує сумісність з сучасними програмними бібліотеками та наземними станціями.

Проведено аналіз особливостей реалізації MAVLink-шлюзу з використанням відкритих програмних рішень DroneBridge та Kahuna, що дозволяє налаштувати ESP32 чи ESP8266 як точку доступу або клієнта Wi-Fi з повною підтримкою обміну даними у форматі MAVLink. Проведено огляд апаратних платформ, які забезпечують реалізацію таких шлюзів, – від бюджетного WeMos D1 Mini до більш продуктивних ESP32-C3/C6, що дозволяють під’єднувати зовнішню антену чи використовувати 5GHz діапазон Wi-Fi. Проведено аналіз схем взаємодії, схеми електричних з’єднань між шлюзом та польотним контролером, а також приклади конфігурації параметрів в ArduPilot для забезпечення дистанційного керування з використанням MAVLink-шлюз.

Запропонований метод віддаленого відлагодження супутніх комп’ютерів дозволяє проводити повноцінне тестування та відлагодження автономних функцій керування без розміщення обчислювального модуля на БпЛА. Це особливо цінно в умовах обмежених ресурсів, високої вартості прототипів або потреби в багаторазовому ітеративному тестуванні. Запропонований підхід демонструє гнучкість і масштабованість, дозволяючи його застосування як у дослідницьких лабораторіях, так і в умовах наближених до реальних – на випробувальних майданчиках чи полігонах.

Таким чином, віддалене відлагодження за допомогою MAVLink-шлюзу на базі ESP32 забезпечує суттєве зменшення ризиків під час розробки та прискорює цикл впровадження інноваційних рішень у сфері автономного керування БПЛА.

Неуров І.В., канд. екон. наук
НАСВ

ЗРОСТАННЯ РОЛІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ ЗА ДОСВІДОМ ЗБРОЙНИХ СИЛ США

Найбільш характерною рисою сучасної збройної боротьби слід вважати інтегрований процес ведення розвідки, передачі даних, управління військами і зброєю, вогневого і радіоелектронного ураження противника в масштабі часу, наближеному до реального. Це дозволяє мінімізувати втрати особового складу та вирішувати бойові задачі більш ефективно. Результати аналізу локальних війн та

збройних конфліктів сучасності свідчать про зростання ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у вирішенні завдань повітряної розвідки. Досвід розроблення вітчизняних БпЛА свідчить про необхідність врахування світових тенденцій застосування безпілотної розвідувальної авіації. Таким чином, постає завдання визначення особливостей застосування БпЛА в сучасних воєнних конфліктах. Це дозволить більш обґрунтовано висувати оперативно-тактичні та тактико-технічні вимоги до перспективних БпЛА.

В операції "Буря в пустелі" одну з ключових ролей у забезпеченні підготовки і ведення повітряної кампанії і повітряно-наземної операції багатонаціональних сил проти Іраку грала повітряна розвідка, у складі сил якої важливе місце займала безпілотна розвідувальна авіація.

З метою проведення випробувань у реальній бойовій обстановці демонстраційний зразок безпілотної розвідувальної системи Orchidee (на базі вертольота AS 532 Super Puma Мк 2), призначеної для виявлення цілей для ракетних систем залпового вогню, був доставлений до Саудівської Аравії у січні 1991 р. Він здійснив 24 польоти загальною тривалістю 50 годин, забезпечивши отримання дуже цінної інформації про пересування наземних сил Іраку. У ході бойових дій проти Іраку на користь сухопутних військ і морської піхоти використовувалися нові розвідувальні комплекси на базі безпілотних літальних апаратів RQ-2 Pioneer. Комплекс складався з 14–16 БпЛА, а також з наземної апаратури управління і прийому даних, розміщеної на двох автомобілях типу "Hummer". Всього було розгорнуто шість підрозділів БпЛА: три призначалися для морської піхоти, один – для 7АК і по одному – для лінкорів "Wisconsin" і "Missouri". На озброєнні кожного з них знаходилося до п’яти БпЛА, управління якими в радіусі до 185 км здійснювалося з головної наземної станції, а до 74 км – з портативної допоміжної. На дисплеях наземної станції управління і дистанційному пульті прийому відеоінформації можна було спостерігати кольорове зображення територій і об’єктів, над якими пролітав літальний апарат. Завдяки цьому командування мало можливість вирішувати питання знищення виявлених об’єктів. Зображення зберігалося в пам’яті електронної обчислювальної машини для подальшого детального аналізу. У період операції "Буря в пустелі" сумарний наліт БпЛА Pioneer склав 1011 год. Ці апарати, оснащені тепловізійними камерами або тепловізійними станціями переднього огляду, виконували польоти як у денний, так і в нічний час. Вони виконували розвідувальні польоти за завданнями повітрянодесантних підрозділів спеціального призначення SEAL ВМС і використовувалися для пошуку берегових стартових комплексів іракських протикорабельних ракет "Silkworm". У сухопутних військах перед БпЛА ставилося завдання розвідки маршрутів для польотів ударних вертольотів АН-64 Apache.

Таким чином можна зробити висновок, що застосування безпілотної авіації у збройних конфліктах сучасності має вирішальне значення і її роль невпинно зростає. Від розвитку БпЛА різного призначення та покращення їх характеристик уже значно залежить успіх військових операцій і така тенденція буде зберігатися в майбутньому.

Олійник І.М.
Сушко А.Л.
Невойса А.В.
ХНУПС

ЕШЕЛОНОВАНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІД ДРОНІВ-КАМІКАДЗЕ: АНАЛІЗ ПІДХОДІВ, ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВ

У умовах постійного розвитку засобів повітряного нападу особливу небезпеку становлять дрони-камікадзе, які останнім часом дуже швидко нарощують можливості щодо ураження як критичних стаціонарних інфраструктурних об’єктів, так і рухомих, зокрема броньованих цілей з високою точністю та ефективністю. Результати аналізу існуючих способів, методів та засобів протидії ворожим дронам-камікадзе свідчать, що найвищий потенціал у забезпеченні надійного захисту має комбінований підхід, який поєднує засоби раннього виявлення, радіоелектронну боротьбу та фізичне знищення дронів.

Фізичні методи перехоплення, такі як стрілецька зброя, сітки та сіткомети, мають відносно низьку вартість та дозволяють відносно оперативно та масово розгорнути засоби захисту, проте вони

не гарантують знешкодження заряду або повне знищення дрона. Лазерна та мікрохвильова зброя продемонстрували високу потенційну ефективність, особливо при знищенні дронів на середніх дистанціях, але вимагають значних ресурсів для розробки та впровадження, що відкладає їхнє масове використання в найближчому майбутньому.

Окрему увагу приділено протидії дронам, що керуються оптоволоконними кабелями. Для них нетрадиційним (у військовому відношенні) способом протидії стало фізичне перерізання кабелю, а також вплив на сам дрон різноманітними засобами з мінімальною побічною шкодою. Такі методи потребують створення спеціалізованих загонів з технічними засобами, що придатні для роботи в польових умовах. Засоби радіоелектронної боротьби, ефективні проти радіокерованих дронів, на сьогодні не працюють проти оптоволоконних систем. Дуже цікавим для розгляду є засоби активного захисту типу “Заслон”, які призначенні для ефективного захисту рухомих броньованих цілей від кумулятивних зарядів, водночас попередній аналіз можливостей адаптації свідчить про наявність обмежень щодо захисту такими засобами критичних нерухомих або малорухомих об’єктів, що пов’язано із високою вартістю та ризиком ушкодження об’єкта внаслідок побічної дії системи.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення систем виявлення та відстеження, мобільних систем РЕБ, розробку легких, точних та швидкодіючих засобів фізичного перехоплення на ближніх рубежах, включаючи дрони-перехоплювачі та компактні лазерні установки. Потенційним проривом може стати інтеграція низькопотужних направлених енергетичних засобів для тимчасового виведення з ладу керуючих систем дронів без значної побічної дії на оточення.

Ураховуючи вищесказане, вимальовується доцільність створення ешелонованої системи захисту, яка має гнучку архітектуру, здатну адаптуватися до типу загрози. Станом на сьогодні найбільш реалістичною є комбінація швидко розгортуваних систем виявлення, засобів РЕБ проти радіокерованих дронів і фізичних методів перехоплення. Це дозволяє мінімізувати ризики при відносно обмежених ресурсах і забезпечити початковий рівень безпеки для об’єктів критичної інфраструктури або бойових позицій.

Опенько П.В., канд. техн. наук, ст. дослідник
Іващенко С.В.
Диптан В.П., канд. військ. наук, доц.
Іванов В.І.
НУОУ

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОЦЕСІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ АРМІЙСЬКОЇ АВІАЦІЇ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Досвід виконання бойових та спеціальних завдань підрозділами армійської авіації Сухопутних військ ЗС України під час відсічі збройної агресії рф показав, що основним фактором, що впливає на ефективність виконання завдань авіаційними підрозділами та підрозділами логістичного забезпечення є їх живучість, яка реалізується за рахунок боєготовності, високої маневреності та скритності.

У доповіді проведено аналіз існуючої системи забезпечення матеріальними засобами процесів експлуатації та відновлення автомобільної та спеціальної техніки армійської авіації Сухопутних військ та визначені підходи щодо оцінювання її в сучасних умовах.

Сучасні умови ведення широкомасштабних бойових дій підкреслюють необхідність оцінювання системи забезпечення матеріальними засобами процесів експлуатації та відновлення автомобільної та спеціальної техніки армійської авіації Сухопутних військ та формують мету подальших досліджень, що полягають у розробці математичних моделей, визначення показників та критеріїв оцінювання ефективності функціонування системи забезпечення матеріальними засобами процесів експлуатації та відновлення автомобільної та спеціальної техніки армійської авіації Сухопутних військ.

За результатами проведених досліджень сформовані підходи до визначення потреби в кількості майданчиків базування та підскоку для бригади армійської авіації та відстань між ними; потреби сил

та засобів підрозділів логістичного забезпечення для розгортання та виконання завдань за призначенням в ході ведення бойових дій зведеними вертолітними загонами, за результатами яких визначені напрями подальших досліджень.

Очкуренко О.В., канд. техн. наук, доц.
Зоц Ф.Ф., канд. техн. наук, доц.
Мельник С.В.
Кіхтенко М.О
ХНУПС

МЕРЕЖА НЕОБСЛУГОВУВАНИХ РЛС ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ЯРУСУ МАЛИХ І ГРАНИЧНО МАЛИХ ВИСОТ

XXI сторіччя відзначається високою зацікавленістю багатьох країн безпілотними технологіями. Російсько-Українська війна надала не тільки поштовх у розвитку безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різного класу, але й виявила низку нових особливостей у порядку використання повітряного простору. Така тенденція потребує відповідної реакції в секторі протиповітряної оборони України. Достатньо прагматичним рішенням виглядає перебудова організаційної структури системи контролю повітряного простору. Обговорюється доцільність переходу роботи радіотехнічних військ від існуючого двоярусного радіолокаційного поля до чотириярусного. Одночасно з цим необхідне проведення перерозподілу зон та ярусів отримання інформації про повітряну обстановку всіх засобів радіолокації. Перебудова радіотехнічних військ до роботи в 4-ярусному радіолокаційному полі передбачає розробку нових радіолокаторів різного класу й призначення, які спроможні якісно виявляти як існуючі літальні апарати (ЛА), так і перспективні.

Необхідно зазначити, що на сьогодні є дуже актуальним вирішення питання щодо надійного виявлення та супроводження великої кількості БпЛА різних типів, які характеризуються малою ефективною площею розсіювання (ЕПР), невисокою швидкістю та висотою польотів. Якісне виявлення ЛА всіх типів, особливо на гранично малих та малих висотах, може бути вирішено шляхом суттєвої модернізації існуючих РЛС або розробки нових засобів радіолокації.

Достатньо перспективним є створення мережі необслуговуваних РЛС для контролю повітряного простору в ярусі гранично малих та малих висот. Побудова таких РЛС повинна забезпечувати якісне виявлення ЛА з малою ЕПР і направлена на зниження вартості й зменшення вагогабаритних показників, а відповідно покращення мобільності та прихованості роботи радіолокаторів. Доцільним є використання мережецентричних технологій з метою максимального спрощення системи обробки сигналів РЛС. При цьому необхідно створити спеціалізовані центри обробки радіолокаційної інформації від необслуговуваних РЛС (СЦО РЛІ). Такий підхід надасть можливість безпосередньо в РЛС здійснювати тільки високоякісне приймання сукупності сигналів із високим просторовим розрізненням, високорозрядне аналого-цифрове перетворення та якісне передавання РЛІ через швидкісний канал зв’язку.

Безпосередньо в СЦО РЛІ має проводитись ефективне відділення корисних сигналів від пасивних і активних завад, якісне виявлення повітряних об’єктів, високоякісна вторинна обробка сигналів, процедура класифікації ЛА. В спеціалізованих центрах обробки радіолокаційної інформації можуть виконуватись функції які притаманні контрбатарейним РЛС, наприклад, розрахунки позицій артилерії (мінометних розрахунків) противника та інше. Забезпечення високої ефективності СЦО РЛІ можливе за рахунок застосування технологій штучного інтелекту.

Пасічник В. М., канд. військ. наук
Ільницький С. В.
ЦНДІ ЗС України

АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНОГО КОМПЛЕКСУ MQ-9 REAPER

На сьогодні у США проводяться заходи з удосконалення складових розвідувально-ударного комплексу (РУК) MQ-9 Reaper, які спрямовані на забезпечення можливості управління мультиплатформами, побудованими на основі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різного типу, в рамках єдиного розвідувально-ударного контуру. Такі заходи проводяться в рамках поетапної реалізації концепту Adaptive Airborne Enterprise (A2E), що є спільним проєктом компанії GA-ASI (General Atomics Aeronautical Systems) та Командування Спеціальних Операцій ВПС США (USAFSOC – U.S. Air Force Special Operations Command). Концепт A2E передбачає п’ять етапів, два з яких на сьогодні реалізовані частково.

Перший етап спрямований на забезпечення можливості управління мультиплатформою, що складається із декількох БпЛА одного типу (MQ-9 Reaper). На другому етапі має бути забезпечена можливість управління більш складною мультиплатформою, яка складається з одного БпЛА MQ-9 Reaper, що виконує роль БпЛА-матки, та декількох підвішених на нього ударних дронів, які після запуску з нього застосовуються роєм. На третьому етапі передбачається подальше нарощування можливостей системи управління РУК, продемонстрованих на попередніх двох етапах. При цьому має бути досягнута спроможність щодо застосування у складі РУК декількох безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) типу MQ-9A Reaper, а також малих роїв БпЛА (насамперед, БпЛА типу RQ-11B Raven та Altius 600) з повітряним ретранслятором на базі БпЛА MQ-9A Reaper. Наступні етапи концепту A2E передбачають подальше нарощування архітектури РУК та забезпечення можливості застосування у його складі великих роїв БпЛА різного типу на основі впровадження передових розробок у галузі IT-технологій, що відповідатиме особливостям ведення майбутніх високотехнологічних війн.

Узагальнений аналіз змісту зазначених етапів показує, що на найближчу перспективу до основних тенденцій розвитку РУК MQ-9 Reaper слід віднести:

застосування у складі РУК мультиплатформ на основі декількох однотипних розвідувально-ударних БпЛА із забезпеченням можливості одночасного управління ними з наземного пункту управління РУК через наземні станції керування БпАК, у тому числі з незручних локацій;

створення та використання у складі мультиплатформ на основі розвідувально-ударних БпЛА, оснащених ударними дронами, які після запуску застосовуються роями (від малих до великих) та управляються з наземного пункту управління РУК через розвідувально-ударні БпЛА, що використовуються як ретранслятори;

удосконалення програмно-апаратного забезпечення для забезпечення обміну інформацією та організації взаємодії між різними підсистемами управління зі складу РУК (зокрема, створення інтерфейсів обміну даними між системою автоматичного розпізнавання цілей та системою управління озброєнням, між системами, що забезпечують ситуаційну обізнаність у сфері наземної та повітряної обстановки тощо);

забезпечення багаторівневості керування БпАК зі складу РУК залежно від покладених на них місій (зокрема забезпечення управління БпЛА як з наземного пункту управління, так і з наземних станцій керування БпАК).

Пашковський В.В., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
НАСВ

СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ДРОНАМИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОМПОВИХ РУШНИЦЬ

В сучасних умовах війни з російською федерацією БпЛА різних типів стали незамінним інструментом для ведення розвідки, корегування артилерійського вогню, завдання точних ударів та виконання інших критично важливих завдань, які неможливо виконати іншими способами. Їх

маневреність, відносно невисока собівартість робить їх потужним засобом на полі бою. Разом з тим противник постійно вдосконалює методи боротьби із БпЛА. Одним із доволі ефективних рішень стало використання помпових рушниць 12 калібру для протидії БпЛА, які виконують польотні завдання на малій висоті та із малою швидкістю.

Використання рушниць пояснюється декількома факторами: широка доступність, невисока вартість, простота використання. За допомогою спеціальних набоїв, таких як шрот, рушниця 12 калібру здатна уражати дрони на відстані від 50 до 75 метрів, роблячи її відносно ефективною зброєю для знищення БпЛА, що летять на низькій висоті.

Одним із таких рішень стало використання засобів кінетичного впливу – рушниць 12 калібру із спеціальним набоєм. Нижче проведено детальний огляд розвитку можливостей противника щодо боротьби з БпЛА СОУ. Противник все частіше застосовує наступні тактичні прийоми для протидії БпЛА, використовуючи рушниці 12 калібру: а) озброєння екіпажів баггі, квадроциклів, мотоциклів що беруть участь у штурмових діях. На кожен екіпаж баггі або мобільну штурмову групу призначають одного військовослужбовця, озброєного рушницею 12 калібру; б) використання детекторів дронів. Противник використовує портативні детектори дронів, які визначають появу БпЛА СОУ в радіусі дії детектора. Завдяки цим пристроям екіпажі противника можуть швидко виявити загрозу і підготувати рушниці.

За проведеними спостереженнями було помічено, що противник все ще не має масового розповсюдження різних типів детекторів. Разом з тим спостерігається значне покращення їх тактико-технічних характеристик. З моменту появи детектора дронів та до 4 покоління пройшло 9 місяців, що свідчить про спроби противника розробити ефективний прилад для захисту власних військ.

в) сумісне використання рушниць 12 калібру з антидроновими рушницями. Противник використовує рушниці 12 калібру сумісно із засобами РЕБ. Антидронові рушниці перешкоджають управлінню дронами, блокують їхні сигнали GPS і відеозв’язок, змушуючи БпЛА знижувати висоту або втрачати контроль. У цей момент рушниці 12 калібру стають ефективними для фізичного ураження дронів на низькій висоті;

г) створення вогневих засідок. Противник організовує засідки на ймовірних маршрутах польоту дронів СОУ. Військовослужбовці противника займають позиції з рушницями 12 калібру в місцях, де дрони можуть пролетіти на малій висоті, наприклад, біля будівель, лісосмуг тощо. Це дозволяє раптово атакувати дрон у найуразливіший момент;

д) комбіновані вогневі групи. Противник створює комбіновані групи, в яких одночасно використовують різні типи озброєння. Бійці з рушницями 12 калібру діють спільно з кулеметниками або військовослужбовцями озброєними автоматами, тим самим збільшуючи ймовірність ураження дронів СОУ.

Висновки. Використання наведених в роботі тактичних прийомів дозволяє противнику швидко адаптуватися до реальних умов поля бою та ефективно протидіяти існуючим загрозам застосування СОУ різних типів ударних БпЛА, використовуючи рушниці 12 калібру як ефективний та економічно вигідний засіб боротьби з дронами на низьких висотах.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. дослід.
Бортнік Л.Л., канд. техн. наук
Гелета С.М.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ’ЄКТІВ (ДОРОЗВІДКИ ЦІЛЕЙ) ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА

Технології відігравали та відіграють вирішальну роль у досягненні переваги на полі бою, особливо у сучасній російсько-Українській війні, яка стала важливим випробуванням для України та всіх держав світу після другої світової війни. Однією з найважливіших складових сучасних бойових дій стали безпілотні літальні апарати (БпЛА), які кардинально змінили підхід до ведення війни.

БпЛА у цій війні стали ключовим елементом у забезпеченні інформаційної переваги над противником. Їх використання дозволяє оперативно визначати координати живої сили ворога,

техніки, укріплень і складів боєприпасів, що є необхідним для точного завдання вогневих ударів. Серед методів визначення координат об'єктів, які застосовуються вітчизняними та закордонними безпілотними системами, особлива увага приділяється методам супутникової навігації, лазерному скануванню, геоприв'язці за допомогою аерофотозйомки та використанню тепловізійного обладнання.

Інтеграція цих технологій у БпЛА дозволяє забезпечувати високу точність визначення місцеположення об'єктів навіть в умовах радіоелектронної боротьби (РЕБ). Дослідження цих методів є вкрай важливим для розробки нових підходів до ефективного застосування БпЛА частинами (підрозділами) силових структур ЗС України.

Дослідження способів та методів визначення координат об'єктів (дорозвідки цілей) за допомогою БпЛА є не лише важливим науковим завданням, але й вагомим внеском у зміцнення обороноздатності держави, підвищення ефективності воєнних операцій та збереження людських життів в умовах тривалої війни.

У своєму виступі науковці розкрили актуальність і значущість використання БпЛА для визначення координат об’єктів у військовій сфері; поділились дослідженнями теоретичних основ та принципів визначення координат за допомогою сучасних навігаційних та геоінформаційних технологій (GPS, GLONASS, INS); розглянули технічні характеристики та можливості вітчизняних БпЛА для дорозвідки цілей, зосередивши увагу зокрема на їх сильних та слабких сторонах. Окреслили перспективи вдосконалення українських БпЛА для підвищення їхньої ефективності в умовах сучасного поля бою. Різні підходи до використання БпЛА для визначення координат об’єктів мають свої переваги і недоліки, що визначаються не лише технічними характеристиками самих апаратів, але й вимогами до точності і стабільності систем навігації.

Порівнюючи вітчизняні та закордонні БпЛА, автори у своїй доповіді зазначили, що західні моделі зазвичай відрізняються технічними характеристиками, а саме ваговими можливостями, зокрема в плані вантажопідйомності та дальності польоту. Однак українські БпЛА мають більш конкурентоспроможні ціни і адаптовані до специфічних умов використання в країні, що робить їх привабливими для використання в реальних бойових умовах.

Однією із переваг інтеграції технологій є підвищення точності. Комбінація різних датчиків дозволяє компенсувати недоліки кожного з них і отримати більш точні дані. Другою – збільшення надійності. Завдяки дублюванню функцій різних датчиків, система стає більш стійкою до збоїв. Третьою – розширення можливостей. Інтеграція різних технологій дозволяє вирішувати більш складні завдання, такі як картографування складних місцевостей, пошуково-рятувальні операції та виявлення сил противника в умовах обмеженої видимості тощо.

Таким чином, розробка та впровадження додаткових методів, таких як інерціальна навігація, візуальне позиціонування, радіопеленгація та використання даних з інших сенсорів, є важливим напрямом подальших досліджень та розробки підвищення стійкості БпЛА до впливу РЕБ, зокрема шляхом використання захищених каналів зв'язку, алгоритмів стрибкоподібної зміни частоти, вдосконалення систем навігації та розробки методів протидії GPS-спуфінгу.

Петушков В.В., канд. техн. наук
Сус С.В., канд. техн. наук
Кучинська О.Б.
ЦНДІ ОВТ ЗС України
Звершховський І.В., канд. техн. наук
ДП «Державне київське конструкторське бюро «Луч»

ОБРОБКА НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В БОРТОВОМУ КОМПЛЕКСІ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ПІД ЧАС ТРИВАЛОЇ ВІДСУТНОСТІ СИГНАЛУ КОРЕКЦІЇ ВІД ГНСС

В сучасних умовах ведення бойових дій часто трапляється ситуація, коли внаслідок тимчасової відсутності сигналу від зовнішнього джерела інформації стає повністю неможливим коригування навігаційної інформації в бортовому комплексі управляння літального апарата (ЛА). На жаль, сигнали супутникових навігаційних систем схильні до негативного впливу активних і пасивних

перешкод. При відсутності сигналів від системи GPS або ГЛОНАСС для корекції ІНС використовуються інші датчики, наприклад: магнітометри, датчики кутових прискорень і т.і. При наявності значної кількості різних систем і датчиків навігаційної інформації здійснюється комплексна обробка інформації. Спільна обробка інформації від декількох датчиків або систем є її комплексуванням, а сукупність алгоритмічно пов'язаних навігаційних систем і датчиків саме і є навігаційним комплексом. Навігаційний комплекс має у складі сукупність систем і датчиків, в основу принципу дії яких покладені різні фізичні закономірності. Ці системи об'єднані алгоритмічно. Найбільш поширеною схемою НК, як правило, є ІНС, та приймається за базову систему з кількома датчиками зовнішньої інформації, а також з використанням алгоритмів комплексування та оцінювання. Збільшення числа вимірювальних систем дозволяє з достатньою точністю отримувати інформацію про навігаційні параметри ЛА. В той же час на практиці при використанні систем з різними точністними характеристиками та внаслідок недосконалості алгоритмічного забезпечення точність визначення навігаційної інформації знижується. Тому за допомогою алгоритмів комплексування повинні бути виділені системи, що дозволяють отримати найбільш достовірну інформацію про навігаційні параметри ЛА, або в процесі спільної обробки сигналів з різних систем буде виділена найбільш достовірна інформація. Найбільш поширеним підходом компенсують похибок в структурі ІНС є, як правило, використання адаптивних регуляторів. Однак суттєвим недоліком цього підходу є висока чутливість схеми до погрішностей визначення ІНС. На погляд авторів, у випадку відключення джерел зовнішньої інформації корекцію навігаційних систем потрібно проводити за допомогою алгоритмів прогнозу. Тобто необхідно використати деяку попередньо розроблену прогнозуючу модель або сформувати модель на борту ЛА в польоті. З використанням моделі з’являється можливість прогнозу похибок навігаційної системи, далі прогнозовані оцінки похибок можуть бути застосовані у відомих схемах корекції. З урахуванням особливостей реалізації алгоритмів в БЦОМ перевагу доцільно віддавати за можливості алгоритмам самоорганізації. Метод самоорганізації можна використовувати в умовах мінімального обсягу апріорної інформації, а також без урахування деяких істотних факторів. Такий метод можна застосовувати в умовах перевищення перешкодами (в кілька разів) корисного сигналу. Для складних випадків, коли довгострокові прогнозні моделі повинні будуватися на борту ЛА, враховуючи сучасний стан розвитку обчислювальних засобів та відповідного програмного забезпечення, доцільно віддавати перевагу методу використання штучного інтелекту.

Підлетюк Р.І.
Льова О.І.
ХНУПС

ТЕХНІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ

Стрімкий розвиток безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) тактичного рівня демонструє активне технологічне оновлення, що створює нові перспективи для їхнього бойового використання, однак одночасно висуває вимогу подолання ряду технічних і організаційних труднощів для повного розкриття їхнього потенціалу.

Актуальний стан розвитку: основні типи БпАК тактичного рівня, що перебувають на озброєнні у світі (наприклад: RQ-11 Raven, Warmate, Лелека-100, Фурія, Валькірія).

Основні технологічні тенденції: мініатюризація та здешевлення виробництва. Штучний інтелект і автономність польотів. Стійкість до РЕБ (радіоелектронної боротьби). Інтеграція БпЛА в мережецентричні системи управління військами.

Основні проблеми: уразливість до засобів РЕБ. Обмеження дальності та тривалості польоту. Питання безпеки каналів управління і передачі даних. Проблеми стандартизації та уніфікації.

Перспективи розвитку: використання роїв БпЛА (swarm technology). Поява напівавтономних або повністю автономних систем. Зростання ролі в повітряній розвідці, коригуванні вогню та ударах.

Державні програми розвитку в різних країнах. Приватний сектор та інноваційні стартапи у галузі БпЛА.

Для подолання зазначених проблем та забезпечення ефективного розвитку БпАК необхідно зосередити зусилля на таких напрямах:

уразливість до радіоелектронної протидії: більшість тактичних БпЛА легко піддаються глушінню сигналу управління або навігації. Це призводить до втрати апарата або перехоплення противником;

недостатня автономність: наявні системи часто вимагають постійного ручного управління, що підвищує навантаження на оператора та знижує ефективність у складних бойових умовах;

обмежені технічні характеристики: зокрема, обмежена дальність польоту, невелика вантажопідйомність і низька стійкість до погодних умов знижують бойову цінність деяких моделей;

низький рівень уніфікації та стандартизації: використання великої кількості різних моделей БпЛА створює труднощі у логістиці, обслуговуванні та навчанні персоналу;

брак високотехнологічних комплектуючих: часто виробники залежать від імпортних компонентів, особливо електроніки, що створює ризики в умовах обмеженого доступу до ринку;

недостатнє законодавче та нормативне забезпечення: регуляторна база відстає від розвитку технологій, що гальмує інтеграцію нових рішень у Збройні Сили.

Завдяки вирішенню цих проблем можливо суттєво підвищити ефективність, надійність і бойову стійкість безпілотних авіаційних комплексів тактичного рівня. Це дозволить не лише зменшити втрати серед особового складу, а й підвищити якість оперативного управління військами, що особливо актуально в умовах сучасної гібридної війни.

Пількевич І.А., д-р техн. наук, проф.
Омельчук І.А.
Свистунович І.В.
ЖВІ

ШВИДКІСТЬ ТА МАНЕВРЕНІСТЬ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ФІКСОВАНИМ КРИЛОМ ЯК ФАКТОР ЖИВУЧОСТІ

Актуальність обраної тематики визначається потребою підвищення живучості ударних безпілотних літальних апаратів за рахунок їх швидкісних та маневрених характеристик.

На сьогодні проблема збереження боєздатності ударних літальних апаратів є особливо актуальною, з урахуванням розвитку протиповітряних систем противника.

Питання цієї тематики є широко обговорюваним в наукових колах, зокрема в Збірнику наукових праць ДНДІ ВС ОВТ, 2024, Вип. 3(21), де описано методику числового моделювання визначення значень умовних ймовірностей ураження повітряних цілей при стрільбі ракетою з телевізійним оптичним візиром бойової машини.

У цій статті авторами окреслено методику числового моделювання оцінювання значень умовних імовірностей ураження зенітним ракетним комплексом рухомих повітряних цілей при стрільбі ракетою з телевізійним оптичним візиром бойової машини. Розрахункові умовні імовірності ураження рухомої повітряної цілі пов’язані з похилою дальністю до дальньої межі зони ураження зенітного ракетного комплексу (ЗРК) та від параметрів середовища і характеристик цілі.

У статті розкрито математичний апарат, який показує, що ефективність застосування ЗРК залежить від площі проєкції літального апарата, у картинній площині стрільби та умов стрільби ракетою.

Для проведення оцінки умов стрільби ракетою та імовірності ураження цілі авторами було введено деякі розрахункові коефіцієнти математичної моделі, які включають різноманітні параметри, такі як колір цілі, метеорологічні характеристики атмосфери, коефіцієнт якості бойової роботи особового складу, величини ефективної поверхні розсіювання цілі, рівня оптичних та радіолокаційних завад, швидкості літального апарата та можливих допустимих перевантажень літального апарата при маневруванні.

Таким чином, покращення динамічних характеристик літального апарата за рахунок збільшення швидкості, систем сервоприводів та способу керування рульовими поверхнями ударних безпілотних літальних апаратів літакового типу є актуальним для забезпечення виконання бойової задачі в умовах протидії противника.

Покращення маневрових характеристик літального апарата може бути досягнуто за рахунок використання електромагнітних систем сервоприводів та керування за їх допомогою рульовими поверхнями в функції часу, коли задається певний фіксований кут відхилення, а кут повороту літального апарата в просторі визначається часом утримання рулів у відхиленому стані. В такому випадку ефективність та швидкість релювання покращуються, оскільки рульові поверхні відхиляються щоразу на однаковий кут, то можна обрахувати час, що необхідний для того, щоб літальний апарат зайняв певне положення в просторі.

Результатом розробки є: покращення динаміки та жорсткості управління органами керування літальним апаратом та покращення його маневрових характеристик, що дасть змогу покращити живучість літального апарата, тобто залишатися неураженим протягом більшого часу та ефективно виконувати бойову задачу в умовах активної протидії противника.

Піонтківський П.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Дзюбчук Р.В., канд. техн. наук, с.н.с.
ЖВІ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ НА ОПТОВОЛОКНІ ЗА ДОСВІДОМ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ МЕХАНІЗОВАНИМ БАТАЛЬЙОНОМ

Аналіз досвіду бойових дій показує, що протягом останніх років (особливо 2024-2025) значно зросли роль і значення безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) як для ведення розвідки, так і для ураження противника. Це принципово змінило тактику дій підрозділів на полі бою. Зокрема, через дії ворожих безпілотних літальних апаратів (БпЛА) практично неможливо розміщувати бронетехніку та велику кількість особового складу у зоні їх досяжності. Після виявлення техніки або особового складу поза захищених укриттів розвідувальними БпЛА їх ураження здійснюється протягом часу, необхідного для польоту ударного БпЛА. Разом з тим, застосування БпЛА обмежується метеорологічними умовами (сильний вітер, дощ, сніг), тактико-технічними характеристиками БпЛА та широким використанням як противником, так і силами оборони України засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). РЕБ противника наразі є найбільш ефективним засобом протидії нашим дронам. Дрони на оптоволокні є дієвим засобом виконання бойових завдань в умовах протидії ворожої РЕБ, проте їх широке використання в механізованому батальйоні (*мб*) має ряд проблемних питань. Розглянемо ці проблеми більш детально.

1. Дрони на оптоволокні в *мб* майже не постачаються. Наразі основним і дуже ефективним джерелом постачання дронів для *мб* є система бонусного розподілу дронів між підрозділами за ефективністю їх використання (система запрацювала з серпня 2024 року). За знищений (уражений) особовий склад та техніку ворога підрозділ отримує бали, за які може замовити БпЛА, проте дрони (комплекси) на оптоволокні в системі замовити неможливо.

2. Вартість БпЛА на оптоволокні суттєво більша ніж звичайних FPV-дронів. По суті, кожен дрон на оптоволокні це звичайний дрон плюс вартість котушки з оптоволоконною ниткою (котушка з 10-кілометровим кабелем 150-500 доларів США) та медіаконвектор 25-30 доларів. Крім того, в *мб* має бути мінімум два комплекти для тестування оптоволокна (один в розташуванні взводу БпАК, інший на позиції) та комплект для зварювання оптоволокна. Вартість кожного комплекту для тестування оптоволокна коливається в межах від 70 до 180 тис. гривень (Tempo SM DUAL KIT, Tempo SM T 1625 KIT HP тощо), для зварювання – від 45 тис. гривень (зварювальний апарат Signal Fire AI-9 з автофокусуванням) до 90 тис. гривень (автоматичний зварювальний апарат для оптоволокна Fujikura FSM-19S). Таким чином, для волонтерських організацій більш доцільним є закупівля дронів на радіоуправлінні, ніж дронів на оптоволокні.

3. Котушка з оптоволоконною ниткою відбирає частину корисного навантаження, яке можна було б використати для додаткових акумуляторів або бойової частини. Так, вага котушки оптоволокна на 10 км складає не менше 2 кілограмів, що є суттєвим для 7-дюймових дронів. Тому більш доцільним є використання 10-дюймових дронів, знову зростає собівартість.

4. Оптоволокно може демаскувати операторів БпЛА при певних погодних умовах.

5. Відносно невеликий радіус дії, зазвичай до 10 км – залежить від розміру котушки за габаритами і вагою. Як правило, позиції пілотів БпЛА знаходяться на відстані 4-6 км від лінії зіткнення, тому далеко залітати на територію противника вони не можуть.

Отже, БпЛА на оптоволокні є ефективним засобом, проте застосування їх в механізованих підрозділах має дуже обмежений характер через описані ключові проблеми. Разом з тим, вони залишаються дієвим засобом ураження техніки противника, яка обладнана потужними засобами РЕБ та висувається на прорив передових позицій наших військ.

Попов М.О.
Гарячий М.В.
Попова Н.О.
ХНУПС

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

З початку повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну у 2022 році, використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) стало однією з ключових складових сучасної оборонної стратегії. Україна зробила значний прорив у цій сфері, поєднавши державні ініціативи, приватні розробки та волонтерські зусилля.

Розвиток державних та приватних ініціатив полягають у наступних аспектах:

– у 2023 році як національний проєкт запущена державна ініціатива “Армія дронів” (охоплює закупівлю, розробку та використання БпЛА на фронті);

– залучення приватних компанії (українські виробники, такі як Aeronica, Ukrspecsystems, Skyeton, DevDrones, активно розробляють як розвідувальні, так і ударні дрони для сил оборони України);

– формування волонтерських стартапів (невеликі групи учасників збирають та модернізують FPV-дрони з комплектуючих, які виробляються в Україні або замовляються в інших країнах).

Спостерігається значне розширення лінійки використання БпЛА. Наведемо лише невелику частку їх застосування:

– для спостереження та коригування артилерії використовуються розвідувальні дрони, номенклатура яких зростає великими темпами;

– для знищення техніки та живої сили противника використовуються ударні БпЛА та FPV-дрони з вибуховими зарядами;

– для автономного ураження цілей застосовуються дрони-камікадзе;

– для доставки боєприпасів, спорядження, медикаментів та евакуації поранених використовуються логістичні дрони.

Слід звернути увагу на міжнародну допомогу країн-партнерів. Україна отримує дрони та технології від союзників: США, Туреччини, Польщі, Литви та інших. До початку повномасштабного вторгнення російської федерації безпілотний авіаційній комплекс Bayraktar TB2 став символом початкової фази війни, але згодом акцент змістився на менші та дешевші системи.

Технологічні інновації змінили підходи застосування БпЛА:

– використання штучного інтелекту призвело до можливостей автономної навігації та коректного розпізнавання цілей;

– адаптація до сучасних засобів радіоелектронної боротьби (у тому числі використання дронів на оптоволокні);

– застосування та координація роїв (великої кількості) дронів для виконання спільних завдань за призначенням.

Україна впевнено крокує до статусу технологічного лідера у сфері безпілотної війни. Безпілотні літальні апарати стали не лише зброєю, а й символом нової епохи воєнних дій – гнучкої, високотехнологічної та інноваційної. Подальший розвиток дронів залежатиме від розвитку державних проєктів, інвестицій, міжнародної підтримки, здатності до швидкої адаптації та невгасаючого прагнення до нашої перемоги.

Поручник А.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Сучасні тенденції ведення війни свідчать про зростання ролі безпілотних систем у складі сухопутних військ. Ці технології дедалі більше визначають оперативні можливості армій, адже дозволяють виконувати завдання, які раніше вимагали значного залучення особового складу та супроводжувалися великими втратами. Головні перспективи розвитку стосуються посилення бойових спроможностей, розширення спектра завдань і поглиблення взаємодії безпілотних платформ із основними силами.

Сьогодні у сухопутних військах вже активно застосовуються різні типи безпілотних систем. Зокрема, широко використовуються: інженерні безпілотні комплекси, безпілотні авіаційні комплекси тактичного рівня (БПЛА), камікадзе-дрони (Loitering Munitions), а також менш широко: наземні розвідувальні дрони, безпілотні бойові машини підтримки, роботизовані системи для фортифікаційних робіт.

Майбутнє використання безпілотних систем передбачає їх широкомасштабну інтеграцію в бойові порядки механізованих і мотопіхотних підрозділів. Вони стануть невід'ємними компонентами тактичних груп, забезпечуючи їхню маневреність і оперативність. Завдяки здатності діяти в умовах підвищеної небезпеки ці системи забезпечать регулярне оновлення даних про позиції ворога, мінні поля та інженерні загородження. Поряд із розвідкою очікується значний прорив у сфері бойової підтримки. Новітні безпілотні платформи зможуть більш якісно транспортувати боєприпаси, доставляти озброєння на передові позиції та здійснювати вогневу підтримку у складних умовах місцевості.

Окрема увага приділятиметься збільшенню витривалості, захищеності та вогневої потужності наземних безпілотних систем. Це передбачає створення нових важкоозброєних платформ, здатних вести самостійний бій у тісній взаємодії з піхотою та бронетехнікою. Це будуть автономні роботизовані комплекси, оснащені автоматичними гарматами, протитанковими ракетами та гранатометами. Такі системи дозволять ефективно проривати укріплені позиції ворога, здійснювати підтримку штурмових груп і брати участь у мобільних боях на урбанізованій місцевості. З розвитком сенсорних технологій і систем управління ці безпілотні бойові машини стануть важливим інструментом ведення наступальних і оборонних дій.

Варто окремо виділити перспективи розвитку безпілотних авіаційних систем тактичного рівня, які все активніше застосовуються у підтримці сухопутних військ. Такі дрони дозволяють здійснювати оперативну розвідку, коригування артилерійського вогню, а також завдавати високоточних ударів по ворожих цілях на коротких і середніх дистанціях. У майбутньому очікується створення ударних тактичних БпЛА з розширеним радіусом дії, підвищеною стійкістю до засобів ППО противника та здатністю діяти в умовах насиченого радіоелектронного протиборства. Вони стануть важливою складовою механізованих підрозділів, виконуючи завдання безпосередньої авіаційної підтримки і знищення бронетехніки ворога.

Таким чином, розвиток цих систем сприятиме трансформації тактики сухопутних військ, посилюючи їхню автономність, швидкість реагування й ефективність у складних бойових умовах. Безпілотні наземні комплекси в майбутньому відіграватимуть провідну роль у зміцненні бойового потенціалу армії, підвищуючи якість ведення операцій на сучасному театрі воєнних дій. Їх еволюція стане запорукою переваги на полі бою і забезпечить новий рівень бойової готовності сухопутних військ.

Пулеко І.В., канд. техн. наук, доц.
Свистунович І.В.
Шестак І.М.
ЖВІ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ В УПРАВЛІННІ ГРУПОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Війна сьогодення це – битва новітніх технологій, штучного інтелекту та сучасного озброєння, що забезпечує підвищення ефективності вогневого ураження противника і живучість підрозділів Збройних Сил України та інших складових Сил оборони України, що чітко визначено в Доктрині "Застосування безпілотних систем у Силах оборони України". Досвід ведення бойових дій у російсько-Українській війні переконливо свідчить про актуалізацію проблеми групового застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для рішення багатьох військових завдань. Особливо актуальною ця проблема постає для груп малих БпЛА, які вже можуть створюватись на основі наявного парку літальних апаратів. Управління групою БпЛА – це складна задача, яка передбачає координацію і контроль багатьох апаратів для виконання спільних місій. У такій ситуації дієві методи управління можуть бути отримані за допомогою методів машинного навчання, одним з яких є навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL). RL передбачає наявність множини автономних агентів, кожен з яких має індивідуальну політику, але при цьому діє в спільному середовищі. Це обумовлює використання багатоагентного навчання з підкріпленням (Multi-Agent Reinforcement Learning, MARL), що передбачає координацію дій та врахування поведінки інших агентів.

Для реалізації RL групи БпЛА необхідно здійснити низку послідовних етапів і перш за все – формалізувати задачу. У термінах навчання з підкріпленням постановка задачі повинна включати:

Агенти: кожен БпЛА розглядається як окремий агент.

Дії (action): допустимі керуючі впливи (наприклад, зміна курсу, швидкості, висоти тощо) та впливи агента на середовище.

Середовище: фізичний простір (модель), в якому діють БпЛА, включно з перешкодами, цілями, обмеженнями.

Стан (state): параметри, що описують ситуацію агента (наприклад, положення, швидкість, розташування інших агентів, сенсорна інформація).

Функція винагороди (reward function): кількісна оцінка корисності дій агента з урахуванням поставленої мети. Це один із найважливіших компонентів, вона має відображати цілі як окремих агентів, так і системи загалом. Функція винагороди має стимулювати досягнення мети, зокрема: мінімізацію відстані до цілі; уникнення зіткнень; покриття території; оптимізація споживання енергії.

Велика кількість агентів і характеристик їх дій у тривимірному просторі зумовлює високу розмірність простору станів і дій, що ускладнює процес навчання. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати глибокі нейронні мережі як функції апроксимації в рамках глибокого навчання з підкріпленням (Deep RL).

У багатьох задачах RL важливо враховувати можливість або обмеження комунікації між агентами. Тому здійснюють вибір архітектури взаємодії агентів. Це може бути: індивідуальне навчання (наприклад, Independent Q-Learning); централізоване навчання з децентралізованим виконанням (CTDE) – найбільш поширений підхід, зокрема, для систем із частковою інформацією; кооперативне навчання з факторизацією функції цінності (QMIX, VDN); навчання з увагою чи ролями (MAAC, ROMA) – для складних сценаріїв.

Оскільки реальне навчання на фізичних БпЛА є дорогим та потенційно небезпечним, критично важливим є створення реалістичного симуляційного середовища, яке б дозволяло моделювати динаміку БпЛА та включати обмеження на сенсори, затримки, обмеження зв'язку тощо. RL-моделі зазвичай навчаються у високоточних симуляційних середовищах (AirSim, Gazebo). Для забезпечення ефективного перенесення політик у реальне середовище застосовуються методи Sim-to-Real Transfer, зокрема адаптація моделей до шумів, варіацій сенсорних даних тощо.

У реальних умовах кожен БпЛА має обмежену інформацію про навколишнє середовище через обмеження сенсорів і зв'язку. Для моделювання таких ситуацій доцільно застосовувати частково спостережувані процеси Маркова (POMDP), які дозволяють враховувати невизначеність у прийнятті рішень.

Таким чином, методи навчання з підкріпленням демонструють значний потенціал у розв'язанні задач управління групами БпЛА. Їх впровадження потребує врахування особливостей багато-агентного середовища, обмежень спостереження, складної динаміки системи та вимог до безпеки. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розвиток адаптивних функцій винагороди, покращення узагальнення між симуляцією та реальністю, а також забезпечення масштабованості до великих груп агентів.

Резуненко Д.О.
НАСВ

ІНЖЕНЕРНИЙ ВИМІР БЕЗПІЛОТНОЇ ВІЙНИ: ТАКТИКА, ТЕХНІКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В ІНЖЕНЕРНИХ ПІДРОЗДІЛАХ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Розгортання повномасштабної агресії російської федерації проти України змусило Сухопутні війська Збройних Сил України переглянути традиційні підходи до інженерного забезпечення бойових дій. Одним із ключових векторів трансформації стало активне впровадження безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у повсякденну діяльність інженерних підрозділів. На фоні швидкої адаптації противника до класичних вогневих і тактичних методів саме дрони стали ефективним засобом для виконання завдань в умовах високого ризику.

Уже в перші місяці 2022 року підрозділи інженерних військ на південному напрямку почали використовувати комерційні квадрокоптери для дистанційної розвідки мінних полів і виявлення інженерних загороджень. У районі Гуляйполя оператор БпЛА виявив приховану протитанкову мінну пастку, замасковану під уламки техніки – втрати вдалося запобігти. Це стало поштовхом до широкомасштабного розгортання систем аеророзвідки в інженерних підрозділах.

Сьогодні безпілотні системи у військових інженерів виконують щонайменше п'ять ключових функцій: аеророзвідка маршрутів руху, виявлення інженерних загороджень і вибухонебезпечних об'єктів, коригування інженерних робіт, ударна дія по ворожих укриттях, оцінка ефективності інженерного впливу.

Особливої уваги заслуговує так званий "інженерний FPV" – дрон-камікадзе з модульною бойовою частиною, який здатен виводити з ладу конкретні елементи інженерного обладнання противника. Так, у районі Бахмута було знищено навіс мосту, що зупинило постачання противника впродовж двох діб.

Серед експериментальних прикладів – використання гусеничних платформ для доставки вибухових речовин і дистанційного підриву укріплень, а також платформ для інженерної евакуації поранених із небезпечних зон. Практика показала, що такі засоби можуть суттєво зменшити бойові втрати і скоротити час на виконання критичних завдань.

Проте залишаються проблеми: нестача спеціалізованих дронів, відсутність штатного оснащення, потреба в уніфікованих протоколах, слабка підготовка молодшого командного складу.

Рішенням мають стати: офіційне введення до штату груп аеророзвідки, розробка національних типів інженерних дронів, включення навчальних модулів з БпЛА у підготовку саперів, розширення практики бойового застосування інженерних безпілотних систем у міжвидових навчаннях.

Інженерні БпЛА – це не тільки про зручність або інновації. Це – питання виживання, ефективності і тактичної переваги. Їх розвиток – одна з головних запорук адаптивного маневру в умовах динамічної, високотехнологічної війни.

Рибачок Д.В.
Скиба О.В.
Лук’янець О.В., канд. екон. наук
ДНДІ ВС ОВТ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ УДАРНИМИ ДРОНАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДРОНІВ

У сучасних війнах одну з головних ролей відіграють безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА), які рішуче змінюють уявлення про тактику та стратегію бойових дії. Зокрема, поєднання розвідувальних БпЛА і ударних дронів формує нову парадигму дистанційного керування і наведення вогню. Розвідувальні БпЛА виконують функцію “очей” на полі бою, передають інформацію у реальному часі та забезпечують точне наведення ударних систем.

Сучасна система зв’язку між розвідувальними та ударними дронами базується на:

передачі даних у режимі реального часу;

використанні штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання цілей;

GPS-навігації та картографічних даних для точного позиціонування цілей;

інтеграції в єдину мережеву архітектуру управління.

Перспективами розвитку системи управління ударними дронами є:

впровадження автономної системи, за допомогою якої розвідувальні БпЛА самостійно виявляють та позначають цілі і передають координати ударним дронам без втручання оператора. Для здійснення ураження виявленої техніки можуть застосовуватися як рої дронів, так і поодинокі ударні дрони;

інтеграція з іншими бойовими системами, а саме застосування артилерійських систем та ракетних комплексів і танкових підрозділів для координації вогню в реальному часі, що дозволить раціонально застосовувати боєприпаси та ударні дрони;

впровадження штучного інтелекту, що дозволить розпізнавати типи цілей та оцінювати загрозу, прогнозувати рух противника та автоматично пропонувати шляхи застосування ударних дронів та інших бойових систем.

Основними загрозами та ризиками впровадження системи управління ударними дронами є: захист каналів зв’язку управління БпЛА; критичне порушення в мережі управління може паралізувати дії підрозділів; можливість порушення міжнародного гуманітарного права із застосування автономної системи.

Система управління ударними дронами за допомогою розвідувальних БпЛА має значний потенціал для розвитку у найближчі роки. Впровадження штучного інтелекту, автономних систем і розподільних мереж дозволить зробити цю систему ще більш ефективною, мобільною та смертоносною для противника. Це відкриває нові можливості для адаптивного керування в умовах змінюваної обстановки, а також підвищує здатність до миттєвого реагування на загрози. Проте розвиток подібних систем супроводжується новими викликами. По-перше, гарантування інформаційної безпеки та захисту від кіберзагроз. По-друге, розвиток систем повинен супроводжуватися заходами з безпеки, правового регулювання та міжнародного контролю, впровадження резервних варіантів управління. Таким чином, впровадження такої системи є не лише технологічним проривом, а й новим викликом у сфері глобальної безпеки. Її розвиток має відбуватися збалансовано – з урахуванням військових потреб, технологічних можливостей та гуманітарних обмежень. Лише в такому випадку ця система слугуватиме засобом оборони.

Ринський І.М.
Музика О.О.
Єфімов Г.В.
НАСВ

ПРИНЦИП ТЕХНОЛОГІЇ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИДІЇ БпЛА

Частини і підрозділи Сил Територіальної оборони як невід’ємний компонент Збройних Сил України, перебуваючи у складі військових угруповань, що протистоять російській агресії, повною

мірою відчувають потребу у забезпеченні надійного захисту від безпілотних систем ворога, зокрема безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Вбачається за доцільне розглянути особливості систем активного захисту від їх впливу.

Для ураження БпЛА існують системи активного захисту та протидії безпілотним літальним апаратам, які атакують, методом їх прямого глушіння та приземлення або знищення.

Такі системи включають електронні перешкоди, лазерну зброю, зброю спрямованої енергії та засоби жорсткого знищення, такі як ракети та перехоплювачі або мобільні групи.

1. Електронні перешкоди. Випромінювання електромагнітних сигналів певної частоти перешкоджають зв'язку між дроном та оператором, таким чином дрон не зможе отримувати інструкції та втрачає здатність літати. Це обладнання має переваги завдяки простоті в експлуатації та низькій вартості, але з недоліків – вплив чинників навколишнього середовища.

2. Лазерна зброя. Лазерні промені високої енергії спрямовують на дрони та знищують їх. Висока швидкість та точність – перевага лазерної зброї, а недолік – висока вартість і суворі вимоги до операторів.

3. Зброя спрямованої енергії. Використовується інший тип енергетичного променя, в даному випадку мікрохвилі або міліметрові хвилі, які виводять з ладу БпЛА.

4. Жорсткі засоби знищення. До них відносяться ракети, перехоплювачі та мобільні групи, які знищують дрони ракетним ударом або розстрілюють з великокаліберної зброї. Для захисту цінних цілей або важливих районів (об'єктів), він найбільш ефективний, але дорогий та може завдати руйнувань.

Перевага систем активного захисту полягає в тому, що вони можуть швидко ідентифікувати загрози безпілотників і реагувати на них, безпосередньо усуваючи потенційні ризики безпеці, шляхом блокування або знищення ворожих дронів.

Однак вони мають деякі недоліки, такі як висока вартість, ризик дружнього вогню, а також юридичні та етичні проблеми.

Таким чином, з огляду на досвід бойового застосування Сил Територіальної оборони ЗС України, особливості їх призначення частин, зважаючи на зростаюче унітарне застосування БпЛА та відповідну потребу в захисті та протидії їм – можна з незаперечною впевненістю сказати, що питання активного захисту від ураження засобами повітряного нападу стає нагальним та невідкладним.

Рудковський О.М.
Лівінська Ю.Г., д-р філос.
НАСВ

БОРОТЬБА З БпЛА ПРОТИВНИКА – ГАРАНТІЯ УСПІХУ НА ФРОНТІ І В ТИЛУ

Під час війни в Україні ефективність протиповітряної оборони (ППО) має критично важливе значення як на передньому краї, так і в тилу. Одним із ключових елементів сучасної ППО є мобільні вогневі групи, здатні оперативно реагувати на повітряні загрози.

Для забезпечення високого рівня готовності ці підрозділи повинні постійно тренуватися в умовах, наближених до реальних бойових дій. Основними завданнями цих тренувань є: відпрацювання швидкого розгортання та згортання засобів ППО; миттєва зміна позицій у відповідь на зміну обстановки; адаптація до нових типів загроз і особливостей бойового застосування противника. Без систематичних тренувань навички мобільних груп поступово втрачаються, що призводить до зниження їх боєздатності та ефективності.

Важливим елементом підвищення якості тренувань є використання реалістичних мішеней. На відміну від віртуальних тренажерів (3D VR-симуляторів), які не повною мірою передають реальні тактичні умови, фізичні мішені забезпечують достовірнішу імітацію реальних повітряних об'єктів: безпілотних літальних апаратів, крилатих ракет, вертольотів та літаків. Це дозволяє мобільним групам відпрацьовувати техніку виявлення, супроводження та ураження цілей у максимально наближених до реальних умовах.

Прикладами реалістичних повітряних мішеней є безпілотні авіаційні комплекси «ГУПАЛО» від компанії «Вітруган» та «Flying Target-1» виробництва ТОВ «Безпілотні технології». Це безпілотники літакового типу, створені як умовні аналоги іранського дрона-камікадзе «Shahed-136» («Герань-2»), призначені для навчання сил ППО, зокрема для стрільби по рухомих повітряних цілях. Їх використання забезпечує можливість відпрацювання реалістичних сценаріїв: військовослужбовці тренуються в умовах, максимально наближених до бойових дій. Це дозволяє краще розуміти тактику противника та ефективно протидіяти їй. Реалістичні повітряні мішені також сприяють підвищенню точності та швидкості реакції: завдяки їм військові вдосконалюють навички виявлення та ураження повітряних цілей, що особливо важливо у боротьбі зі швидкісними та маневреними об'єктами. Тренування з такими мішенями дають змогу оцінити ефективність підрозділів ППО та виявити їхні слабкі місця.

Імітатори низьколітних цілей – це спеціальні літальні апарати, які імітують різні типи повітряних об'єктів під час тренування обслуги зенітних комплексів та операторів радарів. Вони можуть запускатися з катапульти, ЗПС або літака-носія, імітувати як одиночні, так і групові загрози. Завдяки відносно низькій вартості такі мішені також використовуються як хибні цілі для введення противника в оману.

Використання реалістичних мішеней сприяє всебічному розвитку навичок підрозділів ППО: покращенню розпізнавання малорозмірних цілей на різних висотах і відстанях, тренуванню реагування на складні сценарії атак. Завершальним етапом підготовки є реальні бойові стрільби по дронах-камікадзе або по буксируваних мішенях.

Подібні методики активно використовуються в арміях країн НАТО і довели свою ефективність у підвищенні рівня готовності сил ППО до реальних бойових дій.

Рудницький С.В., канд. техн. наук, доц.
Стригун В.В.
Алексєєв С.В., канд. техн. наук
Братко В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

АНАЛІЗ ЗАТРИМОК, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ КЕРУВАННІ БпЛА ЛІТАКОВОГО ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ FPV

Ефективне використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) літакового типу з використанням системи FPV залежить від безперебійного потоку інформації між БпЛА та оператором. Проте в процесі передачі інформації виникає цілий ряд затримок, що може негативно впливати на ефективність використання БпЛА.

Розглянемо наступні групи затримок: затримка прямого каналу – від оператора до БпЛА літакового типу з системою FPV (керуючі сигнали); затримки роботи оператора; затримка зворотного каналу – від БпЛА літакового типу з системою FPV до оператора (відео, телеметрія).

Прямий канал керування місить затримки: роботи передавача сигналу керування (10–30 м/с.); передачі інформації по радіозв'язку (дуже малі, зазвичай до 1 м/с при передачі сигналів на відстань до 50 км); роботи приймача сигналу керування (1–20 м/с); обробки сигналу в польотному контролері (10–30 м/с); роботи актуаторів (100–300 м/с).

Таким чином сумарна затримка прямого каналу може складати 122–380 м/с

Роботи оператора включає в себе затримку на оцінку ситуації та обстановки, затримку на прийняття рішення та затримку на реагування оператора. Ці затримки залежать від багатьох факторів, таких як рівень підготовки та досвід, психологічний та емоційний стан, когнітивні здібності оператора та інші. Затримка реакції оператора в середньому може складати від 280 до 1400 мс.

Зворотній канал містить затримки: роботи камери БпЛА (5–60 м/с); збору даних телеметрії (10–100 м/с); роботи енкодера відео (20–40 м/с); роботи відеопередавача (1–20 м/с); передача інформації по радіоканалу (дуже малі, зазвичай до 1 м/с при передачі сигналів на відстань до 50 км);

роботи відеоприймача та окулярів, що займаються обробкою сигналу та виведенням інформації на дисплей (20–40).

Тож сумарна затримка зворотного каналу може складати 55–145 м/с.

В розглянутій ланці передачі інформації також можуть бути присутні ряд чинників, що також можуть вносити певні затримки передачі інформації, такі як ряд ретрансляторів сигналу, перешкоди передачі інформації радіоканалом, викликані погодними умовами, особливостями місцевості чи перешкодами в радіоефірі тощо.

Таким чином, найбільша затримка при керуванні БпЛА літакового типу з системою FPV виникає на етапі безпосереднього керування оператором БпЛА, а також при роботі серводвигунів керуючих поверхонь. Використання більш швидких актуаторів та впровадження автоматизованих систем допомоги оператору БпЛА дозволять знизити затримки керування, що матиме позитивний вплив на ефективність використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) літакового типу з використанням системи FPV.

Рудніченко С.В.
Геращенко М.М.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ В БОЙОВИХ УМОВАХ

Під час використання безпілотних авіаційних комплексів мультикоптерного типу (далі – БпАК МкТ) підрозділами Збройних Сил України в бойових умовах їх технічний стан (далі – ТС) може зазнавати змін під впливом різноманітних експлуатаційних чи бойових ушкоджень, несправностей, відмов чи інших факторів. Усе зазначене потребує витрати певних ресурсів часу та зусиль для підтримання справності та працездатності зразків БпАК, що призводить до їх вимушених простоїв.

Для визначення ТС зразка особовий склад зовнішніх екіпажів БпАК МкТ під час виконання бойових завдань застосовує різні методи контролю технічних характеристик безпосереднього на зразках. Найчастіше для встановлення значень технічних характеристик авіаційних комплексів залежно від застосованих засобів контролю ТС БпАК МкТ в бойових умовах використовуються інструментальні та органолептичні методи контролю ТС БпАК МкТ. Інструментальними методами контролю ТС БпАК МкТ особовим складом здійснюється вимірювання та моніторинг усіх технічних характеристик.

З огляду на методи контролю ТС БпАК МкТ, а також те, що контроль ТС комплексів, які залучаються до виконання бойових завдань, здійснюється безпосередньо на бойових (стартових) позиціях безпосередньо перед виконанням завдання, зміни технічних характеристик БпАК МкТ, за винятком випадків виходу з ладу, не враховуються. Оцінка ТС БпАК МкТ в бойових умовах має бінарний характер та має значення “працездатна” або “непрацездатна” і забезпечує отримання остаточних результатів контролю з найнижчим рівнем достовірності. Такий підхід застосування бінарної оцінки ТС БпАК МкТ створює хибне уявлення про реальні технічні характеристики та про можливості комплексу виконувати завдання відповідно до призначення (розвідка, перехоплення тощо). Це своєю чергою приводить до зниження показників бойових характеристик та ймовірності успішного виконання поставлених завдань.

Попередньо наведена інформація свідчить, що в умовах ведення бойових дій наявні методи контролю ТС БпАК МкТ не дозволяють об’єктивно оцінити ступінь придатності БпАК до виконання функціональних завдань.

Висновок.

Отже, існує нагальна потреба в удосконалені наявних методів контролю технічного стану БпАК.

Можливими шляхами з удосконалення методів контролю технічного стану БпАК є:

автоматизація методів контролю ТС БпАК МкТ;

оптимізація наявних методів контролю ТС БпАК;

використання методів аналізу масивів даних для виявлення патернів і тенденцій, що сприятимуть прогнозуванню потенційних несправностей;

використання комп'ютерного моделювання та симуляцій для прогнозування поведінки обладнання в різних умовах;

застосування інноваційних технологій для контролю ТС БпАК МкТ.

Руснак В.М., канд. військ. наук, доц.
Лисий О.О., канд. техн. наук
ДНДІ ВС ОВТ
Руснак В.В.
НАНГУ

ЕТАПИ КОМПЛЕКСНОГО ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ БОЙОВИХ БпНК

У період бойового злагодження підрозділу безпілотних наземних комплексів (далі – БпНК) в полігонних умовах доцільно проводити комплексні тактико-спеціальні (практичні) заняття з бойовими стрільбами (бойовим застосуванням) з детальним аналізом їх результатів. Для цього необхідно фіксувати (фото, відео, аудіо) кожний етап навчального бою підрозділу БпНК. Фіксацію та аналіз даних дій доцільно поділити на сім етапів (завдань) оборонного бою.

Етап 1. Рекогносцировка місцевості, перевірка позицій БпНК. Завдання: перевірити і затвердити обрані позиції взводного опорного пункту (далі – ВОП), тимчасового пункту управління для операторів, рубежів розгортання і висування противника, місць розташування тренувальних цілей, місць розташування БпНК, безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА).

Етап 2. Підготовка. Завдання: розгортання обладнання, засобів зв’язку, засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), БпНК, БпЛА перевірка підключення; відпрацювання системи взаємодії керівників команд та операторів.

Етап 3. Перевірка роботи обладнання. Завдання: перевірка роботи кількох розрахунків БпНК і взаємовпливу зв’язку; визначення шляхів висування, маневру та евакуації; перевірка впливу РЕБ на зв’язок.

Етап 4. Зайняття позицій і підготовка обладнання до застосування. Завдання: вихід інженерного БпНК на позицію очікування, перевірка зв’язку; виставлення на вогневі позиції бойових БпНК на ВОП; перевірка готовності обладнання до застосування на тимчасовому пункті управління; виставлення обладнання на ВОП і точку умовної цілі противника.

Етап 5. Нанесення ураження противнику на рубежі розгортання. Завдання: ураження цілі ударним разовим БпЛА “FPV” і повторне ураження цілі (за необхідності неодноразово); ураження умовного БпЛА-розвідника противника; виліт ударного БпЛА і ураження цілі скидом, повернення ударного БпЛА, перезарядка, повторний виліт для ураження; увімкнення РЕБ для перевірки впливу на БпЛА і здатність уражати прикриті РЕБ цілі; фіксація результатів, визначення проблемних питань, шляхів подолання та дій, які потрібно буде врахувати під час наступного тренування.

Етап 6. Групове нанесення ураження цілям противника на рубежі переходу в атаку. Завдання: перевірка часу, що потрібен для групової бойової роботи інженерному БпНК, бойовим (ударним) БпНК, разовим БпЛА “FPV” та ударним БпЛА зі скидами; фіксація результатів, визначення проблемних питань та дій, що слід врахувати під час наступного тренування.

Етап 7. Кінцевий етап бою. Завдання: визначення часу потрібного на переміщення БпНК своїм ходом, в польових умовах на відстань не менше 3 км під навантаженням до 150 кг і РЕБ на борту; перевірка стабільності зв’язку; визначення часу необхідного для завантаження БпНК на автотранспорт в польових умовах; визначення часу необхідного для згортання системи зв’язку; визначення часу мінімально необхідного на згортання тимчасового пункту управління.

Слід зауважити, що постійні тренування (індивідуальна та комплексна бойова підготовка) особового складу операторів бойових БпНК, за цим сценарієм (12-14 днів) призводять до покращення часових результатів дій розрахунків БпНК, БпЛА не менш ніж на 20-35% часу.

Седляр А.А., канд. військ. наук, ст. наук. співроб.
ЦНДІ ЗС України
Соломатін Д.О., канд. військ. наук, ст. наук. співроб.
ЦНДІ ЗС України

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ

За результатами аналізу досвіду розвитку безпілотної авіації у збройних силах провідних країн світу, в Україні та російській федерації визначені такі основні тенденції розвитку безпілотних авіаційних систем (БпАС), на основі яких можуть створюватися розвідувально-ударні комплекси (РУК):

підвищення розвідувальних можливостей БпАС щодо спостереження та ведення видової повітряної розвідки (оптико-електронної видимого та інфрачервоного діапазону випромінювання, радіотехнічної, радіолокаційної);

підвищення ударних можливостей БпАС за рахунок їх оснащення: ударними БпЛА разового застосування з реактивними двигунами, а також імітаторами повітряних цілей, розроблених на їх основі, що забезпечить можливість більш швидкого завдання ударів по рухомих об’єктах (цілях) в оперативній глибині після отримування розвідувальної інформації про них;

підвищення рівня автоматизації БпАС на основі штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення автоматизованого управління окремими БпЛА, їх групами (роями) на всіх етапах польоту (зліт, політ за маршрутом, завдання ударів, посадка тощо) та можливості ефективного виконання ними бойових та спеціальних завдань у тактичній, оперативній та стратегічній глибіні противника;

підвищення ефективності управління груповими польотами та роями БпЛА (у перспективі – в загальних бойових порядках з літаками для опанування форм та способів спільного застосування з пілотованою авіацією);

підвищення перешкодозахищеності (перешкодостійкості) ліній передачі даних, керування та контролю БпЛА в умовах дії засобів радіоелектронної боротьби противника (впливу електромагнітних випромінювань природного та штучного походження);

інтеграція БпАС в автоматизовані системи управління військами (силами), забезпечення їх сумісності із БпАС, що розробляють (застосовують) країни-партнери, в рамках загальної інфраструктури (включно із можливістю використання єдиних систем (мереж) зв’язку та навігації) для проведення спільних операцій;

створення мережевих систем на основі розподіленого штучного інтелекту, що дозволятиме застосовувати групу БпЛА як єдине ціле з автоматичним розподілом завдань між БпЛА у групі в режимі реального часу відповідно до оперативно-тактичної обстановки, що складається;

включення до складу БпАС БпЛА-ретрансляторів, ретрансляторів на аеростатах та засобів супутникового зв’язку для забезпечення обміну інформацією між розвідувальними (ударними) БпЛА та наземними станціями керування поза межами зон радіовидимості.

Висновок. Основні тенденції розвитку БпАС свідчать про їх трансформацію в технологічно досконалі РУК. Пріоритетними напрямами є посилення розвідувальних та ударних спроможностей, впровадження ШІ для автоматизації управління та координації роїв БпЛА, підвищення стійкості до засобів РЕБ, інтеграція в автоматизовані системи управління військами та створення мережевих структур з розподіленим ШІ.

Семенюк В.І.
Василенко В.В.
Неймирок О.К.
ХНУПС

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА

Четвертий рік війни із російськими загарбниками вказує на ефективні шляхи використання БпЛА та безпілотних систем. Якщо на початку війни в Україні активно застосовувалися переважно турецькі Байрактари, то зараз, особливо останні півроку, кількість різновидів безпілотників значно зросла.

Звичайно, основний упор робиться на виробництво повітряних БпЛА (FPV-дронів, дронів-камікадзе, розвідників, корегувальників вогню). Причому використання безпілотників дальньої дії дає свої позитивні результати. Ворог вже не почувається у безпеці, перебуваючи на відстані 1500 км і більше від лінії зіткнення та від державного кордону України. Все це стало можливим завдяки створенню Сил безпілотних систем та централізації в організації використання БпЛА.

За роки війни Україна першою у світі навчилася виробляти та ефективно використовувати не тільки повітряні, а й надводні та підводні морські безпілотні апарати. Все це змусило росію передислокувати базу чорноморського флоту із Севастополя до Новоросійська. Не маючи власного флоту, Україна знищила чверть бойового складу чорноморського флоту росії.

У Сухопутних військах також поступово починає впроваджуватись безпілотна техніка як бойова, так і та, що використовується для евакуації поранених, мінування та розмінування, доставки на бойові позиції боєприпасів, харчів та інших матеріальних засобів. Однак це лише перші незначні кроки – масового ж їх використання поки не спостерігається.

На саміті НАТО у Вашингтоні Президент України висловився, що українська промисловість може виробляти близько 4 млн дронів на рік. На перший погляд це велика цифра, але з огляду на те, що росія запланувала військовий бюджет на 2025 рік близько 142-145 млрд доларів США, вона зможе призвести набагато більше ніж Україна. Тому використання волонтерської допомоги та донатів громадян для закупівлі дронів та постачання їх ЗСУ, як і раніше, залишається актуальним.

Одним із найближчих завдань, які мають стояти перед ЗСУ, науковцями та промисловістю, – це створення систем радіоелектронної боротьби проти БпЛА, авіації та ракет. Для цього необхідні потужні, але мобільні системи електропостачання. Застосовувати їх можна лише у спеціальних частинах (батальйонах і бригадах), які мають входити до складу Сил безпілотних систем.

Перспективним напрямом сучасної війни є розробка лазерної зброї і розвиток технологій штучного інтелекту, який значно полегшує та покращує процес управління групою БпЛА. Один пілот-оператор, який використовує штучний інтелект, може аналізувати великий обсяг інформації у реальному часі, враховуючи такі параметри, як метеоумови, рух ворожих військ та інші оперативні фактори. Все це може стати новим елементом військової стратегії ведення сучасних бойових дій, із забезпеченням їх ефективності та точності виконання завдань при зниженні ризиків для персоналу.

Однак зміни в тактиці ведення війн є більш тривалим процесом, максимально вони стануть відчутними внаслідок безконтактного ведення бойових дій та переходу на концепцію мережецентричних війн при одночасній інтеграції інформаційних, кібер- і радіовійн, а також війн БпЛА.

Вже сьогодні для управління новітньою технікою потрібні висококваліфіковані фахівці-професіонали, підготовка яких має стати першочерговим завданням ВВНЗ і військових коледжів.

Слюсар В.І., д-р техн. наук
Почернін С.П.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БЕЗПІЛОТНИХ ПЛАТФОРМ

Впровадження мультиагентної системи енергетичного менеджменту (МАС) тактичного рівня, зокрема для контролю працездатності акумуляторних батарей, які на цей час широко застосовуються в якості джерел живлення повітряних та наземних безпілотних платформ та є досить перспективним, особливо враховуючи зростаючу роль автономних систем та потребу в ефективному управлінні енергетичними ресурсами на полі бою. Для цього необхідно реалізувати певні варіанти мультиагентної архітектури, в якій окремі агенти відповідають за моніторинг, прогнозування деградації акумуляторних батарей, оптимізацію розподілу енергії та координацію (обмін даними) з іншими системами.

Структурно МАС складають наступні агенти: агент моніторингу батарей (Battery Health Agent), агент прогнозування навантаження (Load Forecasting Agent), агент оптимізації енергії “на маршруті”

(Power Routing Agent), агент аварійного реагування (Fault Response Agent), агент координації (Coordination Agent), агент навчання (Learning Agent) тощо. Агент моніторингу батарей відповідає за зчитування параметрів акумуляторних батарей (температуру, напругу, струм, імпеданс, поточний стан заряду (SoC), прогнозований ресурс використання (SoH) і доступна кількість зарядно-розрядних циклів (RUL)); працює з BMS через стандартні протоколи (CAN, SMBus) і застосовує алгоритми прогнозування деградації, наприклад, на базі різних видів нейронних мереж або фільтрів Калмана. Агент прогнозування навантаження аналізує поточні та майбутні енергопотреби на основі завдань, телеметрії від сенсорів та поведінки систем; оптимізує розподіл енергії з урахуванням пріоритетності витрат енергії бортовими споживачами. Агент оптимізації енергії "на маршруті" у випадку декількох батарей або гібридних систем (батарея + електрогенератор + суперконденсатори), розподіляє енергію між споживачами для мінімізації втрат та збільшення часу автономної роботи. Агент аварійного реагування виявляє відмови або критичні стани електросистеми та ініціює аварійні сценарії: відключення, перехід на резерв, повідомлення оператору. Агент координації синхронізує роботу всіх агентів і здійснює комунікацію із зовнішніми системами (наприклад, командними центрами або іншими платформами), забезпечуючи виконання енергетичного "профілю" місії. Агент навчання аналізує історичні дані, будує персоналізовані моделі старіння батарей, адаптує моделі прогнозування під конкретний профіль використання.

Алгоритм взаємодії агентів наступний: на початку виконання тактичного завдання (місії для "рою" або "зграї" дронів) агент прогнозування навантаження оцінює завдання, агент моніторингу батарей надає інформацію про їх SoC, SoH і RUL, агент оптимізації енергії "на маршруті" визначає найефективнішу стратегію розподілу енергоресурсу, а агент координації передає інформацію зовнішнім системам. У випадку збоїв спрацьовує агент аварійного реагування.

За попередніми оцінками використання MAC дозволить знизити споживання енергії "рою" дронів на 20–35% та підвищити час безперервної місії у 1.4–1.8 раза залежно від сценарію/тактичного завдання. Ефективність дронів суттєво зростає, коли агенти мають точні прогнози SoH/RUL. Мультиагентна система забезпечує діагностику/комплексний контроль поточного стану та прогнозування працездатності акумуляторних батарей, оптимізує енергоспоживання безпілотних платформ тактичного рівня, підвищуючи таким чином експлуатаційні показники, бойову ефективність застосування та зменшуючи ризики відмов у критичних умовах.

Соболяк О.В., канд. фіз.-мат. наук
Тріфанов В.О.
Луценко В.І., д-р фіз.-мат. наук, проф.
Луценко І.В., канд. фіз.-мат. наук, ст. дослідник
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАНУ

СИСТЕМИ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ БпЛА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ БТТ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОЗИЦІЙ

Наразі одними з основних засобів моніторингу наземної обстановки є оптичні прилади, що працюють у видимому та інфрачервоному діапазонах хвиль, з характерними для них недоліками й обмеженнями при роботі в поганих метеорологічних умовах (сніг, дощ, туман, тощо), а також при наявності завад, створюваних противником штучно (дими, аерозолі), які маскують об'єкти виявлення (БТТ, артилерійські системи тощо). Це призводить до істотного зменшення дальності або повністю унеможливлює виявлення об'єктів. Частково усунути цей недолік можливо при оснащенні БПЛА системою акустичної розвідки. Оскільки швидкість звукових хвиль приблизно у 1 млн разів менша, ніж електромагнітних, то в таку ж кількість разів будуть нижчі і частоти, що використовуються. Діапазон частот, що застосовується в акустичних системах істотно нижчий, ніж в радіолокаційних системах, тому такі системи розвідки будуть більш простими і дешевшими ніж радіолокаційні. Проте суттєвим недоліком акустичних систем при їх установці на рухомих об'єктах є завади, що створюються власним двигуном. Так власні шуми БПЛА з електричним двигуном на відстані 0,5…1 м будуть дорівнювати 66…74 дБ, в той час, коли шум від вітру буде 65…75 дБ (при 7…8 м/с),

рухомої гусеничної техніки – 80…90 дБ, пострілу гармати – 188…190 дБ. Це ускладнює виявлення слабких акустичних шумів зовнішніх об'єктів на фоні завад від власного двигуна БПЛА. Для вирішення цієї задачі потрібно введення компенсаційного каналу, що зменшив би рівень власних шумів на 30…40 дБ. Таким чином для компенсації потрібно мати 7…8 розрядів АЦП, а при реєстрації потужних сигналів пострілу гармати – АЦП з 30…32 розрядами, тобто представлення відліку АЦП у 4-байтовому форматі, що дає динамічний діапазон 180…190 дБ. На практиці це неможливо реалізувати. Тому доцільно використовувати багатошкальну систему, в якій чутлива шкала буде орієнтована на виявлення не дуже сильних сигналів у діапазоні до 80…90 дБ, а друга, груба – для сильних сигналів. Крім каналу компенсації для БПЛА з електричним двигуном можна використовувати пульсуючий режим роботи двигуна, коли періоди роботи (наявність шумів) будуть чергуватись з періодами відсутності роботи і, відповідно, шумів. Сигнал пеленгу може використовуватись як попередня цілевказівка для оптичної системи. При розносі між мікрофонами не менше 1 м і частотах дискретизації біля 25 кГц похибка визначення пеленгу на об'єкт БТТ при дальності до 2 км не буде перевищувати 50 м. Комплексне використання на БПЛА оптичних систем і систем акустичної розвідки дасть змогу істотно підвищити їх ефективність в умовах поганої видимості без загального удорожчання системи. Масова поява на озброєнні систем постановки завад БПЛА в оптичному діапазоні шляхом створення димових та аерозольних завіс поставить на повістку дня вимоги до створення систем розвідки на інших фізичних принципах. При цьому встановлення на БПЛА складних та енергозатратних радіолокаційних, моностатичних систем є проблематичним. Застосування бістатичних активно-пасивних систем для моніторингу довкілля є більш реалістичним, бо потребує встановлення на БПЛА тільки приймального пристрою, проте ефективне лише при розмірах виявлюваних об'єктів, що сумірні з довжиною опромінюючої хвилі. В той же час акустичні системи розвідки та цілевказівки прості у реалізації й дешеві, що робить ідею їх застосування доволі привабливою за умов компенсації шумів власного двигуна через використання компенсаційного каналу і пульсуючого режиму роботи двигуна.

Ставицький О.М., канд. техн. наук, доц.
Іванець Г.В., канд. техн. наук, доц.
Ясинський О.М.
Хроль Л.О.
ХНУПС

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВІДБИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СФЕРИЧНИХ ЛІНЗОВИХ ІМІТАТОРІВ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Основною характеристикою відбивної здатності любої цілі є ефективна площа розсіювання, яка повністю визначається потужністю електромагнітної енергії, що відбивається ціллю в напрямку приймача радара. Визначальним елементом всіх лінзових імітаторів повітряних цілей, які використовуються на БПЛА, є діелектричні лінзи різних типів. Частіше всього застосовуються ті чи інші модифікації сферичних діелектричних лінз Люнеберга. Ці лінзи уявляють собою багатошарову сферу з різними значеннями діелектричної проникності шарів і, відповідно, їх коефіцієнтів заломлення.

Сферичні пасивні діелектричні імітатори повітряних цілей створюються на основі діелектричних лінз Люнеберга сферичної форми. Для перетворення лінзи Люнеберга на відбивач необхідно частину діелектричної сфери (сегменту) металізувати. Конструкції таких лінз відрізняються одна від іншої формою металізованої поверхні: з металізованою поверхнею у вигляді "шапочки" або із суцільним екваторіальним поясом деякої ширини.

Відбивні властивості сферичних лінз Люнеберга, які використовуються в якості імітаторів повітряних цілей, залежить як від їх абсолютних розмірів та частоти опромінення, так і діелектричного матеріалу, конструктивних особливостей та технології їх виготовлення. При виготовленні сферичних відбивачів у вигляді багатошарових лінз Люнеберга дискретність зміни діелектричної проникності та додаткові конструктивні похибки призводять до погіршення їх

відбивних властивостей в порівнянні з теоретичним значенням на 2-3 dB. Чим ближче закон розподілу діелектричної проникності наближається до неперервного, тим менше характеристики багатошарової лінзи відрізняються від ідеальної.

Теоретичні розрахунки та експериментальні дослідження показали, що конструктивні особливості сферичних лінз Люнеберга (форма металізованої поверхні), діелектричний матеріал та технологія виготовлення суттєво впливають на їх відбивні властивості. Відбивні властивості сферичних імітаторів на основі лінз Люнеберга з металізованою поверхнею у вигляді сегментної «шапочки» перевищують відбивні властивості імітаторів на основі лінз із суцільним екваторіальним поясом, що пояснюється дією ефекту “затінення”.

Порівняння відбивних властивостей лінз, виготовлених із різних діелектричних матеріалів, показали, що на одних частотах відбивні властивості лінз з одного діелектричного матеріалу можуть перевершувати відбивні властивості лінз з іншого діелектричного матеріалу, а на інших частотах ситуація виглядає зовсім навпаки.

Таким чином, аналіз отриманих теоретичних та експериментальних досліджень показав, що: необхідною умовою перетворення діелектричних лінз Люнеберга на імітатори повітряних цілей є наявність металізованої частини (сегменту) лінзи, в іншому випадку вона має доволі слабкі відбивні властивості і використання її в якості імітатора недоцільне; відбивні властивості сферичних лінзових імітаторів повітряних цілей залежать не тільки від їх абсолютних розмірів та частоти опромінення, а й діелектричного матеріалу, конструктивних особливостей та технології їх виготовлення; при виготовленні сферичних лінзових імітаторів повітряних цілей у вигляді багатошарових конструкцій дискретність зміни діелектричної проникності та додаткові конструктивні похибки призводять до погіршення їх відбивних властивостей в порівнянні з теоретичним значенням.

Старцев В.В.
Міхальова Л.В.
ХНУПС ім. І. Кожедуба

НАПРЯМИ ПАСИВНИХ ВИДІВ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРИ ЗАХИСТІ ОБ’ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ВІЙСЬКОВИХ ОБ’ЄКТІВ

Створення, розвиток спеціалізованих літальних робототехнічних систем та широке використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у військовій сфері змушує вдатися до проведення (здійснення) систематизації та аналізу різних способів та засобів протидії БпЛА, а також формування загальних напрямів підвищення ефективності такої протидії.

Можливості щодо виявлення БпЛА засобами радіолокаційної, радіо- та радіотехнічної, оптико-електронної та акустичної розвідками в умовах ведення бойових дій (БД) змушують застосовувати основні способи та засоби протидії БпЛА, а саме: вогневе ураження БпЛА артилерійським (стрілецьким) та ракетним озброєнням комплексів ППО, включаючи застосування винищувальної авіації; радіоелектронне придушення (РЕП) систем радіозв'язку та навігації БпЛА; функціональне ураження БпЛА надчастотним електромагнітним випромінюванням; ураження БпЛА лазерним випромінюванням, а також інші менш поширені способи протидії БпЛА.

Зараз широко досліджуються нові способи протидії БпЛА – застосування РЕП та засобів спрямованого випромінювання енергії – лазерної зброї. При цьому, якщо застосування лазерної зброї є ще експериментальною технологією, то способи протидії БпЛА на основі спільного використання комплексів РЕП і ЗРК (ЗРАК, ПЗРК) вже активно використовуються при відбитті ЗС України збройної агресії з боку рф, а також для формування зони (секторів) захисту особливо важливих об'єктів України.

До традиційних та нових не традиційних засобів та способів пасивного захисту від дій БпЛА у системі протидії БпЛА можливо віднести: застосування спеціальних БпЛА-перехоплювачів; застосування сіток; застосування горючих та клейких аерозолів; накриття БпЛА супутнім слідом від літального апарата, що пролітає; застосування тренованих птахів. Також у системі протидії БпЛА необхідно розглядати заходи, що спрямовані на підвищення скритності військових об'єктів та

особового складу військових частин та підрозділів, а також зниження ефективності застосування БпЛА розвідувального типу.

Переважна кількість малих БпЛА застосовується для вирішення завдань розвідки. У зв'язку з цим особливу важливість набувають заходи, спрямовані на підвищення скритності власних військових та об'єктів критичної інфраструктури. Ці заходи мають “пасивний” характер і орієнтовані не на протидію безпосередньо БпЛА, а на введення в оману засобів розвідки, що є у складі апаратури БпЛА. До основних заходів підвищення скритності слід віднести: використання різних способів маскування важливих військових і державних об'єктів; застосування маскувальних димів та аерозолів; вміле використання силами та засобами захисних властивостей місцевості; створення системи хибних та імітаційних об'єктів тощо. Комплекс подібних заходів має на меті ввести в оману щодо справжнього розташування сил і засобів на позиціях військових підрозділів, перешкодити розвідувальній апаратурі БпЛА отримувати об'єктивні дані шляхом проведення аерофотознімання, визначення частотно-технічних характеристик випроміненої радіоелектронної апаратури, ведення оптичного спостереження, передачі відеоспостереження тощо.

Степанко О.С.
Шейгас О.К., канд. техн. наук, доц.
Колодяжний О.І., канд. техн. наук
Єлісєєв Є.С.
ХНУПС

ЗАСТОСУВАННЯ БАРАЖУЮЧИХ БОЄПРИПАСІВ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

Баражуючий боєприпас (дрон-камікадзе) – тип БпЛА з баєвою частиною, які здатні тривалий час в режимі очікування перебувати в повітрі в районі цілі (баражувати) і оперативно атакувати її після отримання відповідної команди від оператора або ж виконувати завдання, що передбачаються закладеним алгоритмом. Подібний боєприпас при вартості набагато менше мільйона доларів може знищити новітній танк або ракетний комплекс набагато більшої вартості.

Потенційно висока точність застосування авіаційних баражуючих боєприпасів забезпечує можливість ураження неядерною зброєю великої групи важливих об’єктів і цілей противника, пунктів управління, центрів зв’язку, мобільних ракетних комплексів, радіолокаційних станцій, зенітно-ракетних комплексів противника, складів боєприпасів та паливно-мастильних матеріалів, а також легкоброньованої військової техніки, літаків на землі та в повітрі.

У сучасних воєнних конфліктах авіаційні баражуючі боєприпаси завдаватимуть окремі та групові удари по цілях із заздалегідь відомими координатами, діючи за командою з наземних (повітряних, корабельних) пунктів управління, або проводитимуть самостійне “полювання” у визначених районах. Системи озброєння, такі як авіаційні баражуючі боєприпаси можуть виконувати такі завдання:

повітряна підтримка військ (сил), що виконують бойові завдання з ураження наземних (надводних), переважно малих та мобільних об’єктів, на тактичних і ближніх оперативних глибинах;

вогневе ураження противника військами (силами) об’єднаних авіаційних груп та ППО, ураження авіаційних і зенітних об’єктів противника, засобів зв’язку і техніки, здійснювати морські та повітряні напади переважно в оперативній глибині.

При ураженні наземних (надводних) об’єктів та цілей з використанням бортових експертних систем у таких боєприпасів мають бути такі режими роботи:

побудова та обслуговування бойових формувань авіаційних баражуючих боєприпасів;

подолання протиповітряної оборони противника;

цільові атаки та режим групових дій.

Масштабне застосування такої зброї, здатної виконувати різні бойові завдання, дасть можливість швидко сформувати над територією противника так званий інформаційно-активний “вогневий” купол для ефективного вирішення тактичних та оперативних завдань у режимі реального часу. Водночас

важливою проблемою у використанні авіаційних баражуючих боєприпасів є досягнення необхідної точності та надійності наведення такого виду зброї.

Підвищення точності наведення авіаційних баражуючих боєприпасів на ціль є найбільш ефективним способом підвищення ефективності такої зброї. Відомо, що шляхом збільшення потужності заряду звичайного типу, скажімо вдвічі, руйнівна сила авіаційних баражуючих боєприпасів збільшується на 40%, а підвищення точності наведення на задану ціль подвоює руйнівну силу на 70%.

Таким чином, баражуючі боєприпаси вважають, економічно ефективними у російсько-Українській війні на виснаження. Ця очевидна закономірність стимулює дедалі більше країн до великих інвестицій як у розробку, так і у використання нових баражуючих боєприпасів, а також дослідження засобів оборонної протидії.

Стешенко П.М., канд. техн. наук, ст. дослід.
ДНДІА

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) у складі безпілотних авіаційних комплексів (систем) (БпАК (С)) широко застосовуються Силами оборони України для виконання різноманітних бойових завдань у ході відбиття збройної агресії рф, зокрема для розвідки, вогневого ураження цілей, виконання логістичних та інших місій. Розвідувально-ударні й ударні БпЛА є важливим елементом інтегрованої системи об'єднаної вогневої підтримки українських військ (сил).

Відбувається інтенсивне розширення організаційно-штатної структури підрозділів із застосуванням безпілотних систем, зокрема шляхом реалізації ініціативи Президента України “Лінія дронів” та формування полків безпілотних систем у складі новостворених корпусів. У цьому контексті спостерігається суттєве розширення переліку завдань, що виконуються БпАК, а також формуються нові напрями і перспективи їх подальшого розвитку, зокрема:

розроблення наземних роботизованих комплексів-носіїв розвідувально-ударних БпЛА;

створення програмно-апаратних комплексів (модулів): систем візуальної одометрії, автоматичного утримання (захоплення) цілі на кінцевій ділянці наведення ударних БпЛА, виявлення, розпізнавання та ідентифікації об’єктів розвідки (ураження), каналів керування та контролю, пересилання даних, перешкодозахищених приймачів супутникових навігаційних систем для БпАК І класу;

масштабування БпЛА-перехоплювачів ворожих розвідувальних та ударних БпЛА противника;

удосконалення управління протиповітряним захистом на рівні підрозділів, зростання рівня автоматизації процесів виявлення та ураження БпЛА противника, а також підвищення технічних характеристик перехоплювачів без втрати економічної доцільності;

розвиток БпЛА-перехоплювачів мультикоптерного типу з вдосконаленням системи відстрілу сітки, яке орієнтоване на оптимізацію її аеродинамічних і балістичних характеристик для надійного перехоплення ворожих розвідувальних БпЛА типу Mavic та їх аналогів;

подальше технічне вдосконалення та масштабування БпЛА з оптоволоконним каналом зв’язку в частині збільшення дальності, підвищення надійності лінії зв’язку, зменшення габаритних і масових характеристик обладнання, спрощення експлуатації й розгортання комплексу в польових умовах;

розширення автономних функцій для зниження навантаження на операторів та автоматизації виявлення, ідентифікації і супроводження цілей;

використання технологій зниження радіолокаційної помітності, удосконалення систем захисту від засобів РЕБ противника, а також посилення фізичної живучості БпЛА наших військ;

використання альтернативних GNSS-рішень, візуальної навігації, інерціальних систем, що забезпечує роботу в умовах активної протидії противника;

створення модульних конструкцій, які дозволяють оперативно змінювати функціональність БпАК в залежності від бойових завдань.

Застосування БпЛА у складі БпАК (С) є системним компонентом бойових дій сил оборони України, демонструючи зростаючу ефективність у завданнях розвідки, ураження, логістики та

контр-БпЛА боротьби. Спостерігається активний розвиток технічних рішень і розширення організаційних структур, що забезпечує динамічну адаптацію БпАК до умов сучасного бою.

Стрелковський С.В.
КСБС

ПЕРСПЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

З моменту повномасштабного вторгнення російських військ в Україні почався бурхливий розвиток безпілотної техніки. Перші експерименти із наземними роботизованими комплексами показали неспроможність сучасних комерційних рішень забезпечити стійкий радіозв'язок в умовах складного рельєфу й/або радіоелектронної протидії з боку противника. Основна причина: необхідність ретельного радіопланування (врахування радіогоризонту, зон Френеля тощо). Навіть незначні перепади висот (пагорби, балки) висотою всього декілька метрів можуть стати нездоланною перешкодою. Практичний досвід застосування показав, що ефективна дальність керування зазвичай не перевищує 1-2 кілометрів. Відповідно, необхідні нові рішення зв'язку, які здатні працювати за цих обмежень.

Застосування ретрансляторів сигналу на безпілотних літальних апаратах має власні обмеження у вигляді ємності батареї. Їх типовий час роботи складає 20-30 хвилин. При середній тривалості місії у 2-3 години доводиться організовувати постійну заміну ретрансляторів ("карусель"). Крім того, для керування ними до складу екіпажу доводиться додавати окремого пілота.

Також робились спроби із використання інфраструктури мобільного зв'язку (3G/LTE) для забезпечення цифрового зв'язку у зоні виконання завдань. І хоча попередні результати були багатообіцяючими, проте практика застосування показала значний недолік такого підходу. Базові станції мобільного зв'язку мають велику потужність випромінювання. Ворожі засоби РЕР їх швидко знаходили, після чого відбувалося вогневе ураження і знищення виявлених станцій.

За цих умов найкраще себе показали засоби цифрового зв'язку, які працюють за технологією MANET (Mobile Ad-Hoc Network). Ці пристрої здатні організовувати мережу, у якій кожен кінцевий користувач є одночасно ретранслятором для інших клієнтів. Відповідно, це дає змогу застосовувати ретранслятори на наземних роботизованих комплексах і створювати довільні топології для обходу фізичних (пагорби, будинки тощо) та електромагнітних (РЕБ, інші джерела випромінювання) перешкод.

Разом з тим, курська операція продемонструвала високу ефективність безпілотних систем з керуванням через оптоволоконну лінію зв'язку. І хоча область застосування цієї технології залишається обмеженою (виключно місії "в один бік": камікадзе тощо), цей тип зв'язку дає найкращий рівень захисту від протидії противника.

Також іде активна фаза випробувань НРК із супутниковим керуванням. Проте наразі даних недостатньо для об'єктивної оцінки перспектив застосування засобів космічного зв'язку при виконанні бойових завдань.

Стрінада В.В., канд. техн. наук, доц.
Іщенко Д.А., канд. техн. наук, доц.
ЖВІ

ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ВИМОГ ДО БОЄПРИПАСІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Аналіз досвіду та уроків застосування безпілотної авіації в останніх локальних війнах та збройних конфліктах, особливо широкомасштабної агресії рф проти України визначає основні тенденції збройної боротьби в повітрі та особливості виконання завдань в операціях (бойових діях) із

застосуванням безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА). На сьогодні, особливо актуальним є застосування безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) першого класу підрозділами ЗС України для завдання ударів БпЛА по цілях (об'єктах) противника. Проведений аналіз свідчить про активне застосування під час бойових дій ударних БпЛА, які оснащуються достатньо широким арсеналом боєприпасів як промислового, так і ручного ("кустарного") виробництва. Масове застосування БпЛА зі "скидами" у бойових діях кардинально змінило перебіг бойових дій. Вдале застосування одного або декількох дешевих БпЛА може знищити техніку вартістю декілька мільйонів доларів, про що свідчать безліч прикладів бойового застосування таких безпілотників на фронті.

Одним із типів засобів ураження, що може застосовуватися на ударних (розвідувально-ударних) БпЛА багаторазового та разового застосування є боєприпаси. У 2024 році Міністерство оборони України кодифікувало та допустило до експлуатації близько 70 зразків боєприпасів для БПЛА.

У таких умовах актуальним постає питання розроблення вимог до боєприпасів для ударних (розвідувально-ударних) БпЛА багаторазового та разового застосування. Так серед нових зразків є уламково-фугасні, кумулятивні, комбінованої дії та багатоцільові боєприпаси. Також вони різняться за вагою: від кількох сотень грамів до понад кількох кілограмів.

Проаналізовано досвід застосування цих боєприпасів у широкомасштабній агресії рф проти України, їх цільове призначення, основні завдання, об'єкти (цілі), за якими вони можуть застосовуватися, а також основні умови їх застосування.

Проведений аналіз показує, що на сьогодні в зонах (районах) бойових дій для оснащення ударних (розвідувально-ударних) багаторазових БпЛА літакового типу підрозділами ЗС 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 ефективності застосування боєприпасів для БпЛА показує, що за досвідом бойових дій її можна оцінити лише опосередковано – за результативністю застосування БпЛА літакового та мультикоптерного типів, на яких вони встановлені. При цьому слід враховувати, що окрім характеристик самих боєприпасів, на цю результативність впливають низка інших факторів (погодні умови, вплив радіоелектронних перешкод, рівень підготовки операторів, бойові можливості БпЛА, технічні можливості наземних станцій керування тощо).

На сьогодні вітчизняний сектор оборонно-промислового комплексу реагує на потреби військ (сил) і намагається збільшити обсяги виробництва БпАК різних типів та призначення, активно розробляє нові моделі БпЛА, а також розширює номенклатуру боєприпасів для них.

Результати роботи є підґрунтям для подальшого розвитку боєприпасів для ударних (розвідувально-ударних) БпЛА літакового та мультикоптерного типів та розроблення тактико-технічних завдань до них.

Сушко А.Л.
Олійник І.М.
Педько А.В.
ХНУПС

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ЖИВОЇ СИЛИ ТА ТЕХНІКИ ВОРОГА

Авіаційні безпілотні комплекси все глибше інтегруються у структуру сучасного ведення бойових дій, і вже зараз спостерігається чітка тенденція до розширення їхнього функціонального призначення. Ударні дрони перетворюються на інструмент високоточного ураження, здатний змінити баланс сил навіть на обмежених ділянках фронту.

Одним із перспективних напрямів є створення дронів-камікадзе з кумулятивними або термобаричними бойовими частинами, які можуть діяти як по статичних цілях, так і по рухомих

об’єктах, включаючи бронетехніку. Завдяки покращенню систем наведення ці комплекси здатні автономно ідентифікувати тип цілі, обирати уразливу зону та здійснювати точкове ураження з мінімальним побічним ефектом.

Не менш важливим вважається розвиток багаторазових ударних БПЛА з можливістю дистанційного керування в реальному часі, що дозволяє виявити і атакувати цілі безпосередньо в ході операцій. Такі дрони вже демонструють ефективність у поєднанні з розвідувальними апаратами, коли одна платформа виявляє ціль, а інша – негайно завдає удару.

Окрему увагу привертають так звані «рої дронів» – автономні групи малих БПЛА, здатні координувати дії між собою без постійного управління людиною. Їх можна використовувати для масованого прориву протиповітряної оборони, розсіювання уваги ворога та одночасного ураження декількох цілей, що значно ускладнює відповідні заходи захисту.

Значного розвитку набувають високошвидкісні реактивні безпілотники, які здатні долати великі відстані та уражати стратегічно важливі об’єкти в глибокому тилу противника. Їхнє використання особливо актуальне для знищення логістичних вузлів, складів боєприпасів, систем ППО та засобів управління.

Крім того, активно впроваджуються малі безшумні дрони, які можуть діяти у міських умовах або в складному рельєфі, де традиційна авіація або артилерія втрачає ефективність. Вони особливо корисні для точкового знищення живої сили, що переховується у спорудах, лісових масивах або укриттях, і можуть доставляти гранати або міні-бомби безпосередньо у вікна чи бліндажі.

Іншим інноваційним вектором є застосування безпілотників як ретрансляторів зв’язку або коригувальників вогню для далекобійної артилерії, одночасно із виконанням ударних функцій. Це дозволяє створювати розгалужену бойову мережу, в якій кожен дрон є не лише носієм боєприпасів, але й інтегрованим елементом інформаційної переваги.

Таким чином, перспективи застосування авіаційних БПЛА у знищенні живої сили та техніки ворога пов’язані з розвитком автономності, точності, взаємодії в системах «дрон-дрон» і «дрон-людина», а також із здатністю проникати вглиб ворожої території без втрати боєздатності. Це дає змогу змінювати тактику ведення бою, підвищуючи ефективність з мінімальними втратами.

Тимчук В.Ю., канд. техн. наук, с.н.с.
Тимчук О.С.
Меркулова А.М.
НАСВ
Савчук М.М.
КСБС
Співак Е.
ДонНУ ім. В. Стуса

ПОШУК БАЛАНСУ МІЖ АВТОНОМНІСТЮ ТА КОНТРОЛЕМ З БОКУ ОПЕРАТОРА У БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Джордж Галдорізі (George Galdorisi) – директор зі стратегічних оцінок і технічного майбутнього Тихоокеанського центру інформаційної війни ВМС США, де значна частина його роботи зосереджена на оперативному використанні великих даних, штучного інтелекту та машинного навчання, є прикладним військовим експертом у царині ШІ, зокрема його «The Navy Needs AI: It’s Just Not Certain Why» здобула премію Інституту військово-морських досліджень США. В розділі «Overcoming Impediments to AI for Unmanned Autonomy and Human Decision-Making» («Як ШІ давати раду поміж автономністю безпілотних систем і прийняттям рішень оператором»), який дослідник підготував для редагованої ним монографії «ШІ для війн», йдеться про те, що навички та вміння, необхідні для балансу автономності у мілітарних БпС залежать від багатьох технологій, і нових у тому числі.

Відомо, що командири чітко розуміють, яких результатів вони хочуть досягти, проте часто не знають, які саме технології чи функціональні можливості необхідні для створення БпС з

оптимальним співвідношенням автономності та участі оператора. Ключовою відповіддю для такого питання — це менше перейматись технічними характеристиками систем (швидкість, висота польоту, тривалість місії та ін.), а більше уваги приділяти «начинці» машинної системи, тобто слід постійно оцінювати контексті взаємодії оператора і системи. Розробники ШІ для БпС повинні перейти від апаратно-орієнтованого, системо-центричного підходу до софт-центричного підходу, за якого забезпечується потрібна автономність.

Одна з причин сперечань щодо БпС – через відсутність виробленої термінології. Таку невизначеність усувають лише чітко визначивши, що означає поняття «автономність», тобто його зв'язок між людиною і машиною. Напівавтономними системами, або HinL-системами (human-in-the-loop), тобто з участю людини в операційному циклі, часто називають машини, що, виконавши певну дію протягом заданого часу, зупиняються і очікують на команду від оператора, аби продовжити місію. Контрольовано-автономними системами, або HonL-системами (human-on-the-loop), тобто зі спостеріганням людини за операційним циклом, називають машини, які здатні місію виконати повністю самостійно, хоча людина залишається в ролі спостерігача і може втрутитися у разі збою. Повністю автономними системами, або HoutL-системами (human-out-the-loop), називають машини, які абсолютно самостійні і без можливості втрутитися з боку людини.

Отож, експертам і військовим доведеться переосмислювати ключові аспекти дискусії щодо автономності зброї: важливо розрізняти, де йдеться про збільшення рівня автономності, а де – про автономність цілковиту. У цьому контексті автономність зовсім не означає інтелектуальні здібності машини, а тільки її взаємодію з контролюючою людиною. Для тих нечисленних зразків БпС, які призначатимуться аби застосовувати зброю, цей баланс є критично важливим. І перед тим, як відкрити вогонь безпілотна платформа повинна надати оператору, а він поза сумнівом має бути в циклі, матрицю прийняття рішень із аналізом можливих наслідків.

Токар А. М., канд. техн. наук, ст. дослід.
Дмитрук В.В.
Кухарчук І.В.
ЖВІ

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Широке застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) у російсько-Українській війні показало їх високу ефективність як під час оборонних, так і наступальних дій. Насиченість лінії зіткнення таким типом озброєння та розрахунками по обидва боки фронту є надзвичайно щільною. У таких умовах поширеною є ситуація, коли здійснюється вогневе ураження дружніх БпЛА військовослужбовцями Збройних Сил України з використанням різних засобів. Розрізнити належність БпЛА візуально або з використанням існуючих технічних засобів складно. Це завдання можливо вирішити за допомогою системи ідентифікації БпЛА "свій-чужий", але на даний час у Збройних Силах України така система відсутня. У таких умовах актуально постає питання розроблення та впровадження системи ідентифікації БпЛА "свій-чужий" для підвищення їх живучості.

Система ідентифікації є апаратно-програмним технічним комплексом для автоматичного розпізнавання своїх БпЛА серед ворожих на полі бою. Вона забезпечує спостереження за повітряними об'єктами, обладнаними відповідачами і забезпечує двосторонній зв'язок через канал передачі даних між наземними станціями і повітряними об'єктами. Система ідентифікації "свій-чужий" відноситься до основних інформаційних джерел як системи контролю повітряного простору, так і системи управління повітряним рухом. Система ідентифікації БпЛА повинна вирішувати завдання ідентифікації повітряного об'єкта за ознакою "свій-чужий" як в інтересах визначення ступеня небезпеки виявленого повітряного об'єкта, так і при безпосередньому застосуванні зброї. Система має працювати в умовах складної радіоелектронної обстановки, бути стійкою до перехоплення сигналів і підміни даних, мати невеликі розміри та низьке енергоспоживання, бути

універсальною з можливістю встановлення на усі типи БпЛА, що стоять на озброєнні у Збройних Силах України.

Для функціонування такої систем необхідно розробити та впровадити відповідне математичне забезпечення. У доповіді розглядається складові математичного забезпечення системи ідентифікації БпЛА, що забезпечує передавання даних ідентифікації БпЛА за запитом від споживача, криптографічний захист інформації, яка передається через захищений протокол обміну даними та функціонування алгоритму машинного навчання для аналізу поведінкових ознак польоту БпЛА. Математичне забезпечення, окрім безпечного передавання даних, повинне забезпечувати функцію оновлення ключів доступу та кодів шифрування за певним алгоритмом, що унеможливлює доступ противника до системи ідентифікації БпЛА у разі його втрати. Для зниження ризиків компрометації алгоритмів ідентифікації передбачається застосування псевдовипадкових змінних кодів доступу, які регулярно оновлюються. Математичне забезпечення системи ідентифікації БпЛА повинно інтегруватися до усіх типів БпЛА різноманітного призначення. Також важливо враховувати можливість використання резервних каналів зв'язку у разі виведення з ладу основного, що підвищить стійкість системи до впливу засобів радіоелектронної боротьби.

Подальші дослідження спрямовані на вивчення питання інтеграції запропонованого підходу до наземних безпілотних систем та іншого озброєння та військової техніки.

Торський А.Р., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
ІППММ НАН України
Сеник Ю.А., канд. техн. наук
НЛТУ України
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доц.
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сучасна авіаіндустрія активно впроваджує такі спеціальні методи поверхневої обробки, як нанотехнології для підвищення характеристик міцності елементів та деталей літальних апаратів. Цей напрям досліджень викликає особливий інтерес у контексті покращення експлуатаційних властивостей авіаційної техніки, зниження її маси та збільшення ресурсу роботи.

Наноматеріали, що мають унікальні фізико-механічні властивості завдяки особливостям своєї структури на нанорівні, знаходять все ширше застосування при виготовленні важливих деталей авіаційних двигунів, елементів конструкції планера та інших компонентів. Найбільш перспективними у цій галузі є вуглецеві нанотрубки, що забезпечують підвищення міцності композиційних матеріалів на 30-40% при введенні їх у кількості всього 0,5-1% від маси. Іншим багатообіцяючим матеріалом є нанокристалічні металеві сплави, що демонструють набагато більшу твердість та зносостійкість у порівнянні з їх традиційними аналогами.

Серед найбільш ефективних методів зміцнення деталей літальних апаратів слід відзначити нанесення наноструктурованих захисних покриттів у вигляді плівок, що дозволяє формувати на поверхні виробів багатошарові покриття завтовшки від кількох десятків до сотень нанометрів, що забезпечують підвищену стійкість до високотемпературного окислення, ерозійного зношування та корозії.

Впровадження наномодифікаторів у полімерних сполуках при виробництві композиційних матеріалів для авіаційної техніки сприяє значному покращенню їх механічних характеристик та термічної стабільності. Таким чином модифіковані композити застосовуються при виготовленні елементів фюзеляжу, крил та інших несучих конструкцій, що дозволяє суттєво знизити масу літального апарата при збереженні необхідних показників міцності. Також перспективним напрямом є розробка наноструктурованих матеріалів, здатних відновлювати свою цілісність при виникненні

мікроушкоджень в процесі експлуатації. Цей підхід відкриває нові можливості для збільшення ресурсу роботи та підвищення безпеки авіаційної техніки.

Запропонована математична модель, що описує технологічні процеси зміцнення поверхонь деталей авіаційної техніки шляхом нанесення на них нанокристалічних металевих сплавів у вигляді тонких плівок. Досліджено зв'язок між параметрами приповерхневої обробки та функціональними, фізичними та механічними властивостями матеріалів, що застосовуються в процесі зміцнення. Запропонована в роботі математична модель дає теоретичне підґрунтя підбору параметрів приповерхневої обробки контактних елементів конструкцій та деталей сучасних малорозмірних безпілотних літальних апаратів, застосування яких істотно зростає останнім часом. В перспективі такі дослідження дозволять описати процес підбору матеріалів з оптимальними фізичними, механічними та експлуатаційними характеристиками, а також значно зменшити собівартість їх впровадження у виробництво.

Тристан А.В., д-р техн. наук, проф.
Шулежко А.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ПОКАЗНИКИ І КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПОБУДОВИ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У процесі випробувань високотехнологічного озброєння та військової техніки (ОВТ) виникає необхідність у створенні контрольованого та адаптивного випробувального середовища, здатного максимально достовірно імітувати поведінку бойових об’єктів у реальних умовах. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є використання рою безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для формування сигнатур, які б відповідали характеристикам різних типів озброєння або техніки. Такий підхід дозволяє не лише моделювати об’єкт, а й відтворювати його характерні фізичні прояви присутності об’єкта у навколишньому середовищі, зокрема електромагнітні, інфрачервоні, оптичні й навіть акустичні відбитки, що є ключовими під час виявлення та ціле вказування.

Дослідження спрямоване на розробку методу побудови рою БпЛА, який дозволяє гнучко моделювати сигнатури у різних фізичних діапазонах із заданим ступенем достовірності. У центрі дослідницького підходу знаходиться системне визначення показників, які характеризують як саму сигнатуру, так і поведінку рою в процесі її формування. Серед таких показників – інтенсивність і спектральні характеристики електромагнітного випромінювання, рівень теплового випромінювання та його розподіл по площині об’єкта, візуальні характеристики, як-то контрастність, форма, динаміка відображення в оптичному діапазоні, а також параметри акустичного фону, що виникає при русі або маневруванні. Додатково враховуються кінематичні властивості рою як єдиної системи: зокрема щільність формування, здатність до маневрування, синхронізація руху окремих БпЛА та стабільність утримання просторової конфігурації.

Критерії оцінювання ефективності запропонованого методу виходять із необхідності забезпечення максимальної імітаційної достовірності в умовах обмежених ресурсів і високих вимог до адаптивності. Критично важливим критерієм у процесі оцінювання ефективності є відповідність згенерованої сигнатури характерним ознакам реального зразка озброєння, яка встановлюється на основі порівняльного аналізу з еталонними даними, отриманими в ході експериментальних досліджень та аналізу бойового досвіду. Важливою також є здатність рою до масштабування, тобто до відтворення різних класів об’єктів без суттєвої зміни архітектури керування. Визначальну роль відіграє й гнучкість системи в умовах зміни тактичного сценарію: ефективність оцінюється за тим, наскільки швидко та точно рій може змінити сигнатурний образ у відповідь на зміну вимог випробування. В умовах дії засобів радіоелектронної боротьби та інших перешкод додатковим критерієм є стійкість побудованої структури рою, зокрема здатність до збереження конфігурації та параметрів руху без втрати основної функціональності. Нарешті, загальна ефективність методу оцінюється через співвідношення витрат ресурсів (енергетичних, часових, технічних) до досягнутого

рівня імітації, що дозволяє обґрунтувати доцільність його впровадження у структуру державних випробувальних центрів.

Таким чином, дослідження не обмежується лише технічним аспектом побудови рою БпЛА, а охоплює цілу систему критеріїв, які дозволяють оцінити як функціональність підходу, так і його практичну придатність у межах випробувань сучасного озброєння. Це відкриває нові перспективи для створення універсального інструменту симуляції, який у перспективі може бути інтегрований у модулі випробувального контролю для оцінки спроможностей засобів маскування, виявлення та протидії високотехнологічним загрозам.

Тупиця І.М., д-р філос.
Кривонос В.М., канд. техн. наук
Ейдельштейн Г.Б.
Галепа О.
ХНУПС

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ АВТОНОМНОСТІ БпЛА З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Досвід бойових дій на території України свідчить про суттєве зростання ролі розвідувальних безпілотних авіаційних систем як ключової компоненти для отримання актуальної та повної розвідувальної інформації і, як наслідок, для підвищення ефективності управління підрозділами Сил оборони України. Це призвело до суттєвого розвитку вітчизняної оборонної промисловості в напрямі створення нових та удосконалення вже існуючих зразків безпілотних авіаційних комплексів. При цьому слід зазначити, що активні зусилля країн-партнерів України в цьому напрямі спрямовані на інтеграцію в систему повітряної розвідки в умовах застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) сучасних інноваційних технологій. Так, на сьогоднішній день основними досліджуваними напрямами є максимізація автономності виконання як окремих, так і комплексних задач, до яких відносяться наступні:

1. Підвищення стійкості навігаційних систем БпЛА: інтеграція в навігаційні системи БпЛА технологій комп'ютерного зору, штучного інтелекту (наприклад, системи візуального орієнтування та навігації).

2. Автоматизація процесу обробки даних повітряної розвідки: технології виявлення, розпізнавання та сегментація об'єктів повітряної розвідки на цифрових зображеннях та потоковому відео, що формуються бортовими сенсорами цифрових оптоелектронних систем повітряної розвідки.

3. Інтеграція технологій штучного інтелекту в систему прийняття рішень (вибору, коригування маршруту виконання місії) при виконанні бойових задач в умовах застосування безпілотних літальних апаратів.

4. Використання алгоритмів групового (ройового) застосування безпілотних літальних апаратів. Досвід бойових дій на території України свідчить про суттєве спрямування зусиль противника на інтеграцію зазначених технологій в напрямі групового застосування БпЛА типу "Shahed" ("Герань", "Пародія"), результатом чого є масоване завдання ударів по об'єктах системи критичної інфраструктури.

5. Технології автоматизованого супроводження рухомих об'єктів повітряної розвідки (транспортних засобів, зразків озброєння та військової техніки).

6. Технології автоматизованого наведення (донаведення) розвідувально-ударних (ударних) БпЛА по цілях противника.

Аналіз проведених досліджень свідчить про необхідність акумуляції зусиль вітчизняних підприємств оборонної промисловості, наукових та дослідницьких центрів у напрямі підвищення рівня автономності БпЛА в умовах активної протидії засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби противника. Це дозволить створити умови для підвищення ефективності управління та застосування підрозділів Сил оборони України з метою виконання бойових завдань.

Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на дослідження можливостей інтеграції до складу станції керування та контролю БпЛА оперативно-тактичного класу моделей комп'ютерного зору з метою автоматизованого виявлення об'єктів інтересу.

Федюк С.В.
Колодяжний О.І., канд. техн. наук, доц.
Торчилов О.О.
ХНУПС

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА ЯК ГОЛОВНОГО ЕЛЕМЕНТА В ПІДГОТОВЦІ ОПЕРАТОРІВ БпЛА

За результатами аналізу досвіду російсько-Української війни, особливо на початку російської агресії, визначено, що в окремих випадках порушення функціонування аеронавігаційної системи призводило до порушень у використанні повітряного простору, порушень в експлуатації літаків, вертольотів та БпЛА. В свою чергу, як наслідок, відбувалися авіаційні події. Причиною цього у багатьох випадках стали дії людини. Необхідність розуміння ролі впливу людського фактора як головного елементу в підготовці льотного складу, операторів БпЛА та іншого авіаційного персоналу на кінцевий результат у функціонуванні ергатичних систем (ЕС), особливо в умовах ведення бойових дій, набирає актуального значення.

Мета доповіді – удосконалення системи визначення критичних залежностей між професійними якостями, особистими якостями, людським фактором в системі підготовки льотного складу, операторів БпЛА та іншого авіаційного персоналу для підвищення ефективності використання повітряного простору і безпеки польотів.

Складність моделювання систем "людина – машина – середовище" полягає у визначенні та врахуванні всіх факторів впливу на ефективність та безпеку використання повітряного простору. Тому одним із підходів щодо підвищення ефективності аеронавігаційної системи та її функціонування є пошук шляхів інтеграції різних моделей, які враховують вплив людського фактора на їх функціонування.

Модель SHELL, докладний опис якої наведено у Збірці ІКАО, використовується у всіх циркулярах ІКАО з людського фактора. За допомогою цієї моделі є можливість показати основні елементи людського фактору і взаємозв'язок між ними.

Концептуальна модель Джеймса Різона (модель "швейцарського сиру") розвиває теорію про те, що небезпечні випадки та події не є результатом однієї або декількох незалежних подій, а є наслідком декількох взаємопов'язаних між собою факторів, які в сукупності призводять до загальної відмови системи.

Г. Хайрінг запропонував теорію "доміно". Термін "доміно" повинен був нагадувати про те, що практично завжди помилки, допущені людьми, створюють послідовність, в якій перша помилка неминуче викликає другу, друга – третю і так далі.

При врахуванні впливу людського фактора на функціонування аеронавігаційної системи підготовки льотного складу, операторів БпЛА та іншого авіаційного персоналу опираються на модель SHELL, але у неї є свій недолік, вплив якого можна частково компенсувати за рахунок інтеграції в цю модель переваг інших моделей, таких як "модель швейцарського сиру" та теорії "доміно", використавши їх позитивні властивості.

Таким чином, застосування в системі підготовки льотного складу, операторів БПЛА та іншого авіаційного персоналу інтегрованої моделі дозволяє компенсувати недолік моделі SHELL, яка не охоплює взаємодію між складовими елементами, що не пов'язані з людським фактором за рахунок інтегрування до неї з "моделі швейцарського сиру" властивості виявляти скриті умови, що викликали виникнення небезпечних ситуацій, а з теорії "доміно" її сумісність з балансом сил.

Худов Г.В., д-р техн. наук, проф.
ХНУПС
Маковейчук О.М., д-р техн. наук
Бутко І.М., д-р техн. наук, проф.
МНТУ
Хижняк І.А., канд. техн. наук
Грідасов І.Ю.
Соломоненко Ю.С., канд. техн. наук
ХНУПС

ДВОЕТАПНИЙ МЕТОД СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕРЕСУ В СИСТЕМАХ НАЦІЛЮВАННЯ УДАРНИХ FPV-ДРОНІВ НА ОСНОВІ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ТА АЛГОРИТМУ HOUGH

У сучасних умовах ведення бойових дій ударні FPV-дрони відіграють ключову роль у точковому ураженні цілей. Ефективність їхнього застосування значною мірою залежить від точності систем націлювання, які, у свою чергу, потребують високоякісної обробки відеоінформації в реальному часі. Особливо актуальним є завдання автоматизованого сегментування зображень для виявлення об'єктів інтересу.

У доповіді запропонований двоетапний метод сегментування зображень об'єктів інтересу в системах націлювання ударних FPV-дронів. На першому етапі здійснюється виявлення контурів і підсилення ознак об'єктів інтересу за допомогою одного з алгоритмівройового інтелекту, що моделює колективну поведінку агентів для пошуку оптимальних шляхів до цілі, а саме мурашиного алгоритму. Алгоритм добре масштабується та дозволяє зберігати високу продуктивність навіть при обмежених обчислювальних ресурсах, що є критично важливим у реальному часі в умовах бойових дій. На другому етапі застосовується алгоритм Hough для точного виявлення геометричних примітивів, таких як лінії та кола, що відповідають структурним елементам об'єктів інтересу. Такий підхід дозволяє забезпечити високу точність розпізнавання та стабільність роботи систем націлювання навіть в умовах шуму, слабкого освітлення чи часткового перекриття цілі.

Наведено основні етапи двоетапного методу сегментування зображень об'єктів інтересу в системах націлювання ударних FPV-дронів на основі мурашиного алгоритму та алгоритму Hough. Етапи методу проводяться для кожного каналу яскравості кольорового простору RGB представлення зображення, отриманого з системи націлювання FPV-дрона. Для реалізації запропонованого методу сегментування зображень було обрано вхідні параметри мурашиного алгоритму на першому етапі та параметри перетворення Хафа на другому. Експериментальні дослідження проводилися з використанням мови програмування високого рівня та інтерактивного середовища для програмування, чисельних розрахунків та візуалізації результатів MATLAB R2017b на реальних зображеннях, отриманих з системи націлювання FPV-дрона. Проведено кількісне оцінювання якості запропоновано методу сегментування зображень об'єктів інтересу в системах націлювання ударних FPV-дронів та порівняльний аналіз результатів його роботи з результатами сегментування відомими методами сегментування. Результати кількісного оцінювання дозволяють стверджувати, що запропонований метод забезпечує зниження помилок сегментування I та II роду.

Дослідження були проведені за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках конкурсу "Наука для зміцнення обороноздатності України", назва проєкту "Інформаційна технологія автоматизованого сегментування зображень об'єктів в системах націлювання ударних FPV-дронів на основі алгоритмівройового інтелекту", реєстраційний номер 2023.04/0153.

Цицик М.В.
Єфімов Г.В., канд. наук з держ. упр., с.н.с.
НАСВ

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ

Людина з самого початку свого існування, впродовж всієї еволюції мріяла і робила все для того, щоб була можливість уразити любу ціль, не доторкаючись до неї. Таким чином з'явилися луки зі

стрілами, рогатки, вогнепальна зброя, ведуться розробки електромагнітної зброї, лазерної тощо. І як наслідок цього, навіть мала, фізично хвора людина отримала можливість вполювати великого звіра чи перемогти набагато сильнішого ворога. Поява стрілецької зброї, різних артилерійських систем (мінометів, гармат, гаубиць, САУ), а особливо авіації, дала можливість знищувати ворога на значній відстані.

Поява авіації привела до створення потужних систем протиповітряної оборони, що в свою чергу знизило ефективність застосування літальних апаратів, внаслідок їх великої вартості та призвело до великих втрат серед пілотів. Виникла необхідність створення малих, дистанційно керованих літальних апаратів та керованих високоточних снарядів.

Перший безпілотний літальний апарат (БпЛА) ще в 1910 році створив американський воєнний інженер Огайо Чарльз Кеттерінг. За його задумом, літальний апарат, керований годинниковим механізмом, в заданий час (заданому місці) скидав крила і як бомба падав на ворога. Перший в світі безпілотний літак, який управлявся по радіо, конструкції Г. Кертисса, свій перший політ здійснив в США в 1916 році. 12 вересня 1916 року були проведені випробування першого радіокерованого літака-снаряда “Хевіт-Сперрі.”

Створення безпілотних апаратів не обмежувалося тільки повітряними літальними апаратами. Розроблялися і водні (річкові, морські). Перше бойове застосування катера-міни, скинутого з німецького літака, було 2 березня 1917 року в порту англійського міста Ньюпорт, внаслідок чого було зруйновано значну частину причальної лінії.

Перший БпЛА багаторазового використання, який успішно пройшов всі випробування, був створений в 1933 році у Великобританії. Це був безпілотний літак-мішень на базі гідролітака, який управлявся по радіо.

Найбільшого успіху в створенні безпілотної техніки на початок Другої світової війни досягнули в Німеччині. В Рейхлінському дослідному центрі ВПС Німеччини в 1939 році було створено перший безпілотний літак-розвідник. Під час війни німецькі інженери першими створили і стали застосовувати літаки заповнені вибухівкою, які управлявся по радіо, літаки-снаряди Фау-1 (V-1), балістичні ракети Фау-2 (V-2), ракети “Enzian”, а також керовані бомби “Henschel Ys293” і “Fritz X”.

Створенням такого озброєння займалися і фахівці Франції, Італії, США, Радянського Союзу та інших держав.

Перші розвідувальні БпЛА застосовувались в СРСР у 1949 році під час випробовування ядерного пристрою на Семипалатинському полігоні для замірів рівня радіації в ядерному грибі. Для цього було використано переобладнані винищувачі “Як-9”, що керувалися по радіо.

В подальшому БпЛА розвивалися і створювалися як на базі пілотованих апаратів, шляхом переобладнання їх управління по радіо або автоматично, так і шляхом створення малогабаритних БпЛА різного призначення.

В Україні БпЛА отримали суттєвий розвиток, а з часу повномасштабного нападу російської федерації ми фактично вийшли в лідери з їх створення та застосування.

Чередніков О.М., канд. техн. наук, доц.
ДНДІ ВС ОВТ
Журахов О.В.
Захарченко Д.С.
ЦПМД ДССТ

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОЗМІНУВАННЯ НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Одним із інноваційних підходів вирішення задач глобальної проблеми розмінування є застосування наземних роботизованих комплексів (НРК) для пошуку, виявлення та ідентифікації вибухонебезпечних предметів (ВНП). Під час робіт з розмінування надзвичайно важливим є питання

безпеки персоналу. Саме тому вагомою причиною для використання саме НРК у протимінній діяльності є переміщення фахівців з розмінування на безпечну відстань від зони уражень.

Швидкість ручних процесів одного сапера при гуманітарному розмінуванні становить не більше 10 м^2. Показник продуктивності машинного розмінування може сягати 15000 м^2 за робочий день, і навіть більше. При цьому зовнішні умови, такі як рельєф, наявність та щільність рослинності, тип ґрунтів тощо, можуть складати значний вплив на показник продуктивності, роблячи їх непристосованими до наявних умов або зменшуючи показник продуктивності для деяких моделей машин для розмінування у багато разів.

За допомогою машин для проведення розмінування можливо значно прискорити процеси розмінування. Продуктивність таких машин зазвичай може становити від 3000 м^2 протягом робочого дня.

З метою виявлення ВНП на поверхні ґрунту або розташованих у ґрунті використовують різні конфігурації навісного обладнання та датчиків, які встановлюють на НРК.

Для забезпечення ефективності та швидкості проведення процесів технічного обстеження та очищення територій, забруднених ВНП, необхідно провести аналіз показників продуктивності НРК, враховуючи їх клас та задані умови використання. Дослідження спрямоване на визначення основних підходів до оцінки продуктивності НРК та проведення процесу визначення найбільш пристосованого зразка.

На основі тактико-технічних характеристик та досвіду проведення тестувань зразків НРК для технічного обстеження та очищення забруднених ВНП територій, можна виділити ступінь придатності НРК для використання в заданих умовах місцевості, враховуючи продуктивність розмінування. Цей показник не є сталим значенням для кожного НРК, а являє собою діапазон значень, залежний від різних умов ґрунту, рослинності та місцевості.

Продуктивність розмінування НРК залежить від типу та вологості ґрунту відповідно до класу рослинності.

Виробники машин іноді вказують місцевість, на якій їхня машина призначена для роботи, і можливу продуктивність машини в цих умовах. Визначальні ознаки цих категорій різноманітні і часто суперечливі.

Очікувану продуктивність машини слід розраховувати, зважаючи на визначений відсоток заявлених виробником характеристик. Розрахунок також повинен враховувати той факт, що машина працюватиме на одній і тій самій ділянці кілька разів для досягнення необхідної глибини обробки.

В цілому ефективність очищення або пропускна здатність, м^2/год залежить від категорії місцевості, типу ґрунту та рослинності: вище при легких ґрунтах і низькорослій рослинності, нижче при важких ґрунтах та високій рослинності. Так Armtrac 400 (Armtrac Limited, Великобританія) може зачищати до 5000 м²/год залежно від класу ґрунту та рослинності, при цьому знешкоджуючи ВНП на глибині 55 см. А потужна конструкція захищає машину від протитанкових мін вагою до 10 кг. Тобто, сучасні зразки машин розмінування мають більш високі показники за глибиною очищення та продуктивності.

Проаналізовано показники продуктивності для НРК мікро, легкого та середнього класів MV-4 Scorpion (DOK-ING, Хорватія), Twin 75V2 (Irus, Німеччина), Змій (Rovertech, Україна), GCS-200 (GCS, Швейцарія), MV-10 Bison (DOK-ING, Хорватія), Bozena-5 (Way Industries, Словакія), Armtrac 400 (Armtrac Limited,Великобританія), MP.5100 (XTI, Україна), залежно від класу ґрунту (легкий, середній та важкий ґрунт) та класу рослинності (середня та густа рослинність).

Для проведення порівняльного аналізу продуктивностей розмінування НРК, класифікованих за вагою, враховуючи клас ґрунту та рослинності, застосовується метод графічного аналізу шляхом застосування стовпчастої діаграми з розподіленням показників продуктивності за блоками. Цей метод дозволяє наочно продемонструвати значення параметра, що аналізується, та порівняти зі значенням інших НРК, тим самим отримуючи можливість визначення найбільш пристосованого зразка до висунутих вимог та конкретних умов експлуатації.

Проаналізувавши показники, можна визначити НРК з найбільшою продуктивністю залежно від умов використання. Так при проведенні операцій з пошуку, виявлення та ідентифікації ВНП в умовах важкого ґрунту та густої рослинності найбільш продуктивним є НРК легкого класу MV-4 Scorpion та середнього класу Armtrac 400. При проведенні операцій в умовах середнього ґрунту та середньої

рослинності найбільш продуктивним є НРК легкого класу MV-4 Scorpion та середнього класу MV-10 Bison. В умовах середнього ґрунту та середньої рослинності – НРК легкого класу MV-4 Scorpion та середнього класу Armtrac 400.

З огляду на результати аналізу, враховуючи показник продуктивності ізольовано від інших ТТХ, найбільш продуктивним можна вважати MV-4 Scorpion як НРК легкого класу та MV-10 Bison як НРК середнього класу.

При проведенні цього аналізу були застосовані не всі показники, які характеризують ефективність НРК при проведенні пошуку, виявлення та ідентифікації, тому перелік як показників, так і кількості зразків самих НРК може бути розширений для більш детального визначення рівня технічної досконалості та пристосованості.

За результатами аналізу можуть бути надані практичні рекомендації щодо параметрів технічних характеристик перспективного (модернізованого) технічно досконалого зразка НРК для розмінування, що дозволить визначити напрями розроблення нових і модернізації існуючих зразків з метою підвищення рівня їхньої технічної досконалості та пристосованості.

Черних Ю.О., канд. техн. наук, доц.
ВІ КНУ

ВИКОРИСТАННЯ У БпЛА КОГНІТИВНОЇ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

З метою підвищення точності управління та ефективності застосування безпілотного літального апарата (БпЛА) до складу його бортового обладнання доцільно включати систему штучного інтелекту (ШІ), що використовує когнітивну нейромережеву технологію.

Однією з основних переваг використання когнітивної нейромережевої технології у БпЛА є їх здатність до аналізу та інтерпретації великої кількості даних, в тому числі зображень, відео- та аудіоінформації. Це дозволяє БпЛА виявляти об'єкти та події, розпізнавати образи, виконувати навігацію, пілотування та розв'язувати складні завдання у реальному часі.

Наразі є вдалі приклади використання у військових цілях технологій ШІ, дозволяють керувати групою літальних апаратів, що виконують спільне бойове завдання. Ключовим досягненням при цьому стала здатність ШІ продовжувати бій навіть у випадку знищення частини підрозділу БпЛА силами противника. За безпосереднє виконання поставленого бойового завдання відповідає штучний інтелект. І навіть якщо частина угруповання БпЛА буде знищена ворогом, група все одно продовжить виконувати поставлене завдання. Так армія оборони Ізраїлю використала ескадрилью БпЛА в межах операції в секторі Газа в середині травня 2021 року. Головна мета – виявлення, ідентифікація та атака бойовиків угруповання ХАМАС. Експерти зауважують, що БпЛА апріорі потребує оператора (для кожного апарата – окремий фахівець) для управління на відстані. Цього разу вдалося об’єднати дрони в єдину мережу БпЛА. Ними усіма керував штучний інтелект, який і опікувався виконанням бойового завдання. Все, що необхідно було зробити оператору, – вказати головні команди та спрямувати дію для всієї ескадрильї.

Використання когнітивної нейромережі у керуванні БпЛА – це досить нова область досліджень, тому відомих досліджень поки не так багато. Однак, кілька досліджень вже були проведені на цю тему, наприклад:

- «Використання когнітивної нейромережі для керування БпЛА з метою досягнення стійкої роботи» (Using cognitive neural network for UAV control to achieve robust performance) – дослідження, яке було проведене в 2019 році в університеті Техасу в США. У цьому дослідженні було розроблено когнітивну нейромережу, яка забезпечує підтримку стійкої роботи БпЛА за умови наявності невизначеності у середовищі польоту.
- «Використання глибокої нейронної мережі для автоматичного керування БпЛА з невизначеністю в середовищі» (Using deep neural network for automatic UAV control with uncertainty in the environment) – дослідження, яке було проведене в 2020 році в університеті Нанькіну в Китаї. У цьому дослідженні було використано нейронну мережу для керування БпЛА за умови наявності невизначеності в середовищі, що може впливати на політ БпЛА.

- «Когнітивна нейромережа для керування БпЛА в умовах обмеженого доступу до інформації» (Cognitive neural network for UAV control under limited information access) – дослідження, яке було проведене в 2020 році в університеті Будапешта в Угорщині. У цьому дослідженні була розроблена когнітивна нейромережа, яка забезпечує ефективне керування БпЛА за умови обмеженого доступу до інформації про стан середовища польоту.

Ці дослідження показують, що використання когнітивної нейромережі може забезпечити високу точність керування БпЛА в різних умовах польоту. Дослідники у цей час продовжують працювати над розробкою нових методів і алгоритмів керування БпА з використанням штучного інтелекту, щоб забезпечити ще більш високу точність та стійкість в умовах польоту з різними типами невизначеності.

Чумакевич В.О., канд. техн. наук, доц.
Оніщенко О.О.
Рикун В.Л.
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У НАЗЕМНИХ БАГАТОЦІЛЬОВИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМАХ

Досвід ведення російсько-Української війни показує наскільки стрімко змінюються сучасні системи озброєння. Сьогодні для ведення бойових дій залучаються не лише безпілотні авіаційні комплекси (БпАК), а й все більше застосування здобувають наземні багатоцільові роботизовані платформи (БРП). Вони виконують логістичні задачі (доставка боєприпасів, продуктів харчування, повербанків тощо), задачі медичного забезпечення (евакуація поранених, доставка медикаментів та іншого медичного обладнання, навіть обладнання для переливання крові), бойові системи вогневої підтримки тощо.

На сучасних БРП широко використовуються двигуни внутрішнього згоряння, турбінні двигуни, пневматичні та гідравлічні двигуни тощо. Для невеликих БРП часто використовують електричні двигуни. Для всіх типів двигунів однією з основних проблем є запас джерела їхньої енергії: палива, запас стисненого повітря або рідини, акумуляторні батареї або інші джерела електричного струму тощо.

Серед електричних двигунів сьогодні найчастіше використовують двигуни постійного струму (ДПС). В першу чергу це зумовлено тим, що в якості джерела енергії використовуються акумуляторні батареї постійного струму. При проєктування таких двигунів активно використовують обернені конструкції двигунів з постійними магнітами. Для поліпшення енергетичних показників ДПС часто використовують магніти із застосуванням рідкоземельних матеріалів, наприклад неодимових постійних магнітів.

Однак стрімкий розвиток силової електроніки дозволяє створювати сучасні економні інвертори змінного струму, що значно розширює діапазон електродвигунів і дозволяє використовувати синхронні та асинхронні двигуни змінного струму. В доповіді розглянуто питання застосування асинхронних двигунів (АД) як рушіїв для колісних та гусеничних БРП.

Асинхронний двигун є найпоширенішим двигуном серед усіх типів двигунів. Він має високу надійність, невисоку масу, одні з найменших габаритів та вартість. Основними недоліками АД вважають невеликий пусковий момент, велике споживання реактивної потужності тощо. Ще років 10 – 15 назад більшість АД використовується у нерегульованих електроприводах. Сьогодні із розвитком сучасних систем керування, які дозволяють забезпечити достатньо високі пускові моменти, плавність регулювання швидкості обертання вала двигуна при сталості моменту тощо.

Таким чином необхідно окреслити основні проблеми використання асинхронних двигунів на БРП. По-перше, це джерело змінного струму, яке складається з хімічного джерела струму (найчастіше акумулятора), та тиристорного перетворювача змінного струму. Останній одночасно може здійснювати частотне керування АД, що значно зменшує розхід електроенергії, у тому числі реактивної, та забезпечує стабільність енергетичних показників. При використання білячої клітки,

яка закладена в декілька шарів (відомо до трьох шарів) та спеціальних конструкцій білячої клітки із закладанням її в глибокі пази, в промисловості досягали достатньо великих пускових моментів АД.

Необхідно зазначити, що під час розробки та виготовлення електротракторів доволі часто використовували саме АД.

Шабатура Ю.В., д-р техн. наук, проф.
Літневський Ю.С.
НАСВ

НЕКІНЕТИЧНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З БпЛА, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ОПТОВОЛОКОННИЙ КАНАЛ ЗВ'ЯЗКУ ТА УПРАВЛІННЯ

Військова сфера завжди була тим напрямом діяльності людей, який першим сприймав найновіші досягнення науки і техніки та використовував їх для вирішення військових задач в першу чергу шляхом створення і практичного застосування нових зразків озброєння та військової техніки. Причому, при загальному негативному впливу на розвиток людства, війни є радикально-стимулюючим фактором для розвитку науки і техніки у військовій сфері. Важливо відмітити, що і тут повною мірою проявляється основний закон діалектики, який передбачає єдність і боротьбу протилежностей. В даному випадку це проявляється через розвиток засобів ураження і засобів протидії до них. Цей процес не є зрівноваженим в часі. Нерідко засоби ураження розвиваються дещо швидше за засоби протидії. Саме така ситуація спостерігається в наш час у війні з росією, що триває.

За консолідованою думкою багатьох експертів і узагальненим аналізом досвіду бойових дій, домінуючим засобом ураження на полях бойових дій триваючої війни стали безпілотні літальні апарати (БпЛА). Досягнення науки і техніки в галузі цифрових систем управління і навігації, акумуляторних систем, систем зв'язку, тепловізійних та телевізійних систем привели до масового виробництва відносно дешевих БпЛА, які завдяки управлінню операторами через прямі або ретрансляційні канали радіозв'язку стали високоефективним засобом ураження як військово-службовців, так і будь-яких зразків військової техніки та озброєння, в тому числі і броньованих. Проте розвиток засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) різко знизив ефективність таких БпЛА.

Ідея використовувати в якості каналу зв'язку з БпЛА військового призначення оптичне волокно вперше була запропонована в Україні і розглянута в Кластері підтримки DEFENCE TECH Brave 1, однак на час її пропозиції ефективності БпЛА з радіоканалом зв'язку ще була досить високою, а зниження дальності і пілотажних властивостей БпЛА на оптоволокні виглядало доволі суттєвою перепоною. Сьогодні ситуація суттєво змінилася дрони на оптоволокні стали величезною проблемою, яка не має ефективного рішення.

Нами ведуться певні дослідження, які потенційно зможуть вирішити не лише цю проблему, а можливо стануть ефективним засобом виведення з ладу будь-яких зразків військової техніки і озброєння, в складі яких є електронні компоненти, однак першочерговою задачею стоїть саме протидія БпЛА на оптоволокні.

В складі системи протидії є блок ємнісного накопичувача електричної енергії, блок формування розрядного імпульсу та його стиснення в часі, підсистема випромінювання електромагнітної енергії без можливості її відображення назад в систему, антенна система формування пучка випромінювання у формі конуса, кут розкривання якого додатково буде формуватися лазерною розгорткою і ультразвуковим випромінюванням.

Попередні розрахунки і перші експерименти дають підстави вважати, що сформований електромагнітний імпульс при використанні накопичувача електричної енергії з запасом близько 10 КДжоулів матиме рівень густини енергії поля достатній для виведення з ладу чутливої електроніки, в першу чергу мікросхем на польових транзисторах на відстані 400 – 600 м.

Шейгас О.К., канд. техн. наук, доц.
Дубовик Г.В., канд. техн. наук
Кашко В.Г.
ХНУПС

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ БпЛА

Сьогодні безпілотні авіаційні системи стали універсальним інструментом для різноманітних завдань, пов'язаних з моніторингом і дослідженням великих територій, виявленням та розпізнаванням об'єктів, навіть у складних умовах з перешкодами. Терміни "безпілотні авіаційні системи" охоплюють більше, ніж просто безпілотні літальні апарати (БпЛА), оскільки включають також канали зв'язку, системи управління, системи навігації, корисне навантаження та наземні станції управління. Це дозволяє стверджувати, що БпЛА є комплексним утворенням, що складається з різних підсистем, які працюють у тісній взаємодії та взаємно доповнюють одна одну. Багато сучасних БпЛА мають обмеження за часом польоту, відстанню, корисним навантаженням, що є значною проблемою для забезпечення безперервного стеження. Це обмеження може бути особливо критичним в умовах відсутності доступу до мереж GNSS (глобальна навігаційна супутникова система), що часто трапляється в урбанізованих зонах або під час ведення бойових дій. Для того, щоб БпЛА могли ефективно і автономно здійснювати стеження за об'єктами, потрібно інтегрувати алгоритми штучного інтелекту, що дозволяють обробляти великий обсяг даних у реальному часі, включаючи відео з камер, сенсори і радіолокаційні дані. Це вимагає розв'язання проблеми точного і швидкого виявлення, розпізнавання і класифікації об'єктів. БпЛА можуть бути піддані різного роду електронним атакам, включаючи блокування сигналів GPS, що критично впливає на їхню здатність виконувати автономні завдання. Потрібно розробити стратегії для роботи без залежності від GNSS, зокрема за допомогою візуальної навігації або інших альтернативних технологій. В умовах складних завдань стеження, які вимагають покриття великих територій або взаємодії з іншими системами, виникає необхідність у координації роїв дронів. Це потребує розробки алгоритмів для автоматичного управління, обміну інформацією між БпЛА та оптимізації маршрутів польотів для забезпечення максимального охоплення без втрати точності.

У сучасних умовах БпЛА є важливими інструментами для виконання різноманітних завдань, зокрема в сфері моніторингу, досліджень та військових операцій. Вони містять не лише сам літальний апарат, а й систему управління, зв'язку, навігації та корисне навантаження, що забезпечує їх ефективне використання в різних сферах. Завдяки інтеграції штучного інтелекту безпілотні системи можуть працювати з максимальною автономією, зменшуючи залежність від оператора та дозволяючи виконувати складні операції без прямого контролю. Це є важливим аспектом для військових застосувань, де зростає потреба у дронах, здатних діяти незалежно.

Штучний інтелект може значно підвищити автономність дронів, дозволяючи їм успішно орієнтуватися за допомогою візуальних та інших сенсорних даних, навіть в умовах радіоелектронної боротьби. Розробка та впровадження ефективних систем стеження, заснованих на штучному інтелекті, дозволяє підвищити точність моніторингу та управління безпілотними апаратами, зменшуючи потребу в складних інфраструктурних рішеннях, таких як GSM або вебсервера. Це знижує вартість та покращує ефективність у реальних бойових умовах. Впровадження ШІ в безпілотні технології також підвищує складність протидії їм. Традиційні методи боротьби з безпілотниками, такі як глушіння сигналів або перехоплення, стають менш ефективними в умовах адаптації дронів до змінних обставин.

Шеремет О.С.
Тупиця І.М., PhD
ХНУПС

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

У контексті стрімкої технологічної еволюції військової справи, безпілотні авіаційні системи набувають дедалі більшого значення, трансформуючи підходи до ведення бойових дій. Інтеграція

безпілотних технологій у сухопутні війська та застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) тактичного рівня відкривають нові горизонти для підвищення ефективності, зменшення втрат особового складу та досягнення переваги над противником. Однак поряд з очевидними перевагами існують і значні проблемні аспекти, що потребують глибокого наукового аналізу та пошуку ефективних шляхів вирішення.

Щодо БпАК тактичного рівня основними проблемними аспектами є:

уразливість до засобів протиповітряної оборони (ППО) та радіоелектронної боротьби (РЕБ): БпАК тактичного рівня є потенційними цілями для систем ППО противника, а їхні канали управління та передачі даних можуть бути придушені засобами РЕБ;

обмежені можливості щодо виконання завдань у складних метеорологічних умовах: ефективність застосування БпАК тактичного рівня може суттєво знижуватися за несприятливої погоди (сильний вітер, опади, низька хмарність);

висока вартість розробки, виробництва та експлуатації: сучасні БпАК тактичного рівня є високотехнологічними комплексами, що зумовлює їхню значну вартість, обмежуючи можливості їхнього масового впровадження;

недостатня інтеграція в існуючі системи управління військами: ефективне використання БпАК тактичного рівня вимагає їхньої повної інтеграції в єдині інформаційно-командні системи, що наразі потребує удосконалення.

Для подолання зазначених проблем та забезпечення ефективного розвитку БпАК тактичного рівня необхідно зосередити зусилля на таких напрямах:

розробка та впровадження передових технологій штучного інтелекту для підвищення рівня автономності БпАК, їхньої здатності до самостійного прийняття рішень та виконання завдань в умовах обмеженого зв’язку або його відсутності;

створення багатошарових систем захисту безпілотних платформ від засобів РЕБ, кібератак та фізичного впливу, включаючи використання стелс-технологій, засобів активного та пасивного захисту, а також резервних каналів зв’язку;

інвестиції в розробку нових, більш ефективних та компактних джерел енергії для збільшення автономності та дальності дії БпАК, а також у створення мобільних та надійних систем їхнього матеріально-технічного забезпечення в польових умовах;

активізація науково-дослідних робіт у галузі створення високоманеврених та стійких до складних метеоумов БпАК тактичного рівня, а також розробка ефективних засобів протидії системам ППО противника;

впровадження модульних принципів конструювання БпАК для зниження їхньої вартості та спрощення процесу їхнього обслуговування та модернізації.

Реалізація запропонованих шляхів вирішення проблемних питань дозволить значно підвищити ефективність та бойовий потенціал безпілотних авіаційних комплексів тактичного рівня, зміцнивши обороноздатність країни в умовах сучасних гібридних війн.

Шинкар Є.В.
Зварич А.Я.
НАСВ

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З СИСТЕМОЮ FPV

Протягом останнього року у війні росії проти України бойові FPV-дрони стали одним із ключових факторів на полі бою. Ця технологія постійно прогресує та масштабується. Ударні FPV-дрони є потужною зброєю, яка дедалі стає більш поширеною та часто вирішує долю бойових зіткнень. Застосування ударних FPV-дронів дозволяє знищувати особовий склад та ОВТ противника, що наступає або обороняється.

Ефективність завдання ударів ударними FPV-дронами по живій силі та ОВТ підрозділів противника впливає на боєздатність наших підрозділів, що обороняються чи наступають. Ступінь впливу на виконання завдань – високий.

Оператор ударного БпЛА з системою FPV зазвичай знаходиться у відносно безпечному та захищеному місці та керує ударним дроном. Однак при досягненні цілі в момент атаки не завжди забезпечуються 100% знищення (виведення з ладу) особового складу та ОВТ противника, так як при наближенні до цілі часто відбувається втрата зв’язку з ударним FPV-дроном. Що є наслідком виникнення перешкод для сигналу керування дроном, які створюють нерівності місцевості та будівлі, а також природна рослинність. Як наслідок, це призводить до збільшення витрати ударних FPV-дронів та боєприпасів, якими вони озброєні. А також впливає на оперативність досягнення виконання завдання зі знищення живої сили та ОВТ противника, що наступає, або знищення інших важливих цілей противника в його обороні та на шляхах постачання.

У випадку, якщо обстановка дозволяє обладнати позицію для пілота ударних FPV-дронів на підвищеній місцевості, це дозволяє мінімізувати кількість можливих перешкод, які виникають на шляху сигналу управління дроном. Що дає змогу оператору підтримувати більш якісний зв'язок з дроном на момент атаки на ціль, внаслідок чого збільшити ймовірність влучання. Але тактична обстановка не завжди дає можливість обладнати позицію пілота у найвигідніший для керування БпЛА спосіб, що частково вирішується встановленням виносних антен на щоглі, або на високій будівлі чи дереві.

На сьогодні відомий досвід застосування ретрансляторів сигналу, які встановлюються на високих спорудах, як наприклад, водонапірні башти, високі будівлі, димові труби фабрик чи опалювальних котелень тощо, якщо такі є неподалік позиції пілота БпЛА.

Досвід показує ефективність зазначених способів, що дає змогу пілоту підтримувати більш якісний стабільний зв'язок з ударним FPV-дроном в момент атаки на ціль, та збільшити вірогідність влучання.

Перевага використання ретрансляторів сигналів, розміщених на значній висоті, полягає в тому, що це забезпечує більш ефективне розповсюдження сигналу керування FPV-БпЛА та дає змогу оператору керувати дроном на значно більших відстанях навіть у безпосередній близькості літального апарата до землі, з більшою ефективністю уражати ворожі цілі. Що в свою чергу покращує оперативність виконання завдання зі знищення живої сили та ОВТ противника в разі його раптового наступу. А також зменшити відсоток ударних FPV-БпЛА, які не досягли цілі.

Ярощук В.В.
Попадюк Р.В.
ХНУПС

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

Досвід ведення російсько-Української війни свідчить, що сучасний етап розвитку для ведення бойових дій характеризується створенням сучасних комплексів з безпілотними літальними апаратами (БпЛА), що можуть виконувати різні завдання. Розвиток сучасних систем БпЛА насамперед обумовлено їх перевагами. З основних позитивних сторін можна виділити їх вартість порівняно з пілотованою авіацією, низьку ефективну площу розсіювання (ЕПР), що ускладнює їх виявлення, та підготовку до польоту, що суттєво відрізняється від підготовки пілотованої авіації. Основні завдання, що виконують комплекси з БпЛА, – це ведення розвідки: електронної, радіотехнічної, радіолокаційної, виконання завдань з логістики, використання як ретрансляторів для радіозв'язку та завдання вогневих ударів. Найбільш розповсюджено, що системи БпЛА виконують завдання з оптикоелектронної розвідки, ретрансляції радіозв'язку, і виконують ці завдання успішніше, ніж це виконує пілотована авіація. За допомогою БпЛА можна підсвічувати цілі для управління артилерійським снарядом з лазерною системою наведення, проводити до розвідку, щоб отримати результати стрільб, здійснювати пошук і знищення окремих цілей. В сучасних умовах ведення бойових дій БпЛА є одним з найважливіших засобів, що підвищує успішне виконання бойових

завдань, які поставленні підрозділам, військовим частинам, а також виконання завдань з логістичного забезпечення військ. Основними перевагами БпЛА порівняно з пілотованими апаратами є збереження особового складу під час ведення бойових дій. Основними напрямами для розвитку БпЛА є: створення БпЛА, що літає на великих висотах з тривалим часом польоту, такого, що матиме можливість безперервної роботи в повітрі більше доби; створення БпЛА-винищувачів; розширення створених підрозділів БпЛА. Завдяки колективному розподілу інтелекту вони будуть діяти як єдине ціле з швидким аналізом будь-якої ситуації; розвиток надмалих БпЛА, які практично неуразливі під час роботи в повітрі, оскільки при висоті кілька сотень метрів таку ціль знищити майже неможливо.

З досвіду ведення бойових дій можна відзначити, що суттєву роль відіграють у бойових діях міні-БпЛА. Основні завдання для міні-БпЛА – це використання їх у розвідці для розширення обізнаності поля бою для підрозділу або навіть для окремого солдата. Вони мають прямий зв’язок між системами обізнаності поля бою, що зараз використовуються в військових операціях. Система обізнаності повинна бути доступною під час виконанні багатьох завдань. Це вказує на необхідність створення компактної малої системи. Для реалізація вимог щодо побудови мініатюрних БпЛА необхідні досягнення в області нано- і мікро- технологій, мікроелектромеханічних систем. Всі ці системи входять в основу комплектування електронних мікрокомпонентів, що дозволяє отримати функціональні можливості.

Необхідність у БпЛА цього класу можемо пов'язати з новими вимогами для ведення бойових дій у нестандартних умовах. Міні-БпЛА значно зменшують час очікування порівняно з існуючими засобами розвідки, надають інформацію щодо навколишньої обстановки, підвищують ситуаційну обізнаність та ефективність дій, можуть забезпечити зниження втрат особового складу.

Cherkashyn S.
Lezik O., Candidate of Military Sciences, Associate Professor
KhNAFU

PROPOSALS FOR THE EFFECTIVE USE OF AIR DEFENSE UNITS

The principles and methods of using unmanned vehicles are rapidly developing and modernizing and have far from exhausted potential. One of the most discussed prospects is the creation of fully autonomous drones that can perform tasks without human intervention. Such devices could operate in complex both tactical and technological conditions, where a person's stay is impossible or extremely dangerous.

Another promising industry is the development of drones equipped with artificial intelligence, which would be able to make their own decisions in critical combat conditions. Such means could quickly adapt to rapidly emerging challenges on the battlefield, reducing decision-making time and increasing the efficiency of operations.

It is also worth paying attention to the development of the method of simultaneous use of a group (swarm) of drones, when a group of drones coordinates with each other and acts as a single organism. This opens up new opportunities for large-scale operations, in which each drone performs its own unique role.

Conclusions of the analysis of the experience of practical use of air defense units of the SB and BTS units, during the conduct of the Russian-Ukrainian war, they indicate that the result of the confrontation between air attack means and air defense means of the Ground Forces is crucial not only on the battlefield, but also outside it, since the enemy defeats both critical infrastructure and civilian objects. In the course of comparing and evaluating the use of high-altitude strategic reconnaissance UAVs with vehicles operating at medium altitudes, it becomes quite obvious that high-altitude vehicles have a number of advantages, the list of which includes such as:

– long line-of-sight range within which aerial reconnaissance means can operate (including those equipped with thermal imaging cameras);

– наявність засобів стікого захищеного зв’язку та управління;

– less probability of technical difficulties, since combat missions are performed over zones of negative meteorological phenomena, as well as much higher than zones intended for flights of tactical-level aircraft operating at medium and low altitudes;

– a smaller number of takeoffs and landings, during which most of the UAV damage occurs and the risk of direction finding by means of EW and RER of the enemy area of performing the tasks of the UAV unit increases.

But, no matter how many advantages high-altitude vehicles have, all of them must provide timely and accurate detection of the enemy's means of air attack, in order to prevent them from inflicting fire damage on combined arms units, artillery units, command posts and critical infrastructure facilities due to the organization of a non-standard reconnaissance system of the air enemy in the air defense units of the GV.

The use of operational-level drones for the purpose of organizing and conducting reconnaissance of an air enemy in dangerous or inaccessible areas minimizes risks to the life and health of personnel, allowing them to focus on performing more strategic tasks.

The use of unmanned systems in intelligence makes it possible to minimize the number of organizational staff of the unit and reduces the likelihood of its losses and injuries, provides an opportunity for preliminary reconnaissance and assessment of the area of tasks, which is especially important in conditions of active combat operations or in complex operational zones.

Humeniuk I., Cand. of Techn. Sc., Assoc. Prof.,
Rybchynskyi D.
Korolyov Zhytomyr Military Institute

METHODOLOGY FOR ENERGY-EFFICIENT USE OF TACTICAL UNMANNED AERIAL SYSTEMS BASED ON RELAY NODES

The analysis of combat operations during the full-scale invasion demonstrates a growing trend in the importance of employing unmanned aerial systems (UAS), particularly for aerial reconnaissance, targeting enemy forces and assets, adjusting artillery fire, confirming fire mission execution, and other tasks. Alongside improvements in the tactics of using such weapons systems, there is a corresponding and rapid advancement in the adversary’s countermeasures: existing suppression and destruction systems are being upgraded, and new ones are being developed, which significantly reduce the effectiveness of UAS. Therefore, increasing the efficiency of UAS remains a timely, important, and necessary task to achieve military superiority over the enemy.

One way to enhance the effectiveness of UAS under countermeasure conditions is through effective planning and employment of the system. This is achieved through energy-efficient deployment of tactical UAS, which involves forming a network topology of relay nodes based on unmanned aerial vehicles (UAVs) and developing a method for frequency division of control and telemetry signals within the system. The UAV-based relay network topology is formed to ensure stable and effective communication in complex terrain, over long distances, and under active enemy electronic warfare. This approach can significantly increase the combat radius of the UAS compared to its standard tactical and technical specifications.

The essence of frequency division for UAV control signals lies in allocating distinct frequency bands to individual UAV-relay units, the number of which may reach up to 4–5 units. This scenario is schematically illustrated in the study: the adversary successfully suppresses the control frequencies of the UAS relayed via nodes (1–3). Under such conditions, the UAV-4 becomes the nearest and most energy-accessible relay to the reconnaissance UAV, maintaining a communication channel on its assigned frequency (4). In this case, the communication network is reconfigured as “UAS – relay node (4) – ground control station” using known routing algorithms and protocols. This approach allows for minimizing signal power, reducing energy consumption of both the UAV-relay and the reconnaissance UAV, thereby enhancing the overall survivability of the system.

Thus, this work presents approaches for improving the effectiveness of reconnaissance UAS by forming a UAV-based relay network topology and implementing frequency division of UAV control signals. As a result of analyzing routing algorithms and protocols for solving the first task, hybrid methods were selected. Implementation of the proposed approach enables a significant (15–20%) increase in system efficiency. Further research will focus on refining the developed methodology by improving flight route planning methods using transportation problem-solving algorithms and bypassing UAS jamming zones.

Kariagin Vitaliy
NULP

REAL-TIME FLIGHT PARAMETER VISUALIZATION SYSTEM

The ability to process sensor data and render critical flight information graphically in real-time is fundamental not only to traditional manned aircraft cockpits but also increasingly vital for the safe and effective operation of unmanned aerial vehicles (UAVs). Modern Electronic Flight Instrument Systems (EFIS), or "glass cockpits," provide this capability, enhancing situational awareness. However, achieving this often demands significant processing power and specialized, costly hardware. This presents a major conflict with the strict size, weight, power, and cost constraints inherent in many UAV designs and their associated ground support systems (GCS), which limits the use of advanced flight data visualization in educational settings, experimental platforms, and budget-constrained projects. This highlights the need for affordable, low-power systems that can deliver real-time graphical displays of critical flight information.

Leveraging the unique hardware features of the low-cost RP2040 microcontroller from Raspberry Pi, it is possible to implement a real-time, simplified EFIS, commonly referred to as a "glass cockpit." The system is specifically designed for the Raspberry Pi Pico and makes use of the RP2040’s Programmable I/O state machines and Direct Memory Access (DMA) controllers to generate a direct DVI video output (320x240 pixels @ 60Hz, 8-bit indexed color) without the need for dedicated video hardware, offering a cost-effective and efficient platform for real-time flight data visualization.

Sophisticated video generation tasks are handled efficiently by one of the RP2040's processor cores, which ensures the real-time rendering of high-quality visual output while leaving the second processor core available for other processing tasks. Graphics rendering is managed through the widely adopted Adafruit GFX library, which provides a straightforward interface for managing the display of key flight parameters. The flight parameters displayed on the system include crucial elements of the aircraft's attitude and performance, such as an artificial horizon to indicate pitch and roll angles, a dedicated roll scale for precise measurements, and vertical tape-style indicators for both airspeed and altitude, each accompanied by real-time numerical readouts. Additionally, a numerical heading display is incorporated to ensure easy navigation. The data is presented in a clear and concise manner, enabling real-time monitoring of the aircraft's critical flight parameters.

This project demonstrates how a low-cost, microcontroller-based system can be used to build real-time graphical displays for critical flight parameters, offering a practical solution for applications where high-end, dedicated hardware is not feasible. By relying on readily available components, the system is well-suited for deployments in field conditions where ruggedness, portability, and energy efficiency are essential - such as outdoor operations or harsh environmental settings. Its cost-effective and modular design supports use in remote or constrained environments, including UAV field testing, ground control stations, and mobile support units. By enabling flight-critical data visualization on a resource-limited platform, this work highlights the potential of the RP2040 in embedded avionics and opens the way for further advancements. The system’s flexibility allows for future upgrades, including integration with live sensor data, enhanced visual output, and support for additional flight metrics – positioning it as a strong foundation for further development in robust, low-cost avionics solutions.

Korolova O., Ph.D. of Techn.Sci, Sr. Res.
Kazan P., Ph.D. of Mil.Sci, Sr. Res.
NAA

FIBER OPTIC UAVS: FEATURES AND COUNTERMEASURES

Unmanned aerial vehicles controlled by fibre-optic cable became a discovery on the battlefield in Ukraine in 2024. Their use is already counted in the thousands on both sides. The main advantage is their invulnerability to electronic warfare and electronic intelligence, the active use of which causes 75% of UAVs to be disabled on the battlefield. The FPV UAV market has been divided into general and special-purpose UAVs: the former are conventional radio-controlled UAVs, which are always in demand and always needed

in large quantities; the latter are more technologically advanced products with unique features and a clear application niche. Fibre optic control is a specific method of controlling UAVs that cannot completely replace the classic FPV control schemes. This option has both advantages and disadvantages, and should be used in accordance with the goals and objectives (for example, given their invulnerability to radio waves, they are advisable to use against armoured vehicles during repelling assaults, or during fog). The design of such UAVs doesn't very differ from conventional combat FPVs, with a larger frame and more powerful batteries, and some systems are capable of transmitting not only signal but also power via cable. Their feature is a larger frame and more powerful batteries, some systems are able to transmit not only a signal but also power via cable.

The advantages of fibre optics FPV UAVs include: resistance to interference; communication stability; data security; image quality and data transmission speed; operation in difficult terrain; high accuracy and minimisation of losses (the exact moment for hitting the target is chosen, which is advantageous in strategic operations); the ability to operate a large number of UAVs simultaneously, due to they do not have a radio wave range.

Among the disadvantages of optical-UAVs are: operator danger (the need to locate his position closer to the front line); limitation of the action range (range of application) by the fibre optic length; mobility limitations (speed and manoeuvrability, curvature of turns, braking, etc.); wire fragility and the risk of its breakage; lack of an indicator of the used wire length; increase in the total weight of the UAV; reduction in payload; high visibility in the air; demasking factor due to the remains of the used cable with subsequent detection of the operator; qualification requirements for the operator; price of the sample.

Today, neither side has a ready-made solution for effective protection against opto-UAVs. Two ways remain unchanged: detection and countermeasures. Promising ideas for detection include: detection of opti-UAVs using a conventional automotive radar (they differ in operating range and angle of diagram opening in two axes - there are models that operate at a distance of up to 100 meters and at frequencies of 76-77 GHz); use of sound sensors installed on static targets in positions (they help to hear an approaching FPV drone).

Possible countermeasures include: physical destruction - using turrets, shotguns with buckshot (for example, smoothbore weapons that create a cloud of buckshot that for stoping the UAV); net capture - applying net-launchers with a special net made of strong fishing line using technological countermeasures - using microwave and laser weapons (to detect and neutralize UAVs); kinetic destruction means - UAVs with artificial intelligence that strike the target; obstacles – structures that will be difficult for UAVs to fly through without breaking the fibre optic.

Ukrainian developers are developing and testing relevant technological solutions that need to be tested in real combat conditions.

Korolova O., Ph.D. of Techn.Sci, Sr. Res.
Kazan P., Ph.D. of Mil.Sci, Sr. Res.
Khakhula V.
Milkovich I.
NAA

VERSION FOR ESTIMATION OF THE EFFECTIVENESS FOR THE COMBAT UNMANNED GROUND SYSTEMS APPLICATION (COMPLEXES) BY USING THE CAPACITY QUADRAT METHOD

Today, there is witnessing the process of integrated use of unmanned systems on the battlefield. Intensive work is underway to develop new models and various types of unmanned ground systems are being adopted. a qualitative effectiveness assessment of the use for existing and promising models of unmanned systems is necessary.

Modern methods of the effectiveness assessing of the units use are analyzed. The graph-analytical method "potential square" using estimated partial indicators was chosen to assess the effectiveness of the use for combat unmanned systems. This method allows to compare the potential values of different components.

The total combat potential was chosen as a complex indicator – a generalized characteristic of the combat capabilities (fire, strike, maneuverability) of a type of weapons and military equipment in a certain type of combat operations. The groups of components of the total combat potential are substantiated: combat power; combat survivability, maneuverability and management potentials. The main factors of the corresponding components of the total combat potential have been identified; which affects the specific assessment of the object.

The required level of the total combat potential of the use of combat UGV is set by a certain interval, the limits of which are correspond to the minimum acceptable and maximum achievable level. In this case, the closer the value of the total combat potential of the use of combat UGV to the maximum, the higher the efficiency (level of task performance). The condition for the inability of combat UGVs to perform tasks (failure to perform tasks) in a formalized form will be inability to fall within a given interval.

A comprehensive assessment of the combat potential for the use of combat unmanned systems and their components was carried out using the "potential square" method for the "RIS Pro" remote controlled platform with the "Shablya M2" combat module with the task of defense. The obtained calculations were analyzed and conclusions were drawn regarding the features of the combat use of the sample. It is determinated that the sample is considered combat-ready; the individual components of the aggregate potential demonstrate that: combat power corresponds to the medium level; combat survivability, manoeuvring and management potentials correspond to the high level.

Based on the obtained analysis result, recommendations are further provided for the sample as a whole and separately for each of its components. For example, to improve combat power, a mobile camera with a daytime thermal camera with a better zoom could be added; improving the cross-country ability and maneuverability of the system could be achieved using caterpillars or larger wheels.

Thus, it is possible to assess the potential effectiveness of combat unmanned ground systems (complexes) based on the use of combat potential data. This allows for the assessment of the task performance effectiveness by combat unmanned ground systems (complexes), to clearly see existing problematic issues and to substantiate directions for their elimination.

Kurinnyi D.V.
Kukharska L.V. PhD in Management
NAA

THE DIFFERENCE BETWEEN A STRIKE DRONE AND A RECONNAISSANCE DRONE

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are actively used in modern warfare. Depending on the mission, they are divided into strike and reconnaissance drones. Accordingly, their equipment has significant differences. Purpose: An attack drone is designed to engage targets such as personnel, equipment, and fortifications. Reconnaissance drones are used for surveillance, fire adjustment, and target detection.

Attack drone equipment: 1) often attack drones use an FPV base to maximize the cost and simplify the design, the basis of the equipment of such a copter is: an analog or digital video system (fiber optic installation is possible) - to transmit video from the drone to the pilot; 2) powerful motors and a battery capable of carrying a payload; 3) a drop system or a combat unit (CU).

Reconnaissance drone equipment: 1) high quality optics – a camera with high resolution, zoom, sometimes with a thermal imager; 2) always a digital video system with low latency but high quality; 3) light weight body, which increases the duration of the flight; 4) drone and camera stabilization system (gimbal) for clear shooting; 5) may have GPS, return home function, but often military reconnaissance drones do not use it.

Conclusions: attack and reconnaissance drones perform different tasks, so their design and equipment differ. Strike drones focus on attack power and accuracy, while reconnaissance drones focus on data collection and surveillance. Understanding these differences is important for the effective use of UAVs in combat.

In Ukraine, there is a team that in a smart laboratory develops a reconnaissance drone on an FPV base, to combine cheap design from shock copters and reconnaissance functions. Our product will have the capabilities of drones such as Mavic, but it will cost several times cheaper.

Nehaenko P.M.
Kukharska L.V. PhD in Management
NAA

UNMANNED SYSTEMS AS A CONSTANT IN MODERN WARFARE

Today, Ukraine interprets its conditions for sustainability and progress in the military confrontation with russia. Therefore, it is expedient and extremely necessary to form a single coordinating body at the national level authorized to implement a centralized policy in the field of creation, implementation and use of unmanned systems. The absence of an integrated management system leads to fragmentation of efforts between different structures of the defense sector, duplication of functions, inconsistency of technical standards and inefficient allocation of resources. In this regard, it is proposed to create a specialized state body with the rights of a central executive body that will coordinate activities in the field of UAVs, robotic systems and electronic warfare. A key factor in ensuring unmanned aircraft systems (technical reliability, operational safety and combat effectiveness) is the development of infrastructure for testing and certification. In order to unify approaches to assessing the characteristics of UAVs and introduce the latest technological solutions, it is advisable to create specialized test sites and certification centers. Such facilities should be equipped with the appropriate technical base for conducting comprehensive research and testing in conditions as close as possible to real combat operations. This will allow for a full-scale test of the functionality of unmanned platforms, including their maneuverability, resistance to electronic warfare, targeting accuracy, stealth characteristics, and payload efficiency.

Support for domestic manufacturing companies specializing in the development and production of unmanned systems is extremely important and necessary. Support for research and development funding, tax benefits, and interest in exporting products will be key motivating factors for manufacturers, as they will have confidence in the demand for their products. This will not only create competition in the producer market, but will also have a specific impact on product quality. Of course, through the creation of separate units within the Armed Forces responsible for the operation and maintenance of UAVs, this element of modern warfare needs to be developed in all areas (production, operation, repair). It should also not forget about international cooperation and exchange of experience. It is important to actively and productively cooperate with international partners in the field of unmanned systems to facilitate the exchange of experience, the introduction of advanced technologies, and foreign investment.

Unmanned systems, both airborne and ground-based, are now an integral part of modern warfare. Their development primarily contributes to increased efficiency, mobility, targeting accuracy, autonomy, and protection, which, in turn, helps to save the lives of military personnel and gain an advantage on the battlefield.An analysis of the current state of development of UAVs shows a high rate of integration of innovative technologies, including artificial intelligence, collective control systems (swarms), adaptive navigation and electronic warfare protection. At the same time, numerous challenges remain, including fragmentation of governance, lack of a unified technical policy, and insufficient infrastructure for testing and certification of the latest developments.The development of UAVs and UAVs is of strategic importance for strengthening the state's defense capability and forming a technological advantage in the context of the war in Ukraine. A comprehensive solution to these problems will significantly increase the effectiveness of combat use of unmanned platforms in the Armed Forces of Ukraine.

Sakun D.M.
Kukharska L.V., PhD in Management
NAA

FEATURES OF USING FIBER-OPTIC FPV DRONES IN THE russian-UKRAINIAN WAR AND COUNTERMEASURES

In the current conditions of modern warfare, especially during the full-scale russo-Ukrainian war, unmanned aerial vehicles (UAVs), particularly FPV drones, are gaining increasing importance. Their advantages include availability, speed, target accuracy, and flexible application in both offensive and defensive operations. Recently, drones controlled via fiber-optic cable have been actively used, posing a significant threat to the units of the Defense Forces of Ukraine.

Unlike standard radio-controlled FPV drones, fiber-optic drones offer enhanced protection against electronic warfare (EW) systems, since the signal is transmitted via a physical cable. These drones do not emit radio waves, making them nearly 'invisible' to most radio intelligence and EW systems. Their main tasks include precise strikes on equipment, bunkers, firing positions, and the destruction of communication and surveillance systems.

Due to the limited effectiveness of EW against such systems, physical neutralization methods are becoming increasingly important. These include optical detection, sniper engagement, net barriers, and automated close-range interception systems. At the same time, the use of electromagnetic impulse (EMI) weapons is emerging as a promising direction. EMI has the capability to disable drone electronics, even when they are controlled via cable. In close combat or during an assault, EMI systems can temporarily or permanently disable the drone’s components without harming personnel or infrastructure.

EMI can be effective even against fiber-optic-controlled drones, provided that the power level and targeting are properly calibrated. However, the integration of such systems into tactical-level units remains challenging due to their energy requirements and the need to shield friendly equipment from the impulse. Nevertheless, experimental tests of portable directional EMI systems are already underway in advanced Ukrainian units.

Considering the rapid development of fiber-optic FPV drones, it is essential to systematically implement combined detection and neutralization methods. The most promising approach involves integrating visual surveillance, automated early warning systems, physical barriers, and localized EMI systems at the squad or platoon level. Simultaneously, training programs for personnel should be updated to ensure timely identification and response to such drone threats.

In conclusion, fiber-optic FPV drones represent a new chapter in modern warfare. Effective countermeasures require not only technological solutions but also a shift in tactical thinking and the adaptation of personnel training to emerging threats on the battlefield.

Seredyuk B., Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor
NAA

CURRENT DEVELOPMENTS OF AUTONOMOUS LONG-RANGE, HIGH-CAPACITY DRONES

An unmanned aerial vehicle (UAV) is considered as a fuel powered, aerial vehicle without a human operator, it can fly autonomously or be piloted remotely, can also be made expendable or recoverable,being able to carry a lethal payload for military purposes. Missiles with warheads are generally not regarded as UAVs because the vehicle itself carries a munition load, whereas some types of propeller-based missile are called "kamikaze drones" by the public and media. Drones have become a pivotal element in the ongoing russia-Ukraine war, fundamentally transforming modern warfare through their extensive use in reconnaissance, offensive operations, and logistical support. Drones have emerged as a cornerstone of Ukraine's military strategy, contributing to over 70% of enemy casualties. This significant impact of drone efficiency has drawn international attention, that has prompted Denmark sending troops to Ukraine to study advanced drone warfare tactics firsthand. Ukrainian innovation in drone technology has led to the development of specialized unmanned aerial vehicles (UAVs): Wild Hornets: This non-profit organization

produces advanced FPV (First-Person View) drones, including the "Queen Hornet" bomber and "Sting" anti-air drone. These drones have been instrumental in various operations, such as the defense of Chasiv Yar and the recapture of strategic positions like Vovchansk. Dragon Drones: Also known as "Dracarys", these incendiary drones deploy molten thermite to destroy enemy fortifications and equipment. Their psychological impact is notable, instilling fear among opposing forces due to their destructive capabilities.

Applications of long-range, high-capacity drones are as follows: Logistics & Delivery, Disaster Relief, Military Reconnasance, Infrastructure Inspection. Here's a list of long-range, high-capacity drones – these are typically used for industrial, commercial, or military purposes: 1) MQ-9 Reaper, (USA), Type: Medium-altitude, long-endurance (MALE) UAV Endurance: Up to 27 hours Payload: 3,800 lbs (1,700 kg), Price: Approximately $16.9 million per unit; 2) RQ-4 Global Hawk (USA), Type: High-altitude, long-endurance (HALE), surveillance UAV Endurance: Over 30 hours Altitude: Up to 60,000 ft (18,300 m), Price: Approximately $131 million per unit; 3) Bayraktar TB2, (Turkey), Type: MALE UAV, Endurance: 27 hours, Payload: 150 kg, Price: Approximately $5 million per unit. Cheaper options include: 1) Sypaq Corvo PPDS ("Cardboard Drone"), Type: Logistics and modified attack, UAV Cost: ~$670–$3,350 USD, Payload: Up to 3 kg, Range: Up to 120 km, Features: Flat-pack foamboard design, GPS and dead reckoning navigation, low radar signature, reusable or expendable; 2) Terminal Autonomy AQ-400 Scythe Type: Loitering munition (kamikaze drone), Cost: $15,000 (basic) to $30,000 (with guidance system), Range: Up to 750 km Guidance: Laser altimeter, visual navigation, optional video link, Use: Designed to overwhelm air defenses with swarm tactics; 3) Backfire Drone (Ukraine), Type: Fixed-wing reusable attack, UAV Cost: ~$20,000 USD, Payload: over 12 lbs (mortars, grenades, mines), Use: Long-range strikes on enemy assets; adaptable and cost-effective; 4) AeroVironment RQ-11 Raven, Type: Reconnaissance and surveillance UAV, Cost: ~$35,000 USD, Range: Up to 10 km, Endurance: Up to 90 minutes, Features: Hand-launched, equipped with electro-optical and infrared cameras, widely used by military forces.

The above presented information can help to select a military drone depending on the goals, operational environment, and budget. It also provides an analysis on such key specs such as: endurance (flight time), operational range, payload capacity (sensors, weapons), autonomy level (manual, semi-autonomous, AI-driven), launch & recovery requirements as well as communication & encryption security.

Volochiy B., Dr. in Techn. Sci., Professor
Lviv Polytechnic National University,
Onyshchenko V., PhD in Techn. Sci.
Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

ENSURING THE SPECIFIED EFFICIENCY OF THE RADIO-ELECTRONIC COMPLEX FOR DETECTING LOW-FLYING UNMANNED AERIAL VEHICLES WITHOUT INVOLVING SYSTEMS WITH EXCESSIVE VALUES OF THEIR FUNCTIONALITY INDICATORS

The paper considers an electronic complex for detecting low-flying unmanned aerial vehicles (UAVs), which includes two acoustic systems, a repeater, an optoelectronic and an information-control system. The AC-1 and AC-2 acoustic systems, which include acoustic sensors with radio transmitters, are installed at the boundaries of the far and near controlled areas. The optoelectronic system with day and night UAV detection equipment operates in the middle and near control zones. It is placed together with the information and control system on a multi-purpose robotic platform.

When forming a UAV detection electronic complex, an uncoordinated (arbitrary) choice of values of the indicators of the functionality of the component systems leads to inefficient use of individual systems included in its composition. For a given value of the performance indicator of the electronic complex "detection of low-flying UAVs", it is necessary to determine the necessary coordinated values of the functionality indicators for its components.

What does the term "uncoordinated values of functionality indicators for components of the electronic complex" mean? For example, the AC-1 acoustic system, whose sensors are installed at the edge of the far controlled area, has a value of the functionality indicator (probability of UAV detection) of 0.99. Now we need to get answers to the following questions:

Question 1: what values should the performance indicators of other systems that make up the electronic system have in order for the performance indicator to have the specified (required) value?

We are talking about the following procedures and systems of the radio electronic complex: the procedure for converting the received acoustic signal into a UAV message; radio channel "acoustic sensor - repeater"; radio channel "repeater - information and control system"; the procedure for transmitting a command to turn on the optoelectronic system from the information and control system; detection of the UAV by the optoelectronic system in the middle or near controlled area after receiving the command to switch on from the information and control system.

Question 2: after which value of the indicators of functionality of the systems that make up the electronic complex, their further increase does not increase (does not affect) the value of the effectiveness of the electronic complex.

The answers to these questions can be obtained after the sample of the electronic complex is put into operation and the data on UAV detection is recorded. However, the answers to these questions can be obtained with significantly lower financial costs and in a much shorter time.

To obtain answers to these questions, it is necessary to increase the degree of adequacy of the known stochastic model of the operational functional behavior of the UAV detection electronic complex. To do this, in the known model, it is necessary to replace the summarized basic events with basic events and introduce appropriate indicators of the functionality of the systems that make up the electronic complex. That is, the simplification that the duration of the procedure can be considered equal to zero, and the probability of successful completion of the procedure is equal to 1, should be removed. And then conduct (perform) research on the updated model. And then create methods to answer the questions.

The results of such research will be presented in the report.

Volochiy B., Dr. in Techn. Sci., Professor
Lviv Polytechnic National University
Onyshchenko M., Military Academy of Odesa
Onyshchenko V., PhD in Techn. Sci.
Neurov I., PhD in Econom. Sci.
Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

AN ALTERNATIVE APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVE RANGE OF COMBAT UNMANNED GROUND SYSTEMS

The approach to developing a methodology for assessing the effective firing range of combat unmanned ground systems (CUGS) involves ensuring the effectiveness of target destruction at a given value of the "probability of completing the task" indicator. If this indicator is less than the set value, the distance to the target is expected to change. And as the combat (firing) module approaches and actually hits the target, the value of the firing efficiency of each CUGS is determined. The firing efficiency indicator depends on the following components: the number of hits on the target from one turn (experiment), the average consumption of ammunition and the average time to complete a combat mission.

Therefore, at the current stage of its development, the CUGS requires a certain amount of design improvements in terms of firing accuracy (perfection of sighting devices, mechanisms for transferring the angle of rotation of the barrel channel to the aiming line when transferring fire to a new target, elasticity of the CUGS structure, there is a need to determine the compliance of combat modules with a multipurpose robotic platform (MPP). The main factor that significantly affects the accuracy of firing is the conditions of use of the CUGS. For example, the stability of the CUGS during firing. It will depend on the strength of the structure of the CUGS, its resistance to tilting during movement (intrinsic stability) and when firing during combat use. This is the ratio of the moment of forces relative to the overturning edge of the CUGS. The moment of force is created by the gravity of the parts of the CUGS, taking into account all additional forces (inertial, wind) and forces from the maximum permissible inclination of the surface formed by the relief of the selected firing position relative to the same rollover edge. The rotation of the combat module during

firing in several directions (targets) relative to the direction of the axis of the platform hull from an inclined firing position will also significantly affect the accuracy of firing.

In view of the above, it is advisable to engage targets with short bursts of fire using single shots. This increases the time to complete a combat mission, reduces the intensity of fire, and increases the likelihood of hitting the target after each aiming.

The proposed alternative approach is based on taking into account the combat characteristics of small arms because the tactical and technical characteristics of the weapons installed on the CUGS have already been previously determined during multiple tests/use in combat. As a result, the values of the indicators of effective firing range were determined. Thus, the combat characteristics of small arms mounted on the CUGS have already been precisely determined for all the main components of their effectiveness. Then, the task of the manufacturer of the MPP is to preserve the characteristics of the selected small arms model, which is installed in the combat module of the CUGS, as much as possible. It is inappropriate to install a heavy machine gun (large-caliber) with a strong recoil, which results in strong oscillations of the platform on a MPP with small weight and dimensions. Because of this, the second automatic shot misses the target.

The solution to this problem is possible by conducting a study to assess the effective range of the CUGS and developing a methodology for synthesizing the structure of the CUGS. The results obtained will reduce the number of field tests and ensure the selection of a sample from existing small arms that is suitable for installation on the CUGS (has the highest efficiency). Conversely, a multi-purpose robotic platform is being developed that is more capable of providing the already repeatedly tested values of the effective range of the selected weapon.

Another way to increase the effectiveness of defeating an enemy target (firing accuracy) is to improve the design of the MPP. This is achieved by installing a stability device (outrigger) on the MPP with the function of leveling the platform on the horizon (working on the principle of leveling the body of the CUGS on the horizon, using the example of a vasser) relative to the ground surface. At the same time, the wheel axles of the platform are also unloaded. The outriggers are lowered all the way into the ground, to a width greater than the platform itself and ensuring a stable position of the CUGS during the recoil of the weapon during firing. To increase the functionality of the MPP, rotary or fixed bulldozer blades can be installed on it as an outrigger.

Such a modification of the platform design will provide the weapon with the ability to assume a strictly horizontal position and at the same time ensure its correct position for firing.

After the target is hit or fired upon, the outriggers are raised to their initial (transport) position. The combat CUGS moves to a new firing position or returns to its original position for maintenance (ammunition replenishment or reloading).

The important thing in the alternative approach to assessing the effective range of the CUGS is that the effective range of the target destruction means installed on the platform should be 20% less than the range of target detection by the optoelectronic system of the CUGS.

Volochiy B., Dr. in Techn. Sci., Professor
Lviv Polytechnic National University
Onyshchenko M., Military Academy of Odesa
Onyshchenko V., PhD in Techn. Sci.
Neurov I., PhD in Econom. Sci.
Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS OF THE GROUND FORCES OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

The main goal for the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine is to outpace the enemy in the effectiveness of the use of available forces and means of unmanned aerial systems (UAS). At the same time, it is important to ensure their development in conditions of limited access to external resources, which requires the implementation of strategies aimed at ensuring autonomy and independence of their functioning. The main areas of implementation of such strategies include:

creation of high-precision inertial navigation systems capable of providing accurate positioning without dependence on external signals, such as GPS, which will increase the resistance of UAS to enemy electronic warfare;

the introduction of artificial intelligence algorithms for data processing on board unmanned aerial vehicles (UAVs) will enable independent decision-making in real time, reducing dependence on ground (external) control points;

creation and use of innovative materials (composite materials - acryl) in the design of UAVs, which will reduce the weight of the vehicles, increase their strength and reduce their visibility to radar, and thus contribute to the efficiency of mission performance;

the use of innovative solutions (approaches), such as the use of UAV swarms through the introduction of artificial intelligence technologies, will help to increase the combat capabilities of UAVs and their adaptation to rapid changes in the conditions of combat operations;

development of energy-efficient power systems through the creation of advanced energy sources, such as solar panels or fuel cells, the use of hybrid and electric power plants, which will increase the flight time of UAVs and reduce dependence on ground infrastructure for recharging or refueling;

improving the design solutions for UAVs based on the modular principle will simplify maintenance and repair, and allow for quick adaptation of the complexes to perform tasks in difficult conditions without involving external resources;

development of network technologies through the creation of decentralized communication networks between UAVs will ensure data exchange without the need for a centralized infrastructure, which will increase the system's resilience in the absence of external sources of support;

unification and standardization through the development of common standards for UAV components and systems will simplify production, maintenance and repair processes, which is especially important in conditions of limited resources;

development of the domestic production base through investment and own production facilities and research centers (institutes) will reduce dependence on imported components and technologies, and ensure the smooth operation of the UAV;

training of qualified personnel, constant refinement of curricula for training specialists in the field of unmanned technologies will ensure effective operation and maintenance of UAVs without the involvement of external experts.

The application of these strategies will contribute to the development of independent and effective UAVs, ensuring their ability to perform certain tasks in the absence of external sources of support for the fulfillment of tasks (functioning).

СЕКЦІЯ 3
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Агафонов Ю.М., канд. техн. наук, доц.
Борисенко М.В., канд. техн. наук, ст. досл.
Снісаренко А.Г., канд. техн. наук, с.н.с.
ХНУПС

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТРИМУВАННЯ КРАЇНИ-АГРЕСОРА В СУЧАСНИХ УМОВАХ АСИМЕТРІЇ РЕСУРСІВ ТА ВІЙСЬКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Концепція стримування повинна базуватися на комбінації військової, економічної та дипломатичної стратегії. Основну роль в цій тріаді відіграє військова складова і її найбільш вагома за своїм внеском в завдання стримування складова – ракетне озброєння. Саме його розвиток має бути спрямованим на досягнення необхідного стратегічного балансу – бо навіть за економічної чи демографічної переваги агресора загроза знищення його значущих військових та ціннісних об'єктів, центрів прийняття рішень та еліт буде вагомим стримуючим фактором.

Що стосується саме теорії розвитку концепції стримування, то слід зазначити, що використання військових загроз, як засобів стримування міжнародних криз, було центральною темою досліджень міжнародної безпеки протягом принаймні 200 останніх років. Саме поняття стримування можна визначити, як використання загроз однією стороною, щоб переконати іншу сторону утриматися від агресивних дій через витрати та збитки які вона зазнала. У міжнародній безпеці політика стримування посилюється ще й загрозами військової «помсти», що спрямовані лідерами однієї держави до лідерів іншої, намагаючись не допустити, щоб інша держава вдалась до використання військової сили.

Політика стримування, за думкою західних фахівців, включає в себе дві великі категорії:

- запобігання збройному нападу на власну територію держави (відоме, як пряме стримування);
- запобігання збройному нападу проти іншої держави (держав, відоме, як розширене стримування).

Стосовно України і сил стримування, це вказує на необхідність побудови національних сил стримування самостійно або побудови їх, як загально Європейських сил стримування з відповідними особливостями.

У доповіді розглянуто основні вимоги щодо ракетного озброєння, як до одного з основних засобів стримування.

Досвід ведення бойових дій з відбиття широкомасштабного нападу рф на Україну довів, що серед нескінченої множини об'єктів, які в тій чи іншій мірі задіяні у цій війні з боку агресора, слід розглянути щонайменше 5 груп найважливіших цілей, ураження яких може суттєво знизити його потенціал для ведення бойових дій. Загроза ураження таких цілей виконує функцію стримування та забезпечує покрокове застосування зброї з метою запобігання ефекту ескалації бойових дій. Здійснено підрахунок оціночної кількості потенційних об'єктів ураження противника, які призначені для вирішення задач зі стримування, проведено їх розподіл за дальністю розташування та визначена мінімальна кількість крилатих ракет "Томагавк" та модифікацій для ураження зазначених цілей.

Зроблено висновок про те, що найбільш доцільним у короткотривалій перспективі на 3-5 років в справі створення ракетної компоненти сил стримування є розробка комплексу на базі крилатої ракети наземного (повітряного) будування типу "Томагавк" та її модифікацій.

Балковий А.В.
НДЦ РВіА

МОЖЛИВОСТІ ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Потенціал вітчизняного ОПК за деякими позиціями не може повністю задовольнити потреби ЗС України, зокрема, через відсутність конструкторських розробок та серійного виробництва (військова бойова авіація, зенітно-ракетні комплекси ППО, ракетні комплекси Сухопутних військ, тощо). Крім того, в умовах війни виникла необхідність в ремонті великої номенклатури зразків озброєння іноземного виробництва, при відсутності документації та технологічної підготовки виробництва. Отже, повномасштабне російське вторгнення в Україну призвело до зниження функціональної спроможності ОПК України щодо забезпечення збройних сил ОВТ, а також експорту, що стало практичною проблемою.

Найбільш суттєвого прориву у створенні нових зразків озброєння було досягнуто в галузі безпілотних систем (авіаційних та наземних комплексів). Деякі державні та приватні підприємства досягли певних успіхів у розробленні літальних апаратів, які за своїми ознаками можуть бути класифіковані як крилаті ракети.

Щодо розроблення ракетних комплексів оперативно-тактичного та тактичного призначення і зокрема ракет до них, то на сьогодні с такими розробками займаються два державних підприємства: Державне підприємство “Державне Київське конструкторське бюро “ЛУЧ” (ДП “ДККБ “ЛУЧ”) та Державне підприємство “Конструкторське бюро “Південне” імені М.К. Янгеля” (ДП “КБ “Південне”).

Спільними ознаками у роботі зазначених підприємств-головних розробників є залучення низки підприємств-підрядників та значна частка закуплених іноземних складових і матеріалів. Так, наприклад, уся елементна база, на основі якої розробляються системи управління ракетами та елементи супутникових навігаційних систем, закупляються за кордоном. Матеріали, з яких виготовляються складні одиниці, зокрема ракет, теж майже стовідсотково імпортуються. Деякі специфічні деталі, такі як, наприклад, бортові джерела живлення ракет, взагалі виробляються тільки декількома країнами світу, до переліку яких Україна не входить. Тому, враховуючи можливості та стан вітчизняної економіки, вирішення питання щодо зменшення імпортозалежності найближчим часом є малоймовірним.

На підставі аналізу залучення підприємств вітчизняного ОПК до розроблення ракетного озброєння можна зробити наступні висновки:

– Жодне підприємство не має замкненого циклу виробництва основних складових ракетного комплексу оперативно-тактичного (тактичного) призначення;

– усі підприємства мають значну частку імпортозалежності щодо матеріалів, елементної напівпровідникової бази та деяких специфічних складальних одиниць;

– найбільш масштабні роботи щодо розроблення не лише окремих складових ракетного комплексу, а й комплексу в цілому здійснюється тільки одним підприємством;

– лише одне підприємство в Україні здатне виконувати роботи щодо оснащення двигунів ракет зарядами твердого ракетного палива, та бойових частин зарядами вибухової речовини;

– сьогодні в Україні розроблення (виготовлення) спеціальних шасі власного виробництва для зразків ОВТ ОТРК (ТРК) не здійснюється. Постачальниками таких шасі залишаються зарубіжні компанії.

Бондаренко О.В., канд. техн. наук, доц.
Коптєв М.М.
Мандзюк Р.В.
Хорольський М.С., канд. техн. наук, доц.
ДНУ імені О. Гончара

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ СЕРЕДНЬОГО КАЛІБРУ

У Збройних Силах України використовуються реактивні снаряди (РС) середнього калібру 122 мм, 220 мм та 227 мм. У їх розвитку, особливо калібрів 122 мм та 220 мм, можливо виділити кілька

напрямів: 1 – вдосконалення конструкцій та номенклатури РС до реактивних систем залпового вогню (РСЗВ); 2 – створення ресурсної бази для РС та забезпечення їх прийнятних економічних характеристик; 3 – вдосконалення головних частин (ГЧ) РС, оптимізація їх номенклатури в рамках одного калібру; 4 – вдосконалення ракетних частин (РЧ) та оптимізація їх номенклатури в рамках одного калібру.

Перший напрям полягає у наступному: розробка конструкцій РС одного калібру в різних виконаннях (різні габаритні розміри, різні співвідношення довжини ГЧ і РЧ); забезпечення однакової чи зіставної дальності польоту РС з різними типами бойових частин (БЧ); створення в рамках одного калібру РС з різними рівнями керованості, забезпечення і підвищення технологічності конструкцій, в тому числі з точки зору ремонту, модернізації і утилізації.

Перша складова другого напряму (створення ресурсної бази) полягає в наступному: розробка і освоєння виробництва нових конструкційних і функціональних матеріалів, компонентів сумішевих ракетних палив (СРП) та вибухових речовин (ВР), а також самих СРП та ВР, герметиків, лакофарбових матеріалів, заготовок, напівфабрикатів для виготовлення деталей РС, елементної бази та систем управління і самонаведення. Забезпечення прийнятних економічних характеристик РС повинно трансформуватися у завдання щодо забезпечення прийнятних витрат на вирішення тактичних задач. Це досягається оптимізацією номенклатури застосованих РС різних калібрів з різними типами БЧ, а також використанням РС з різним рівнем керованості. Для зменшення собівартості РС потрібний комплексний підхід до створення ресурсної бази, тобто прагнення одним інженерним рішенням вирішувати кілька технічних проблем як у виробництві озброєння і військової техніки, так і в цивільній промисловості. Це стосується як самих матеріалів, напівфабрикатів і заготовок, так і виробничих потужностей для їх виготовлення.

Третій напрям полягає у створенні і освоєнні виробництва максимально ефективних та/або максимально технологічних конструкцій БЧ в рамках доступної ресурсної бази. В умовах дуже швидкої зміни характеру бойових дій може виникнути задача щодо швидкого перекомпонування РС із заміною бойових частин на ті, які будуть найбільш ефективними в умовах бойових дій. Окремо слід виділити напрям зі створення відокремлюваних БЧ, в тому числі плануючих.

Четвертий напрям полягає у створенні номенклатури корпусів РДТП з різних матеріалів, різними розмірами та масою в рамках одного калібру, теплозахисних покриттів (ТЗП), соплових блоків, способів спорядження РДТП СРП, способів формоутворення зарядів СРП.

Наведені чотири напрями розвитку РС середнього калібру охоплюють всі їх складові.

Бондаренко С.В., канд. техн. наук, доц.
Пинчук М.В.
НАСВ

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ПРИКЛАДНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СИЛ І МОМЕНТІВ У МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РУХУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ

Ідентифікація аеродинамічних коефіцієнтів артилерійських снарядів є критично важливим етапом для побудови адекватної математичної моделі польоту, що виходить за межі класичної теоретичної механіки. Існують дві основні групи методів ідентифікації: експериментальні (балістичні стрільби, аеродинамічні труби, оптичні методи, радіолокаційне спостереження) та числові (CFD-моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення).

Методи натурних випробувань дозволяють безпосередньо фіксувати траєкторні параметри снаряда та розв’язувати обернену задачу зовнішньої балістики. Серед переваг – точність у реальних умовах; серед недоліків – високі витрати, потреба в обладнанні, вплив другорядних факторів. Кожен із цих методів має окремі недоліки та переваги, так аеродинамічні методи (аеродинамічні труби) забезпечують детальне дослідження елементів снаряда, однак не дозволяють адекватно відтворити його вільний політ та складну динаміку, мають обмеження щодо масштабу моделі та точності через турбулентність і шум. Оптичні методи (іскрова фотометрія) забезпечують реєстрацію вільного

польоту, є актуальними для дослідження прецесійно-нутаційного руху але є обмеженими у використанні через високу вартість, технічну складність і складність обробки даних. Балістичний метод максимально наближений до реального процесу артилерійської стрільби, але малопридатний через низьку інформативність, необхідність у спеціальних полігонах і потреби у великій витраті боєприпасів. Радіолокаційні методи стають переважаючими завдяки високій точності, можливості повного охоплення траєкторії та можливості використання в польових умовах без складної підготовки.

Числові методи поділяються на методи, засновані на розв'язанні рівнянь Навьє-Стокса, це методи обчислювальної гідродинаміки CFD (MC Drag, ANSYS Fluent), забезпечують деталізоване моделювання аеродинаміки, але потребують підтвердження адекватності результатів через експериментальні дані. Їх ефективність залежить від точності вхідних даних і апріорної інформації. Інші числові методи, це спеціалізовані програмні продукти (Prodas, Balco) дозволяють швидко моделювати аеродинамічні характеристики на основі баз знань. Вони зручні для попереднього проєктування, визначення архітектури проєкту, однак результат залежить від відмінності конфігурації об'єкта та закладених у базу даних еталонних форм.

Ідентифікація через обернені задачі базується на аналізі дискретних траєкторних вимірів. Основними труднощами є нестійкість, неоднозначність, висока обчислювальна складність, потреба в апріорній інформації. Обернені задачі часто є математично некоректними (відсутність єдиного або стійкого розв'язку), що ускладнює інтерпретацію результатів. Верифікація результатів базується на зіставленні змодельованої траєкторії з натурною. Але навіть збіг не гарантує фізичну достовірність отриманих коефіцієнтів. Ефективною є інтеграція числових і експериментальних підходів, яка знижує вплив похибок і підвищує фізичну коректність результатів. Доцільним є також перетворення обернених задач у прямі – спрощені та стабільні для чисельного вирішення. Загалом, оптимальним є комбінований підхід, що об'єднує можливості теоретичних, числових та експериментальних методів у рамках системної ідентифікації аеродинамічних коефіцієнтів.

Бутенко О.І.
КРВіА КСВ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ ЯК ОСНОВНОЇ СКЛАДОВОЇ БОЙОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Тенденції сучасних умов ведення бойових дій підтверджують високу актуальність своєчасного та надійного ураження підрозділами ракетних військ і артилерії Збройних Сил України динамічних високопріоритетних цілей. Забезпечення ефективного ураження даних цілей вимагає гарантування від підрозділів артилерійської розвідки наявності відповідних штатних засобів виявлення, забезпечення ураження (підсвічування) та підтвердження результатів ураження.

Відповідно до HPT-9 "Hight Prority Target" динамічними високопріоритетними цілями вважають: наземні станції управління БпЛА; радіолокаційні станції контрбатарейної боротьби; системи (комплекси) протиповітряної оборони; системи (комплекси) радіоелектронної боротьби. Динамічною вважати ціль, яка приймається до ураження в момент виявлення.

До перспективних спеціалізованих засобів виявлення та забезпечення ураження динамічних високопріоритетних цілей віднесено наступне: наземні станції РТР; БпЛА з модулем РТР; БпЛА з модулем SAR; БпЛА з LTD.

Наземні станції РТР (радіотехнічної розвідки) забезпечують своєчасне виявлення в діапазоні від 500 до 20 000 МГц радіолокаційні станції КББ, ППО та станції радіоелектронної боротьби.

БпЛА з модулем РТР забезпечує спроможність виявляти об'єкти випромінювання з повітря та одразу ж одним і тим же засобом їх дорозвідувати та забезпечувати вогневе ураження (підтверджувати ураження).

БпЛА з модулем SAR (радаром з синтезованою апертурою) надасть спроможність розвідувати (дорозвідувати) об'єкти в умовах обмеженої видимості, що забезпечить всепогодність ведення

повітряної розвідки та забезпечення ефекту раптовості при вогневому ураженні високопріоритетних цілей.

БпЛА з LTD (laser target designator – лазерна підсвітка цілі) надасть спроможність підсвітки з повітря високоточних боєприпасів з лазерним наведенням, що за досвідом російсько-української війни задекларувало високу ефективність ураження динамічних високопріоритетних цілей.

Потреба подальшого розвитку і масштабування зазначених засобів артилерійської розвідки обумовлена своєчасним виявленням та ефективним ураження динамічних високопріоритетних цілей.

Варава В.В.
НДЦ РВіА

АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЩОДО ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРОТИВНИКА

Аналіз досвіду ведення бойових дій Сил оборони України у війні з російською федерацією свідчить про те, що сучасне бойове середовище характеризується високою динамічністю дій, різкою зміною обстановки, інтенсивним вогневим впливом протиборчих сторін, веденням бойових дій на широкому фронті, використанням високоточної зброї.

Наявність високотехнологічних засобів розвідки, сучасних засобів дальнього вогневого ураження (авіація, ракетні комплекси, реактивні системи залпового вогню, артилерійські системи) дозволяє противнику здійснювати цілеспрямований пошук, відстеження та ураження як окремих вогневих засобів, так і підрозділів ракетних військ і артилерії (далі – РВіА) Збройних Сил України. Крім цього, противник активно застосовує ударні безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) для знищення засобів вогневого ураження, особливо ракетних та артилерійських систем, під час їх знаходження на вогневих позиціях, у районах вичікування (зосередження), під час здійснення переміщення тощо.

Зазначений факт вимагає вжиття негайних заходів, пов’язаних з організацією протидії ударним БпЛА противника. Ці заходи повинні мати системний характер та охоплювати якомога більший спектр протидії.

Основними з них є:

радіоелектронне заглушування каналів радіозв’язку та радіонавігації за допомогою комплексів (станцій) радіоелектронної боротьби;

надсилання хибних сигналів (спуфінг) до системи керування;

виведення БпЛА з ладу шляхом застосування лазерного чи мікрохвильового випромінювання.

Більш простими, але не менш дієвими способами, які мають застосовуватися безпосередньо ракетними та артилерійськими підрозділами, є:

знищення БпЛА засобами протиповітряної оборони та стрілецькою зброєю;

встановлення захисних екранів (решіток, сіток) на зразки озброєння;

інженерне обладнання вогневих позицій, районів вичікування (зосередження).

З метою урахування досвіду та узагальнення заходів, що проводяться у частинах та підрозділах РВіА щодо підвищення їх живучості, вкрай важливим питанням є розроблення рекомендацій командирам ракетних та артилерійських підрозділів щодо організації протидії ударним БпЛА противника.

Рекомендації, на нашу думку, повинні розкривати загальні підходи щодо протидії ударним БпЛА, притаманні усім підрозділам РВіА. У той же час, для кожного типу озброєння (ракетні комплекси, гармати тощо) є тільки притаманні йому особливості застосування, тому і рекомендації повинні враховувати ці відмінності.

Крім розроблення рекомендацій щодо протидії ударним БпЛА, доцільним є проведення досліджень з метою внесення змін та доповнень до доктринальних документів з питань бойового застосування підрозділів РВіА, в частині підвищення живучості їх підрозділів.

Виговський М.В.
НДЦ РВіА

АНАЛІЗ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАЧІ ВИСОКОТОЧНИХ РАКЕТ

Аналіз поточного стану та етапів перебігу бойових дій, які здійснюються у ході відсічі повномасштабної збройної агресії російської федерації (рф) проти нашої держави, вказує на те, що противник проводить комплекс військових та політичних заходів, спрямованих на зниження рівня обороноздатності Збройних Сил України (ЗС України). Як відомо, основою бойової могутності переважної більшості країн світу є саме ракетне озброєння. Станом на момент вторгнення збройних сил рф ракетні підрозділи Сухопутних військ ЗС України були озброєні наступними системами та комплексами:

реактивна система залпового вогню 9К58 “Смерч”, дальність пуску – до 70 км;

реактивна система залпового вогню “Вільха”, дальність пуску – до 70 км;

ракетний комплекс (РК) 9К79 “Точка”, дальність пуску – до 70 км;

ракетний комплекс 9К79-1 “Точка-У”, дальність пуску – до 120 км.

Вищезазначені зразки озброєння мали певні запаси ракет та реактивних снарядів (РС). Проте, активне їх застосування ракетними підрозділами з метою зупинки та знищення наступаючих військ рф, а також нанесення противником ракетних ударів по арсеналах, базах і складах зберігання ракетної зброї спричинило передчасне вичерпання даних засобів ураження.

Вирішенням цієї проблеми стало ухвалення країнами-партнерами рішення про постачання ракетного озброєння для ЗС України. У чергових пакетах міжнародної військової допомоги надійшли сучасні РК M142 “HIMARS”, M270 “MLRS” та його європейські модифікації “MARS II” і “LRU”. Разом з ними було надано високоточні ракети сімейства GMLRS, а згодом – й оперативно-тактичні аеробалістичні ракети сімейства ATACMS, що забезпечило можливість ураження важливих об’єктів противника, розташованих у глибині його бойових порядків (до 280 км від лінії бойового зіткнення сторін).

У відкритих джерелах поширюється інформація про успішне бойове застосування модернізованих протикорабельних крилатих ракет РК-360МЦ “Нептун”. Зазначається, що основними особливостями модернізації є збільшена дальність польоту та можливість здійснення пуску ракет по наземних цілях противника.

На сьогодні, внаслідок зміни державного керівництва Сполучених Штатів Америки (США), спостерігається тенденція зниження кількості постачання високоточних ракет, які стали основою ракетного озброєння ЗС України та необхідні для стримування наступу збройних сил рф. Можливими шляхами вирішення посталої проблеми є:

налагодження військово-політичних відносин із США та, як наслідок, відновлення постачання ракетного озброєння, відповідно до раніше затверджених планів;

вдосконалення технологічних процесів та збільшення масштабів виробництва ракет і РС оборонно-промисловим комплексом України;

закупівля сучасного ракетного озброєння в передових у даному відношенні країн світу;

розроблення вітчизняних зразків ракетного озброєння (нові ракетні комплекси, а також ракети та РС до наявних на озброєнні);

розширення співпраці з іншими державами світу у сфері військового партнерства (поставка нових типів ракетних комплексів та ракет до них, закупівля обладнання, ліцензійне виробництво, обмін технологіями тощо).

Вінник В.В.
Москалик С.В.
ЖВІ

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ З ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ, НАДАНОГО КРАЇНАМИ-ПАРТНЕРАМИ

Досвід ведення бойових дій в ході повномасштабного вторгнення рф проти України показав декілька проблем, які суттєво впливають на виконання вогневих завдань підрозділами та частинами РВІА – велика різноманітність артилерійських систем, реактивних систем залпового вогню вітчизняного виробництва та тими, що надані країнами-партнерами; недостатні штатні вогневі можливості батальйонів, бригад; слабка протидія засобам РЕБ противника далекобійним високоточним боєприпасам; слабкий захист артилерійських систем (особливо батальйонної, бригадної ланок) від ударів БпЛА; недостатня кількість артилерії, боєприпасів, засобів артилерійської розвідки та контрбатарейної боротьби.

Вивчення та аналіз різних джерел, які здійснювались для узагальнення досвіду про основні проблеми застосування іноземних артилерійських систем озброєння та їх використання в бойових умовах, показало, що авторами досліджень приділяється недостатня увага комплексному вивченню всіх проблем, адже окремо розглянуті проблеми не висвітлюють загального стану справ і не в повній мірі сприяють подальшому розвитку артилерійських систем та підрозділів, які їх використовують.

Аналіз виконання бойових завдань артилерійських підрозділів в сучасних умовах обстановки, а також перспективних напрямів удосконалення засобів ураження противника вимагає постійного вивчення, втілення в життя та проведення змін в організаційно-штатних структурах, зразках озброєння, боєприпасів, бойової техніки артилерійських частин та підрозділів, формах і способах бойового застосування та способах захисту сил та засобів артилерії.

У доповіді викладені погляди військових фахівців на особливості комплексної підготовки і застосування артилерійських підрозділів і артилерійських систем збройних сил в сучасних умовах. Для підвищення ефективність дій сил та засобів РВІА, переведення їх на стандарти НАТО, запропоновані напрями та зміни в розбудові, основними з яких є:

- перехід артилерійських систем бригадної та корпусної ланок на єдиний калібр 155 мм, маючи один причіпний та самохідні комплекси (по одному на колісній та гусеничній базі);
- введення в штати батальйонів (крім мінометних підрозділів) самохідних артилерійських систем калібру до 120 мм, в штати корпусів частин РСЗВ калібру 220 мм і ракетних частин оперативно-тактичного рівня;
- включення в штати артилерійських частин та підрозділів сил і засобів РЕБ;
- включення до складу артилерійських підрозділів від батареї і вище штатних розвідувальних та ударних (баражуючих) підрозділів БпЛА;
- постійне удосконалення способів захисту і боротьби з БпЛА та баражуючими боєприпасами противника;
- створення єдиного структурного підрозділу штабу від бригади і вище, який буде здійснювати ефективний і комплексний розподіл засобів ураження по цілях, для всіх засобів ураження, в тому числі і для БпЛА, по всій глибині побудови оборони противника.

Вода Ю.Л.
НДЦ РВіА

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ ОБСТРІЛУ ЦІЛЕЙ АРТИЛЕРІЄЮ

Досвід російсько-Української війни свідчить про те, що вона суттєво впливає на зміни у підходах до ведення бойових дій. Традиційні способи застосування практично всіх видів озброєння зазнають суттєвих змін. Ця загальна тенденція торкнулась і артилерії. Поряд з іншим зазнав змін і порядок

розміщення вогневих засобів на вогневій позиції. Крім всього іншого, це призводить до перегляду традиційних способів обстрілу цілі.

Наявність високотехнологічних засобів розвідки, сучасних засобів дальнього вогневого ураження (авіація, ракетні комплекси, реактивні системи залпового вогню, артилерійські системи, ударні БпЛА) дозволяє противнику здійснювати цілеспрямований пошук, відстеження та ураження як підрозділів артилерії ЗС України, так і окремих вогневих засобів під час їх знаходження на вогневих позиціях (далі – ВП), в районах вичікування (зосередження), під час здійснення переміщення тощо.

Все це змушує вести активний пошук шляхів забезпечення живучості артилерійських підрозділ, що в свою чергу призводить до змін у формах і способах їх застосування.

Так, наприклад, під час ведення бойових дій артилерійські дивізіони у повному складі, практично, не застосовуються. Залежно від умов обстановки, вогневі завдання виконуються, як правило, окремими гарматами або артилерійськими взводами (2-3 гармати). Таким чином, набула розвитку тактика застосування окремих вогневих підрозділів (артилерійський взвод, гармата), що в свою чергу призвело до змін у побудові бойових порядків артилерійських підрозділів та способів їх застосування, які викладені в бойових статутах.

При стрільбі по спостережуваних цілях, внаслідок можливості введення коректур, серединні помилки, що характеризують точність способу визначення установок, можуть бути співмірні з характеристиками розсіювання снарядів. Тому штучне розсіювання може бути доцільним тільки у разі стрільби на ураження групових цілей, розміри яких перевищують повний еліпс розсіювання снарядів при стрільбі на одній установці прицілу та віялі зосередженому.

Визначимо можливі умови, за яких при стрільбі по групових спостережуваних цілях глибиною більше 100 м, на відміну від рекомендацій керівних документів, найвигідніший спосіб обстрілу може бути досягнутий при стрільбі без штучного розсіювання.

Аналіз отриманих розрахунків показує:

1. При виконанні вогневого завдання одним вогневим нальотом з витратою боєприпасів, що забезпечує досягнення ефекту “подавити” ціль, і якщо при цьому установки для стрільби визначаються способом пристрілювання цілі або проводиться коректування стрільби на ураження, обстріл цілі глибиною до 200 м доцільно вести на одній установці прицілу.

2. При ураженні цілей глибиною до 250 м з обмеженою витратою боєприпасів одна установка прицілу може призначатися за будь-якого способу визначення установок. У цих умовах при фронті цілі до 100 м доцільне віяло зосереджене, а при розосередженому розташуванні гармат батареї, за точку прицілювання приймати центр цілі.

3. При залученні до виконання вогневого завдання батареї, гармати в якої мають значний знос каналу ствола, одна установка прицілу може призначатися при обстрілі цілей глибиною до 250 м.

Гаврилюк А.О.
ЦНДІ ОВТ

ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ 155-мм ГАУБИЦЬ У ВІЙСЬКАХ

Починаючи з повномасштабного вторгнення рф у 2022 році, Сили Оборони України отримала від країн-партнерів в якості міжнародної допомоги більше десятка номенклатур 155-мм гаубиць, як самохідних так і причіпних. Значна частка артилерійських систем також надходить до військ від вітчизняного ОПК – “Богдана”, “Богдана-БГ”.

Технічною перевагою наданих зразків є покращені бойові та експлуатаційні характеристики: ергономічність мобільність, велика номенклатура потужних боєприпасів, в тому числі і високоточних, наявність автоматизованих систем управління, що включають в себе засоби контролю за початковою швидкістю снарядів, навігаційну апаратуру та засоби зв’язку. САУ мають кращий броньований захист від стрілецького озброєння, осколків та FPV дронів. З логістичних міркувань Україна отримала доступ до ринку однотипних артилерійських озброєнь більшості розвинених країн світу.

Особливості конструкції зазначених озброєнь:

автоматизовані системи управління, контролю та діагностики стану, як правило, не мають можливості дублювання функцій вручну, що в свою чергу знижує надійність зразків та вимагає певної спеціалізації обслуги;

незахищені від зовнішніх впливів гідропневматичні системи виходять з ладу не тільки внаслідок бойових пошкоджень, але й при пересуванні по пересіченій місцевості та зайнятті (зміні) вогневих позицій;

легкі конструкційні сплави знижують стійкість гаубиць до бойових уражень, ускладнює їх ремонт.

Організаційні проблеми експлуатації озброєнь:

постачання неякісних та непередбачених виробником (відсутніх у балістичному обчислювачі) пострілів знижує ефективність стрільби, призводить до передчасних поломок та, відповідно, простою;

недостатня номенклатура та кількість ЗІП, витратних матеріалів призводять до збільшення часу перебування у непрацездатному стані;

неможливість проведення якісного ТО та ремонту в умовах ведення бойових дій, слабка навченість особового складу.

Типові поломки гаубиць з досвіду експлуатації такі: затворно-клинова група – 73% (з них системи обтюрації − 43%, ударно-спускова – 1%, клину – 18%, запалювання заряду – 1%. Інші дефекти пов’язані з відкотниками, гідравлікою, досилачами снарядів, дульними гальмами, системами вивішування гаубиць та управління АЧ тощо. Менше одного відсотка поломок пов’язані з бойовими пошкодженнями. Близько 17% ремонтів виконано в заводських умовах.

Вирішення зазначених проблемних питань експлуатації 155-мм гаубиць у військах можливе завдяки:

покращенню підготовки гаубичної обслуги шляхом залучення її до кінцевих операцій збірки нових та ремонту пошкоджених виробів на заводах-виробниках або ремонтних підприємствах ОПК України;

суворому дотриманню встановлених виробником процедур експлуатації;

створенню ефективної системи логістичного забезпечення для вчасного постачання матеріалів, запасних частин та інструментів для обслуговування та ремонту озброєння.

Важливим фактором зменшення часових та транспортних витрат є залучення виїзних заводських ремонтних бригад для ремонту безпосередньо в бойових порядках або в пунктах збору пошкоджених виробів поблизу лінії фронту.

Гмиря В.П.
Нікітченко А.О.
ДНДІ ВС ОВТ

НОВИЙ ЕТАП У ВИРОБНИЦТВІ ЗБРОЇ: ВІД ДОПОМОГИ ДО САМОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Повномасштабне вторгнення рф в Україну у 2022 році дало потужний імпульс переосмисленню стратегій озброєння. Якщо на початковому етапі війни переважна частина постачання зброї базувалася на західній допомозі - зокрема зі складів США, Великої Британії, Німеччини, то нині Україна входить у новий етап − розвиток власного виробництва сучасної зброї та боєприпасів**.**

Історично Україна мала потужний оборонно-промисловий комплекс (ОПК). Проте, з 1990-х років ця галузь занепала. Сьогодні ж:

- створюються спільні виробництва з іноземними партнерами (Rheinmetall, BAE Systems);
- активно розвиваються приватні українські компанії (Baykar Ukraine, «Артем», «ФЕД», «Практика», «Аеророзвідка»);
- запускається масове виробництво дронів, боєприпасів, артилерійських систем і БпЛА.

Сучасне виробництво зброї в Україні вже не обмежується ремонтом техніки чи копіюванням зразків. Йдеться про високотехнологічні процеси, зокрема: 3D-друк запчастин; впровадження

штучного інтелекту у дрони-камікадзе; створення кіберзахисту для військових систем зв'язку; розробку мобільних систем ППО та артилерії.

Українські інженери не лише адаптують надану техніку, але й переосмислюють її з урахуванням досвіду бойових дій - і це дає перевагу на полі бою.

Ключовим фактором стає локалізація виробництва: американські, німецькі, британські партнери готові інвестувати в заводи на території України; з'являються кластерні виробництва дронів - як у Києві, так і в західних областях України; формується мережа мобільних цехів з ремонту техніки поруч із лінією фронту.

російсько-Українська війна стала не лише фронтом боротьби за свободу, а й майданчиком реального бойового випробування сучасної військової техніки**.**

Підприємства, чия продукція використовується в Україні, отримали: конкурентні переваги завдяки перевіреній ефективності; визнання на міжнародному рівні; нові ринки збуту.

Україна стала "живою вітриною" для таких систем, як: HIMARS (США), CAESAR (Франція), IRIS-T, NASAMS, Patriot (ППО), Bayraktar TB2 (Туреччина), Marder, Leopard, Challenger 2 (бронетехніка), новітні українські розробки − «Скіф», «Стугна», дрони-камікадзе.

З іншого боку, війна стала антирекламою для низки зразків техніки, які не виправдали очікувань, особливо деяких російських систем озброєння, не ефективних в сучасному бою.

Результати моніторингу інноваційних технологій як відображають загальні глобальні тренди, так і мають прикладне значення для формування оборонної стратегії України, що дозволяє:

- визначити пріоритетні технологічні напрями для кожного виду ЗСУ;
- адаптувати світові досягнення до українського контексту;
- сформувати ефективну систему впровадження інновацій у структуру ЗСУ.

Таким чином, науково обґрунтований моніторинг стає основою модернізації ЗСУ і критичним інструментом для зміцнення національної безпеки України в умовах війни.

Україна стає не лише споживачем, а й виробником нової безпеки. Перехід від отримання зброї до її виготовлення - це стратегічний крок, що формує нову архітектуру національної оборони. А нові українські заводи - це не просто виробничі об'єкти, а основи майбутньої перемоги і сталого миру**.**

Гребеник О.М., канд. техн. наук, с.н.с.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

ЩОДО МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛЬНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ

До спеціальних колісних шасі (СКШ) відносяться повнопривідні шасі, які створюються за тактико-технічним завданням замовника для монтування та транспортування спеціальних установок та обладнання. СКШ є одним з найбільших класів колісної військової автомобільної техніки, що використовується у якості баз під зразки озброєння та військової техніки. Особливо велике значення та широке застосування у Збройних Силах (ЗС) отримали наступні СКШ: МАЗ-543, -543М, -7911, -7912; БАЗ-5937, -5939, -5921, -5922; -6944, -6950, -6953, -135МБ; ЗИЛ-135ЛМ, -135ЛМП; їх моделі та модифікації. На їх базі змонтовано значну кількість комплексів озброєння в т.ч. РВіА: реактивні системи залпового вогню, зенітні ракетні комплекси, тактичні ракетні комплекси, оперативно-тактичні ракетні комплекси, берегові ракетні комплекси, берегові артилерійські комплекси, комплекси безпілотної повітряної розвідки, тощо.

Результати проведеного аналізу стану парку СКШ ЗС України свідчать про відсутність на озброєнні зразків СКШ: модульної побудови, уніфікованих, з підвищеною захищеністю та невиявленістю, з використанням в їх конструкції елементів з сучасними (нетрадиційними) технічними рішеннями. Аналіз основних тактико-технічних характеристик (ТТХ) СКШ визначив, що зразки мають низькі показники рухомості, напрацювання до капітальних ремонтів (ресурсу) та високі показники витрати палива та масла.

За результатами аналізу нормативно-технічної документації щодо СКШ визначено, що існує ряд недоліків: відсутні вимоги щодо створення уніфікованих сімейств, модульності конструкції,

нетрадиційних конструкцій трансмісій, конструкцій основних вузлів та агрегатів; існують обмеження стосовно кількості осей.

Проведений аналіз стану науково-методичного апарату дослідження перспективних СКШ показав, що положення існуючої теорії орієнтовані на використання традиційних для машинобудування технічних рішень та неможливість врахування значної кількості внутрішніх та зовнішніх факторів пов'язаних з умовами використання СКШ у сучасних воєнних конфліктах.

За результатами проведених аналізів:

сформульовано протиріччя на практиці між неможливістю забезпечення необхідного рівня ефективності СКШ шляхом удосконалення ТТХ існуючих зразків, з одного боку, та гострою необхідністю її підвищення, з іншого, а також протиріччя в теорії між недосконалістю існуючої теорії синтезу СКШ, з одного боку, і необхідністю отримання теоретичних знань для визначення вимог до перспективних зразків СКШ, що підвищить ефективність їх функціонування, з іншого;

поставлено науково-прикладну проблему, яка полягає в необхідності вирішення протиріччя між сучасними вимогами до рівня ефективності функціонування СКШ та досягнутим рівнем розвитку теоретичних основ їх дослідження;

визначено мету дослідження з розвитку методологічних основ і науково-методичного апарату структурно-параметричного синтезу перспективних СКШ;

сформульовано предмет і об'єкт дослідження, окреслено сферу дослідження та поставлено задачі дослідження.

Результати цих та подальших наукових досліджень будуть вкрай необхідними для конструкторських бюро підприємств-розробників військової автомобільної техніки.

Гребеник О.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Папян Б.П.
Заплішна А.І.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛЬНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

Досвід застосування реактивних систем залпового вогню (РСЗВ), які перебувають на озброєнні Збройних Сил України, під час проведення антитерористичної операції на сході України, операції Об'єднаних Сил та в умовах повномасштабної війни з російською федерацією свідчить про їх значну технічну недосконаліть, застарілість та невідповідність вимогам ведення сучасних бойових дій. Основними з них є: недостатня тактична мобільність, низька захищеність і автономність бойової роботи, тощо. Це виникає внаслідок застосування у складі РСЗВ фізично та морально застарілих спеціальних колісних шасі (СКШ), таких як: МАЗ-543, -543М, -7911, -7912; БАЗ-135МБ; ЗИЛ-135ЛМ, -135ЛМП; Урал-375, -4320; їх моделей та модифікації. Існує проблема критичного технічного стану цих шасі. Це пояснюється: терміном їх розроблення і виробництва – 25-50 років; виробничою та ремонтною базою за межами України; недостатнім фінансуванням для проведення планових видів ремонту, відсутністю можливостей проведення ремонтів, ремонтної документації та запасних частин. РСЗВ, які були закуплені та отримані у якості матеріально-технічної допомоги, мають вищі тактико-технічні характеристики, однак їх різноманітність, приводить до труднощів, пов'язаних з проведенням обслуговування і ремонту їх шасі та необхідності наявності великої номенклатури запасних частин.

Провівши дослідження вищезазначених факторів, можна окреслити ряд виникаючих з цього проблем та можливі шляхи їх вирішення:

1. Ряд бойових зразків технічно застарілі і не досконалі, закінчився термін технічної придатності боєприпасів до них. Необхідно визначити перелік СКШ бойових зразків, використання яких передбачатиметься на середньострокову та довгострокову перспективу, враховуючи комплекс факторів (наявність боєприпасів, технічну придатність і досконаліть та доцільність подальшої модернізації, тощо).

2. Необхідність проведення ремонту за технічним станом СКШ. Обов'язково розробити ремонтну документацію, яка відсутня на підприємствах на теперішній час, ввести її в дію встановленим порядком та провести ремонт СКШ за технічним станом.

3. Необхідність проведення модернізації СКШ. Здійснити модернізацію СКШ під час проведення ремонту за технічним станом шляхом заміни застарілих комплектуючих, вузлів, агрегатів та систем, виробництво яких неможливо налагодити в Україні в стислі терміни.

4. Розроблення СКШ для перспективних зразків озброєння та військової техніки. Для розроблення перспективних СКШ необхідно провести обґрунтування та визначення перспективного їх типажу з метою зменшення кількості їх типів та марок, з урахуванням максимальної уніфікації та можливостей підприємств оборонно-промислового комплексу України щодо їх виробництва. При створенні перспективних зразків СКШ врахувати новітні технології щодо: створення сучасних зразків військової автомобільної техніки; модульності конструкції зразків; підвищення захищеності екіпажів та зразків із забезпеченням рухомості та виконання бойових завдань за призначенням в умовах безпосереднього зіткнення з противником; забезпечення необхідної оперативної та тактичної рухомості; скритності та непомітності від засобів наведення та ураження.

Гусєв Ю.М., канд. екон. наук, доц.
МЗС України
Чепков І.Б., д-р техн. наук, проф.
Лапицький С.В., д-р техн. наук, проф.
ЦНДІ ОВТ ЗС України

СКЛАДОВІ МАЙБУТНЬОЇ ЕКОСИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ УКРАЇНИ

У секторі національної оборони та безпеки багатьох розвинених країн вже досить тривалий час спостерігається тенденція до формування екосистем оборонної промисловості, але особливої інтенсивності вона набула у зв'язку з розгортанням повномасштабної війни в Європі.

Ключовими аспектами, що характерні для структур, які задіяні в процесі та відповідальні за розробку та постачання зброї ЗСУ, є технологічний прогрес, національна безпека, етична основа, співпраця та партнерство, адаптивність і гнучкість, рентабельність й ефективність, стійкість та екологічна відповідальність. Дотримуючись цих принципів, організаційна система озброєння України може забезпечити доступ Збройних сил до найсучаснішої та найефективнішої зброї, дотримуючись при цьому етичних стандартів, сприяючи національній безпеці та розвиваючи відносини співпраці з різними зацікавленими сторонами.

Наведемо деякі компоненти, які можна визначити в такій системі в реаліях України: Уряд або Міністерство оборони забезпечує загальний стратегічний напрямок і політичне керівництво для системи оборони. Загалом Уряд/Міністерство оборони створює цінність, забезпечуючи стратегічне керівництво, розподіл ресурсів, нагляд та координацію в системі оборони. Організація оборонних досліджень і розробок (DRDO) відповідає за дослідження, проєктування та розробку зброї та оборонних технологій, проводить наукові дослідження, створює прототипи нових систем і співпрацює з промисловістю та академічними колами для вдосконалення можливостей зброї. DRDO створює цінність шляхом розробки передових технологій, які забезпечують стратегічну перевагу збройним силам і підвищують їхні оперативні можливості. Міністерство оборони повинно мати науково-дослідний інститут зброї поряд з DRDO, їхні ролі та взаємодія в системі можуть відрізнятися залежно від оборонної структури країни. Науково-дослідний інститут зброї, який діє при уряді/міністерстві оборони, може зосередитися на конкретних сферах розробки зброї, доповнюючи ширші дослідницькі зусилля DRDO. Оборонна промисловість складається з державних і приватних компаній, які займаються розробкою, виробництвом і постачанням зброї та оборонного обладнання. Створює цінність шляхом виробництва зброї, стимулювання технологічного прогресу, сприяння економічному зростанню та підтримки оперативної готовності Збройних сил. Агентства закупівель керують процесом придбання зброї та оборонного обладнання. Вони відіграють вирішальну роль у системі оборони, відповідають за розробку та постачання зброї збройним силам. Планування та

стратегія придбання: ці агентства відповідають за формування планів і стратегій придбання у координації з Урядом і Міністерством оборони, проводять дослідження ринку та розробляють стратегії придбання, які відповідають загальним цілям оборони. Збройні сили забезпечують вимоги та оперативні дані для розробки, тестування та оцінки зброї, тісно співпрацюють з оборонною промисловістю та закупівельними агентствами, щоб забезпечити відповідність зброї конкретним потребам.

Цінності, створені для ЗСУ в системі, включають - оперативну готовність, успішність місії, оперативну ефективність та забезпечення національної безпеки. Стандарти та регулюючі органи (тестування та оцінка) розробляють і впроваджують стандарти, правила та протоколи безпеки, пов'язані з розробкою, виробництвом і використанням зброї.

Демченко Є.Я., канд. техн. наук, ст. досл.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СТВОЛЬНОЇ АРТИЛЕРІЇ

Незважаючи на інтенсивний розвиток безпілотних ударних літальних апаратів тактичного рівня (далі – БпЛА) ствольна артилерія (далі – СА) залишається суттєвим засобом вогневого впливу на противника і має певні перспективи подальшого розвитку.

Порівняно із більшістю БпЛА тактичного рівня, що зараз використовуються на лінії зіткнення, СА має наступні переваги:

1. Більша вага, а відповідно і могутність вибухового заряду (у середньому – у 5 разів).
2. Більша відстань ураження цілей (до 70 км активно-реактивним снарядом для СА та до 25 км для деяких видів тактичних БпЛА).
3. Значно вища інтенсивність ведення вогню (ураження цілей). СА може вести вогонь зі швидкістю до 4 пострілів/хв. Оператор БпЛА супроводжує дрон до цілі, приблизно до 20 хвилин.
4. Мінімальний вплив погодних умов (туману, вітру, опадів тощо) на можливість та точність ведення вогню (ураження цілей). БпЛА взагалі не можуть використовуватися при певних погодних умовах.
5. Нечутливість до електромагнітного впливу (у порівнянні з БпЛА, що управляються за допомогою радіоелектронного зв’язку).
6. Мінімальний вплив рельєфу місцевості, забудови та рослинності на можливість застосування (у порівнянні з БпЛА, що управляються через оптоволоконний кабель).

Таким чином, на цей час дрони не можуть замінити артилерію. Кожен з цих видів озброєння виконує різні завдання вогневого ураження і у певній мірі доповнює один одного.

Відповідно СА, як і БпЛА, потребує подальшого розвитку і удосконалення з урахуванням досвіду, отриманого під час російсько-Української війни.

Серед основних напрямів розвитку СА на середньострокову та довгострокову перспективу можна виділити такі:

підвищення мобільності, у першу чергу завдяки відмові від буксируваних видів артилерійських установок та автоматизації процесів підготовки та ведення вогню (переведення у бойове та похідне положення, заряджання, наведення на ціль тощо);

збільшення дальності та точності ураження цілей шляхом використання реактивних снарядів та супутникового наведення, удосконалення балістичних та конструктивних характеристик снарядів, хімічних властивостей метальних зарядів, збільшення зносостійкості стволів тощо.

підвищення потужності вибухової речовини шляхом удосконалення властивостей бризантних вибухових речовин;

роботизація СА (у довгостроковій перспективі) шляхом створення та переходу на безекіпажні самохідні артилерійські системи;

підвищення надійності артилерійських систем шляхом удосконалення конструкції виробів та покращення властивостей матеріалів, з яких виготовляються вузли та складові частини.

Дерев'янчук А.Й., канд. техн. наук, проф.
Москаленко Д.Р.
Супрун В.О.
Сум.ДУ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ

Зусилля фахівців в галузі проєктування і подальшого застосування артилерійського озброєння і військової техніки (ОВТ) з метою їх удосконалення поки що спрямовані за двома паралельними векторами:

спроби пристосувати накопичений досвід і методики до нових завдань, продиктованих війною, не виходячи за межі традиційної методології;

комп'ютеризації найбільш важливих проєктних процедур.

Як такого досвіду проєктування і розроблення артилерійських систем Україна не має, не має і навчальних закладів щодо підготовки фахівців – інженерів і конструкторів, удосконалення їх фахової орієнтації. Недостатнє володіння персоналом англійською мовою викликає затримку володіння і зразками, що надаються західними партнерами.

Із наведеного вище випливає пріоритетне завдання щодо створення комплексної системи як вивчення, так і розроблення зразків артилерії, яка б забезпечувала підготовку фахівців з теоретичних знань і практичних навичок.

Мета і актуальність доповіді полягає у висвітленні основних напрямків застосування інформаційних технологій, що у підсумку створить комплексну систему якісної підготовки військових фахівців.

У доповіді використано три блоки: застосування 3D-моделювання для ознайомлення і вивчення зразків озброєння ЗСУ і НАТО, як бази для створення перспективних зразків озброєння; розроблення та застосування 3D-технологій і доповненої реальності для створення та ремонту озброєння (в тому числі зразків НАТО); розроблення та застосування віртуальних тренажерів перспективних зразків озброєння.

Дослідження проводилося із застосуванням таких методів: аналізу, систематизації, вдосконалення, обґрунтування, оцінки 3D-моделювання. На основі результатів досліджень розроблена спрощена низка відеороликів, що відображають сутність поставленої проблеми.

Доповідь супроводжується показом слайдів, відеороликів, що надає можливість зрозуміти структуру (принцип) роботи і взаємодію окремих механізмів озброєння, можливість виявлення і аналізу несправностей. Зокрема, розроблений нами сферичний віртуальний простір дає первинне ознайомлення з будовою і зовнішнім виглядом ОВТ на прикладі 155-мм гаубиці НАТО М777, який дає змогу вивчати зразок з різних ракурсів на 360 градусів. Одночасно на прикладі використання відеороликів показано застосування 3D-технологій і доповненої реальності для створення та ремонту озброєння (в тому числі зразків НАТО). Таке трактування справедливе з точки зору необхідності розроблення технічних описів і інструкцій з експлуатації зразків, що будуть прийматися на озброєння.

Таким чином, існує нагальна потреба у подальших дослідженнях питань щодо впровадження запропонованого підходу до використання інформаційних технологій для одночасного створення як перспективних зразків озброєння, так і їх віртуальних тренажерів.

Діденко Є.Ю.
НДЦ РВіА

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИК СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ТА ЇХ СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Як відомо, в останні роки виникла нагальна потреба у розробці та виготовленні нових видів артилерійських систем і боєприпасів. Це потребує в подальшому проведення випробувань нових зразків та обов'язкового складання таблиць стрільби для нових зразків озброєння чи підтвердження

(уточнення) таблиць стрільби для зразків озброєння, виготовлених за існуючою документацією.

Існуючі методики складання (уточнення) таблиць стрільби були розроблені 50-70 років тому і складалися виключно на основі використання таблиць зовнішньої балістики. Методики проведення табличних стрільб з метою подальшого складання (уточнення) таблиць стрільби засновані на використанні обладнання та засобів того часу.

У теперішній час існує достатньо засобів для удосконалення існуючих методик з метою підвищення точності вимірювань під час проведення табличних стрільб. Більш того, сучасні засоби комп'ютерного моделювання дають змогу зменшити кількість боєприпасів, які необхідно витратити для забезпечення виконання вимог з достовірності експерименту.

Але головною проблемою в цьому питанні є відсутність затвердженого порядку та методик проведення таких стрільб, оформлених у вигляді стандартів або інших керівних (нормативних) документів у зв'язку з чим існує досить велика кількість різноманітних підходів та інтерпретацій порядку проведення табличних стрільб та подальшої обробки отриманих результатів. Має місце можливість спрощення етапів проведення табличних стрільб і недотримання повною мірою вимог, що, для забезпечення точності складання (уточнення) таблиць стрільби, є неприпустимим.

Аналіз порядку проведення табличних стрільб та існуючих методів обробки їхніх результатів, прийняття рішення й оформлення єдиної методики з подальшим її затвердженням, як керівного документа для складання (уточнення) таблиць стрільби, при виконанні його вимог унеможливлять будь-які спрощення та відхилення в цьому питанні.

Дідіченко О.А.
НАСВ

ДОСВІД БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ СТАНЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ «РУПОР»

Досвід бойового застосування підрозділів ракетних військ і артилерії під час відбиття збройної агресії російської федерації свідчить, що ефективність вогневого ураження радіолокаційних станцій (далі РЛС) зі складу систем протиповітряної оборони противника, контрбатарейної боротьби, є одним з вагомих факторів успішності дій Сил Оборони України. Тому актуальним є вчасне їх виявлення та визначення координат з характеристикою «точно».

Набутий підрозділами артилерійської розвідки досвід свідчить, що одним із дієвих способів виявлення РЛС противника є застосування сучасних засобів радіотехнічної розвідки (далі - РТР) вітчизняного виробництва з подальшою дорозвідкою засобами повітряної розвідки. Так з весни 2023 року на піддослідній експлуатації в одному із підрозділів артилерійської розвідки знаходиться станція радіотехнічної розвідки тактичної ланки «Рупор» АЛНА.465920.003, успішний досвід бойового застосування якої дозволив уразити значну кількість РЛС ППО та контрбатарейної боротьби противника на дальностях більших за ті, що заявлені підприємством-виробником (до 40 км). Виріб «Рупор» забезпечує ведення пошуку наземних джерел сигналів від оглядових аеродромних РЛС, РЛС контрбатарейної боротьби, РЛС зенітно-ракетних комплексів та інших систем на полі бою, аналіз параметрів сигналів, автоматичну ідентифікацію відомих РЛС, передавання даних радіотехнічної обстановки на пункти управління, попередження про можливе застосування противником протирадіолокаційних ракет за результатами аналізу радіотехнічної обстановки.

За результатами піддослідної експлуатації на основі аналізу радіотехнічної обстановки розроблено методику планування безпечних маршрутів польоту безпілотних літальних апаратів та їх коригування під час виконання завдань, що дає змогу суттєво підвищити живучість бортів та ефективність їх застосування. Станція «Рупор» здатна ефективно виявляти та ідентифікувати бортові РЛС авіації противника для оперативного призупинення роботи РЛС підрозділів СОУ.

Крім того, виявлення станцією факту вимкнення противником засобів по придушенню супутникових навігаційних сигналів дозволяє зробити висновок про його ймовірний намір застосувати керовані авіаційні бомби (ракети) або ударні безпілотні авіаційні комплекси.

В цілому підрозділ артилерійської розвідки, оснащений чотирма станціями «Рупор», може забезпечувати ситуаційну обізнаність щодо наявності РЛС противника в смузі близько 40–60 км по фронту та близько 50 км у глибину.

До переваг станції «Рупор» у порівнянні з іншими станціями РТР, що експлуатуються підрозділами СОУ, можна віднести: достатньо широкий діапазон виявлення, наявність у програмному забезпеченні великої бази даних сигналів відомих РЛС противника, можливість гнучкого налаштування діапазонів сканування, автоматичне сканування та виявлення, автономність за рахунок використання різних джерел живлення, надійність конструкції та невеликі габарити. Разом з тим, під час піддослідної експлуатації, виявлено ряд недоліків, що підлягають усуненню підприємством-виробником, а саме: частий вихід з ладу поворотного механізму внаслідок потрапляння вологи та дрібного пилу, низька якість пеленгації сигналів нижче 2 ГГц, відсутність калібратора, тюнера або тестера для порівняння якості роботи приймального тракту антени-аналізатор з номінальними значеннями, велика роль оператора і необхідність наявності у нього певного досвіду для якісної пеленгації.

Довбенко С.В.
Зімін В.В.
Давиденко Т.С.
АТ «УкрОборонПром»

155-мм КЕРОВАНИЙ АРТИЛЕРІЙСЬКИЙ СНАРЯД З ЛАЗЕРНИМ НАПІВАКТИВНИМ НАВЕДЕННЯМ (КАС), ШИФР «БАРВІНОК-К»

На теперішній час проводяться полігонні випробування дослідних зразків 155-мм керованого артилерійського снаряда з лазерним напівактивним наведенням (КАС), шифр «Барвінок-К», у рамках виконання спільного рішення, що затверджене Міністром оборони України 23.02.2023 та за державним оборонним замовленням.

КАС призначений для ураження малорозмірних цілей, руйнування польових фортифікаційних і інших споруд та ураження живої сили і вогневих засобів супротивника при стрільбі із закритих вогневих позицій з 155-мм артилерійських систем, що відповідають стандарту JBMOU (довжина ствола 52 калібри, об’єм зарядної камори 23 літри) при підсвічуванні цілі лазерним випромінюванням.

КАС складається з відсіку керування (до його складу входять блок носовий, блок автопілотний, напівактивна головка самонаведення) та відсіку снарядного (до його складу входять бойова частина, блок стабілізаторів з розгонним твердопаливним пороховим двигуном), що під час експлуатації розміщуються та возяться до здійснення пострілу в футлярах, та транспортної тари для транспортування та тривалого зберігання на складах.

Також перед підготовкою КАС до пострілу, до нього через роз’єм на корпусі блоку автопілотного підключається пристрій установочний (управління) та вводяться параметри, що в подальшому впливають на алгоритм роботи КАС під час польоту (частота підсвіту цілі, режим роботи апаратури керування, режим роботи підривача).

Після пострілу КАС здійснює політ по балістичній траєкторії. В момент пострілу включається бортова апаратура снаряда та після виходу з каналу ствола розкриваються лопаті блоку стабілізації і спрацьовує твердопаливний розгінний пороховий двигун. На низхідній частині траєкторії в заданий момент часу відбувається відстріл носового блоку і снаряд переходить в режим інерційного наведення. При підльоті КАС на задану відстань до цілі вмикається лазерний цілевказівник-далекомір (ЛЦД) наземного або повітряного базування (БПЛА, повітряне судно) в режимі підсвічування цілі. За допомогою напівактивної головки самонаведення здійснюється «захват» сигналу, відбитого від цілі, і починається наведення снаряда на ціль. Синхронізація увімкнення ЛЦД в режим підсвічування цілі здійснюється через лінію зв’язку і засоби синхронізації пострілу. Система наведення забезпечує попадання снаряда у верхню (найменш захищену) частину цілі.

Основні технічні характеристики:
калібр – 155 мм;
дальність стрільби – до 20 км;
маса снаряда – до 50,5 кг;
маса вибухової речовини – не менше 8 кг;
довжина – 1225 мм;
тип бойової частини – уламково-фугасна;
тип метальних зарядів – M231 zone 2 або M232 zone 4.

Жук І.С.
НДЦ РВіА

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДСВІЧУВАННЯ ЦІЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У сучасних умовах ведення бойових дій підсвічування цілей для високоточного ураження є критично важливою складовою ефективного застосування ракетних і артилерійських підрозділів. Забезпечення точного наведення на ціль, особливо в умовах високої мобільності противника та використання ним засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), значною мірою залежить від технічних засобів виявлення та ураження. Одним із найперспективніших напрямів у цій сфері є застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) для підсвічування цілей лазерним або інфрачервоним випромінюванням, що дозволяє здійснювати наведення керованих боєприпасів із високою точністю.

Завдяки своїй мобільності, низькій вразливості до вогневого ураження та здатності діяти в тилу противника, БпЛА спроможні значно розширити тактичні можливості артилерії під час виконання завдань з ураження пріоритетних цілей. Їх використання у якості систем підсвічування забезпечує ефективну роботу із боєприпасами з лазерним наведенням, які мають найвищу ймовірність ураження.

Технічні характеристики сучасних БпЛА дають змогу здійснювати підсвічування цілей у різних спектральних діапазонах, зокрема в інфрачервоному та лазерному. Більшість сучасних платформ можуть бути оснащені стабілізованими оптико-електронними модулями з інтегрованими лазерними системами підсвічування цілей, що дозволяє здійснювати точне наведення у режимі реального часу.

Використання БпЛА для підсвічування також дає змогу реалізовувати концепцію “удару по запиту”, коли виявлення, ідентифікація, підсвічування та вогневе ураження здійснюються в межах єдиного вогневого завдання з мінімальними часовими витратами. Це особливо актуально при боротьбі з мобільними вогневими засобами противника, такими як реактивні системи залпового вогню або самохідними гаубицями, що швидко змінюють свої вогневі позиції після пострілу.

Серед технічних викликів у цій сфері можна відокремити необхідність захищеного зв’язку, стійкого до РЕБ, достатню автономність БпЛА, а також узгодженість алгоритмів підсвічування з системами наведення боєприпасів. Відповіддю на ці виклики є створення високотехнологічних платформ із підвищеною стійкістю до перешкод та автономними бортовими обчислювальними системами.

Подальші перспективи розвитку цього напряму передбачають уніфікацію систем підсвічування з широкою номенклатурою керованих боєприпасів, а також адаптацію програмного забезпечення БпЛА до умов динамічного поля бою з використанням елементів штучного інтелекту.

Інтеграція БпЛА, як засобу підсвічування цілей для артилерії під час застосування керованих боєприпасів забезпечить суттєве підвищення її бойової ефективності, зниження часу від виявлення цілі до її ураження, а також сприятиме переходу до принципово нових форм і методів вогневого впливу на противника. З урахуванням динаміки розвитку бойових дій та ускладнення умов ведення наземної розвідки, запропоноване технічне рішення є актуальним та перспективним.

Звигляніч С.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Авілов А.І.
Тішкін В.В.
ХНУПС

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАСЕТНОЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Осколкові та осколково-фугасні боєприпаси утворюють один з найбільших та розвинутіших класів боєприпасів, призначених для ураження практично усіх типів цілей.

Виходячи з цього, розробка методичного апарата, що забезпечує їх раціональне застосування, залишається важливим науково-практичним завданням.

У першу чергу, основною вимогою тут стає доступність початкових даних, при збереженні ними фізичного сенсу і можливості їх отримання в органах бойового управління відповідних рівнів. При рішенні такого роду завдань, як правило, моделювання стає єдино можливим способом досягнення поставлених цілей. За основу методу оцінки бойової ефективності осколково-фугасних боєприпасів пропонується узяти метод імітації. Таке рішення дозволило відійти від використання складних аналітичних залежностей і значною мірою спростити побудову математичної моделі дії вражаючих елементів цих боєприпасів на об'єкти ураження. Використовувані в моделі початкові дані мають зрозумілий фізичний сенс, відбивають даний процес ураження вибраних цілей касетною бойовою частиною і є обчислюваними.

Запропонована імітаційна модель на основі доступних початкових даних дозволяє проводити кількісну оцінку ефективності застосування касетної бойової частини, і тим самим оцінювати рішення, що приймаються при плануванні бойових операцій.

Такий підхід, побудований на методі імітації з використанням ряду емпіричних залежностей, вирівнює можливість визначити основні вимоги до осколково-фугасних боєприпасів для ефективного їх застосування по заданих об'єктах ураження, а також проводити кількісну оцінку ефективності застосування касетної бойової частини і тим самим оцінювати рішення, що приймаються при плануванні бойових операцій.

При варіюванні вказаними параметрами з'являється можливість віднайти найбільш раціональні рішення для застосування касетних бойових частин в конкретних умовах ведення бойових дій.

Така імітаційна модель може бути використана в системі підтримки ухвалення рішень командиром відповідного рівня.

Зубков А.М., д-р техн. наук, с.н.с.
Красник Я.В.
Мартиненко С.А.
Годебський В.П.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ВИСОКОТОЧНИХ РАКЕТНИХ І АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

Загальновідомо, що створення і виробництво високоточних ракетних і артилерійських комплексів є прерогативою розвинутих в науковому і промисловому відношенні країн. При цьому основою розвитку є досвід попередніх науково-прикладних досліджень і розробок. В Україні базовими підприємствами щодо створення високоточних ракетно-артилерійських систем є ККБ “Луч”, ДП “КБ “Південне”, ВО “Прогрес”, а розробниками складових компонентів – НВО “Фотоприлад”, НВО “Арсенал”, НВПХВ “Зірка” та ін.

Основними напрямками удосконалення українських високоточних ракетно-артилерійських систем є:

реалізація режимів лазерного і тепловізійного наведення, а також самонаведення (самоприцілювання) боєприпасу на кінцевій ділянці траєкторії польоту (найбільш відомі зразки “Kopperhed”, “Javelin” – США, “Smart” – Німеччина, “Іскандер”, “Корнет” – росія);

реалізація режимів цілодобового і всепогодного наведення ракети в радіолокаційному каналі (РК “Нептун” – Україна, СПТРК “Хризантема”, РК “Бастіон”, БПРК “Бал” – росія);

підвищення глибини вогневого ураження реактивною артилерією (“Вільха-М” – Україна, “Ураган-1М”, “Торнадо-С” – росія) до 130 км;

підвищення глибини вогневого ураження САУ (“CAESAR” – Франція, “PzH 2000” – Німеччина, “Богдана” – Україна) до 50-67 км;

підвищення максимальної глибини вогневого ураження причіпною артилерією (М777 – Велика Британія) до 36 км;

підвищення максимальної глибини вогневого ураження мінометами до 19,5 км.

Наслідком вищевикладеного доцільно вважати основними науково-технічними шляхами удосконалення вітчизняного високоточного ракетно-артилерійського озброєння:

забезпечення цілодобовості і всепогодності бойового застосування за рахунок використання радіолокаційних методів пошуку, виявлення, розпізнавання наземних цілей і наведення на них ракет і артилерійських боєприпасів;

використання високоточних методів позиціонування ракетних (артилерійських) засобів на основі супутникових (псевдосупутникових) навігаційних систем;

відновлення виробничого потенціалу вітчизняної оптикоелектронної промисловості в частині серійного виробництва основних компонентів пошукових і прицільних пристроїв ракетних (артилерійських) систем;

відновлення і удосконалення вітчизняної полігонної бази для відпрацювання і випробувань високоточного ракетно-артилерійського озброєння без обмеження дальності його бойового застосування.

Однією із ключових проблем опанування в ЗС України іноземних зразків ракетного і артилерійського озброєння, що надаються країнами-партнерами, є наявність повного і достатнього комплекту технічної і експлуатаційної документації для реалізації потенціальних бойових можливостей техніки, а також навчання особового складу частин і навчальних закладів. Крім цього це буде сприяти прискоренню процесу впровадження в оборонну промисловість України, стандартів НАТО.

Іваницький Я.Л., д-р техн. наук, професор
Максименко О.П., канд. техн. наук, с.н.с.,
Гриненко М.В., д-р філос.
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ
Черненко А.Д., канд. військ. наук, ст. досл.
Болкот П.А., д-р філософії
Малюк В.М.
НАСВ

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО РЕСУРСУ РОБОТИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СТВОЛІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМ ПІДХОДОМ

У процесі тривалої експлуатації матеріал артилерійського ствола піддається комплексній дії силового навантаження та підвищеної температури. В результаті опірність матеріалу деформуванню і руйнування знижується. Для об’єктивної оцінки та встановлення безпечного ресурсу артилерійських стволів запропоновано методологію, яка базується на основі енергетичного підходу. Згідно з цим критерієм руйнування стволів відбувається при умові досягнення енергією деформування величини питомої енергії руйнування матеріалу за експлуатаційних умов, яка є об’єктивною оцінкою опірності за певних умов.

Для визначення питомої енергії руйнування матеріалу ствола проводять експериментальні дослідження за розтягу циліндричних зразків у камері при температурі, що відповідає умовам експлуатації.

Необхідно зауважити, що при нагріванні матеріалу та визначенні механічних характеристик напружень та відносних деформацій за стандартним підходом величина критичного значення напружень може змінюватись незначно, величина деформації – зростати, тобто проявляється т. зв. пластифікація.

Використання методу оптико-цифрової кореляції для побудови повних діаграм передбачає контроль величини зусилля розтягу і реєстрацію зміни поперечного перерізу зразка. За результатами експериментальних досліджень визначають величину істинних напружень S_i з врахуванням зміни поперечного перерізу зразка у місці утворення шийки. Паралельно з цим оптико-цифровим корелятором визначають величину істинної еквівалентної деформації для цього перерізу.

З використанням оптико цифрової системи на базі 0,5 мм контролюють зміну величини повздовжнього видовження і поперечного звуження зразка та розраховують істинні деформації. За величиною зусилля розтягу та зміною площі поперечного перерізу зразка, яку встановлюють оптико-цифровою системою, розраховують істинні напруження у матеріалі. В результаті будують діаграму руйнування зразків за різних температур, площа під якою буде виражати питому енергію руйнування матеріалу за заданих умов (температура, середовище). Визначивши величину питомої енергії руйнування, як інваріантну характеристику опірності деформуванню для вихідного матеріалу, а також питому енергію за експлуатаційних умов можна встановити ступінь пошкодження матеріалу після певного періоду експлуатації.

За результатами лабораторних досліджень визначають величину питомої енергії руйнування матеріалу ствола за різних температур. За реальних умов експлуатації проводять контроль стану матеріалу по довжині ствола. Розроблено систему контролю з використанням оптичної системи зміни зовнішнього діаметра ствола по довжині, за результатами яких можна оцінити безпечний ресурс роботи.

За фінансової підтримки Національного фонду досліджень України №13/0105/2212.

Іваницький Я.Л., д-р техн. наук, проф.
Штаюра С.Т., канд. техн. наук, с.н.с.
Оборнєв І.С.
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ
Федоренко В.В.
Ільницький І.Л.
НАСВ

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ ФРАГМЕНТАЦІЇ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Для створення фрагментів заданої величини за динамічного руйнування оболонкових конструкцій розроблена методологія, яка передбачає попереднє пружно-пластичне деформування, при якому в матеріалі оболонки формується сітка внутрішніх дефектів з наступним насиченням газоподібним воднем при підвищеній температурі.

Побудована таким чином діаграма відрізняється від класичних тим, що враховує зміну реального поперечного перерізу зразка та видовження. Зокрема, при попередньому деформуванні і наступним наводненням необхідно враховувати зміну як напружень, так і деформацій. Методика базується на оцінюванні напружено-деформованого та граничного станів в оболонках за енергетичним підходом. Згідно з даним підходом для матеріалу оболонки, зокрема сталі 45, проводять експериментальні дослідження за розтягу циліндричного зразка для побудови повної рівноважної діаграми в координатах «істинні напруження S – істинні деформації e» з використанням оптико-цифрової системи контролю напружено-деформованого стану. За розтягу циліндричного зразка із сталі 45 реєструють величину переміщень на базі 0,5 мм в двох координатах цифровою камерою та

розраховують істинні деформації. За величиною зусилля і зміною площі поперечного перерізу визначають істинні напруженні S_i в матеріалі зразка.

На основі отриманих даних будують повну діаграму деформування, а площа під якою буде визначати величину питомої енергії руйнування, яка є інваріантною характеристикою опірності матеріалу ступеню деформуванню руйнуванню.

Створення в оболонці внутрішніх дефектів реалізують шляхом продавлювання сферичної кульки заданого розміру у внутрішній отвір меншого діаметра.

Для вихідного матеріалу оболонки після продавлювання визначають в питому енергію деформування матеріалу та встановлюють величини питомої енергії руйнування за розтягу. Відношення питомої енергії деформованої оболонки до питомої енергії руйнування матеріалу у вихідному стані визначає ступінь енергетичного пошкодження. Другу партію пошкоджених оболонок наводнюють в камері при температурі 400 ^{o}C і тиску 20 ppm, та визначають питому енергію руйнування наводненої оболонки.

Показано, що питома енергія руйнування попередньо деформованої наводненої оболонки є в 7÷8 разів менша за вихідний матеріал. Зниження питомої енергії попередньо деформованої оболонки відбувається внаслідок зменшення критичної деформації, що вказує на окрихчення матеріалу.

Необхідно вказати, що підтвердженням появи внутрішніх дефектів в матеріалі після попереднього пружно-пластичного деформування є зміна швидкості акустичної хвилі. Наявність внутрішніх дефектів в оболонці знижує швидкість акустичної хвилі на 20÷30%.

За даною технологією є можливість за відповідних режимів попереднього деформування та наводнення знизити енергію руйнування, досягнути однорідність фрагментів за розміром, при збільшенні дальності їх вильоту.

Ільків І.М., канд. техн. наук, доц.
Літневський Ю.С.
Середюк Б.О., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

МОБІЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ОПТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Під час проведення оптичної розвідки, метою якої є виявлення та замір дистанції до оптичних об’єктів, використовуються як мобільні, так і стаціонарні системи. У підрозділах збройних сил росії застосовується низка стаціонарних і пересувних систем та приладів, призначених для виявлення оптичних об’єктивів і вимірювання дальності до об’єктів. До них належать: система «МИФ-350», прилад "Призрак-М" (ТЛС2000), індикатор оптичних об'єктів "Луч-1" та його модифікація "Луч-1М", тактичний прилад "Самурай", оптико-електронний пристрій "СПИН-Л", система «СОВА», квантовий далекомір «ЛПР-1М» та інші. Аналіз сучасних загроз показує, що оптична розвідка противника дедалі частіше базується на застосуванні систем із високою дальністю дії, розширеним спектром виявлення та здатністю працювати у складних погодних умовах. У зв’язку з цим необхідність оперативного виявлення таких систем набуває критичного значення для підрозділів тактичної ланки та об'єктів особливої важливості. В основі функціонування перелічених приладів лежить використання фізичного ефекту лінійної частотної модуляції (ЛЧМ). З теоретичних основ радіотехніки відомо, що сигнал із ЛЧМ є синусоїдальним сигналом, частота якого безперервно змінюється в заданому діапазоні частот протягом певного періоду часу. Сигнал описується відповідним виразом, де миттєва частота визначається диференціюванням аргументу функції за часом. Застосування ЛЧМ-сигналів у системах дозволяє контролювати діапазон частотного збурення, що використовується для ідентифікації джерела випромінювання. На прикладі системи з використанням ЛПР-1 ЛЧМ-функція була задана у С-діапазоні й застосована у процесах моделювання та виявлення. Такий підхід дозволяє підвищити точність виявлення та мінімізувати хибні спрацювання, зокрема у складних завадових умовах. У процесі розробки мобільної системи виявлення приладів оптичної розвідки було створено експериментальну схему алгоритму роботи системи в середовищі Visio. Алгоритм передбачає формування контрольованого випромінювання,

приймання сигналу фоточутливими сенсорами, обробку та ідентифікацію оптичних приладів за характеристиками зворотного сигналу. На початкових етапах дослідження для вибору фоточутливих приймачів було проведено експериментальні випробування близько десяти напівпровідникових сенсорів. За результатами досліджень було обрано фотодіод ФД263-01 із площею фоточутливого елемента 3×3 мм². Фотодіод виготовлений у пластмасовому корпусі зі сферичним вікном та жорсткими лудженими виводами, що забезпечує його легкий монтаж на екіпіруванні військово-службовця завдяки малій масі (2 г). У межах випробувань також проведено аналіз чутливості фотодіодів у різних діапазонах випромінювання та оцінено час реагування пристроїв при дії імпульсного лазерного сигналу. Здійснено тестування сприйнятливості приймачів до сторонніх джерел ІЧ-випромінювання, що дозволило розробити методики зниження впливу фонових завад. Проведено аналіз технічних характеристик зразків систем оптичної розвідки, що перебувають на озброєнні у військових підрозділах країн Східної Європи та росії і використовуються у протистоянні із ЗСУ. Отримані результати стали основою для створення математичних моделей процесів виявлення, розпізнавання та визначення параметрів оптичних систем. На основі цих даних розроблено алгоритми функціонування та принципові електричні схеми мобільної системи виявлення. Моделювання процесів обробки сигналів засвідчило перспективність застосування ЛЧМ-сигналів для зменшення похибок виявлення та підвищення надійності класифікації виявлених об’єктів. Запропоноване рішення забезпечує можливість ефективного виявлення оптичних систем супротивника у мобільному форматі. Мобільна система відзначається компактністю, низьким енергоспоживанням і придатністю для інтеграції в існуючі системи тактичного управління підрозділами. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію конструкції системи, удосконалення алгоритмів обробки сигналів та підвищення надійності виявлення за умов впливу зовнішніх перешкод.

Ісенко В.В.
НДЦ РВіА

ОСНОВНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Війна російської федерації проти України наглядно показує важливу потребу наявності у нашої держави засобів сучасного високоточного ракетного озброєння тактичного, оперативно-тактичного призначення. Для досягнення переваги над противником, шляхом скорочення його бойового потенціалу, Силам оборони держави критично необхідно системно знищувати найбільш важливі об’єкти (цілі) противника на відстані від 50 км до 500 км і далі. На озброєнні ракетних військ ЗС України повинні перебувати такі ракетні комплекси, які повністю відповідають потребі нашого сьогодення та сучасному розвитку науково технічного прогресу і впровадженню найкращих його досягнень.

Аналіз набутого бойового досвіду застосування ракетних підрозділів ЗС України у протистоянні проти рф та тактико-технічних характеристик сучасних зразків ракетного озброєння провідних країн світу вказують на те, що на сьогоднішній день основними вимогами та напрямами розвитку сучасних ракетних комплексів є:

покращення характеристик точності влучання ракет;

забезпечення потрібних характеристик дальності пуску;

підвищення ефективності ураження цілей за рахунок збільшення номенклатури бойового оснащення ракет (РС) та використання різних типів бойових частин;

забезпечення багатофункціональності (мультикаліберності) ракетного комплексу;

підвищення імовірності подолання системи ППО (ПРО) противника;

впровадження (інтеграція) штучного інтелекту (ШІ), у тому числі забезпечення спроможності щодо автономного перерозподілу об’єктів ураження між ракетами, які подолали систему ППО противника та досягли району розташування цілі під час нанесення групового ракетного удару;

забезпечення можливості дистанційного внесення змін і уточнень до польотного завдання ракет під час польоту;

підвищення оперативності, мобільності та захищеності складових ракетних комплексів (РК);

забезпечення автоматизованого управління РК та ракетними підрозділами.

На основі результатів проведеного аналізу можна зробити висновок, що основні зусилля вітчизняного оборонно-промислового комплексу щодо розроблення та виробництва вітчизняних високоточних ракетних комплексів тактичного та оперативно-тактичного призначення, необхідно спрямовувати на покращення їх основних тактико-технічних характеристик, які повинні повністю відповідати перерахованим вище основним вимогам та напрямкам сучасного розвитку ракетного озброєння.

Іщенко В.П.
НДЦ РВіА

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ДО СТРІЛЬБИ ТА ВИКОНАННЯ ВОГНЕВИХ ЗАВДАНЬ *120-мм САМОХІДНОГО МІНОМЕТА* "ALAKRAN" В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ РЕБ ПРОТИВНИКА

Під час застосування противником РЕБ можлива відмова у роботі системи GPS трекерів та метеорологічного приладу, тому існують особливості підготовки до стрільби та виконання вогневих завдань у несприятливих умовах.

У ході ведення бойових дій вогневі взводи можуть займати підготовлену та непідготовлену вогневі позиції. У свою чергу, непідготовлена вогнева позиція може займатися вогневими взводами з попередньою розвідкою та без неї.

До виходу артилерійського підрозділу в призначений район організовується його рекогносцировка. Розвідка району розташування здійснюється артилерійською **рекогносцирувальною** групою, яка визначає (уточнює) місця розташування артилерійських підрозділів, розвідує і позначає під'їзні шляхи, встановлює та позначає заміновані і заражені ділянки місцевості.

Вибір та підготовка вогневих позицій проводиться на автомобілі з підвищеною прохідністю (позашляховику) з засобами РЕБ. Залучаються командири мінометів, які будуть працювати з цього району ВП, та водії мінометних обслуг для орієнтування і вивчення шляхів під'їзду і місцевості в районі ВП.

Порядок роботи артилерійської **рекогносцирувальної** групи на обраній ВП:

– маскуємо позашляховик;

– розгортаємо та орієнтуємо бусоль, визначаємо основний напрямок стрільби, який відповідає $\alpha_{\text{осі машини}}$ і буде внесений у поле "Курс" програмного забезпечення;

– встановлюємо дві віхи в основному напрямку стрільби так, щоб водій СМ міг стати вздовж них лівим бортом машини при зайнятті ВП;

– визначаємо координати ВП, використовуючи ПК "Кропива" або топографічну карту, перископічну артилерійську бусоль та далекомірну рейку залежно від обстановки;

– АРГ залишає підготовлену ВП з дотриманням заходів маскування.

Одночасно з розвідкою району ВП готується район очікування.

До вибору та підготовки району очікування залучають командира взводу, незадіяних номерів обслуги та командира відділення підвезення боєприпасів з одним із водіїв цього відділення, щоб визначити (призначити) логістичні шляхи.

Вимоги до району очікування:

– відстань до району ВП – до 15 км;

– місця для укриття техніки вибирати у промисловій забудові.

В осінньо-зимовий період промислова забудова створює захисний ефект та не демаскує техніку у тепловізійних пристроях розвідки та спостереження противника.

Готується район зосередження на відстані 20 – 25 км від району ВП. У районі зосередження розташовується резервний розрахунок міномета, склад БК, чергова машина, яка може залучатися для підвезення БК в район очікування та на випадок евакуації особового складу.

До вибору і облаштування району зосередження доцільно залучати командира взводу, відділення управління взводу, відділення підвезення боєприпасів.

Порядок роботи обслуги СМ “ALAKRAN” на підготовленій ВП:

– СМ “ALAKRAN” заїжджає лівим бортом уздовж встановлених віх;

– обслуга приводить СМ “ALAKRAN” до бою, координати ВП та цілі, $\alpha_{\text{осі машини}}$ (“Курс”) введено у систему в районі очікування;

– обслуга СМ “ALAKRAN” здійснює вогневе ураження цілі;

– обслуга СМ “ALAKRAN” залишає ВП, не порушуючи розташування віх основного напрямку, для подальшої роботи з даної ВП.

Разом з тим, сьогодні є необхідність вдосконалення (зміни) порядку роботи обслуги самохідного міномета “ALAKRAN”, наданого країною-партнером, відповідно до обстановки сучасного бою.

Каляєв О.О.
Радівілов О.М.
Стегура С.І.
Ткаченко В.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТ М32

Ракета М32 SMArt (Suchzunder-Munition fur die Artillerie) – високоточна тактична ракета з касетною бойовою частиною (БЧ), розроблена на основі ракети М30, призначена для ураження броньованої техніки противника на відстані до 84 км за допомогою самохідних пускових установок MARS II, LRU, MLRS Improved.

БЧ ракети М32 SMArt касетного типу та споряджена 4 суббоєприпасами DM1498.

DM1498 – протитанковий кумулятивний бойовий елемент, що здатний пробити до 120 мм броні. Основними елементами DM1498 є:

парашут;
стропа;
аеродинамічні стабілізатори;
стальний корпус;
кумулятивна вкладка;
радіолокатор;
інфрачервоний датчик.

Управління ракетою М32 SMArt у польоті здійснюється аеродинамічними кермами, які розміщуються у носовій частині ракети, що відповідає аеродинамічній схемі “Качка”. Точність влучення ракети М32 у ціль забезпечується можливістю її управління на всій траєкторії польоту за рахунок оснащення ракети інерціальною системою управління з корекцією за сигналами від супутникових навігаційних систем.

При підльоті до цілі в БЧ ракети М32 SMArt спрацьовує вибивний заряд, після чого суббоєприпаси DM1489 починають вільне падіння, розкриваючи парашути та здійснюючи політ по спіралі, за допомогою датчиків (інфрачервоного та радіолокаційного) сканують місцевість на предмет цілі.

При фіксації цілі суббоєприпас DM1489 викидає високошвидкісний бронебійний проникаючий елемент EFP.

Ракетний двигун М32 SMArt – твердопаливний та забезпечує дальність польоту в межах 15-84 км.

Основні тактико-технічні характеристики М32 SMArt:

довжина – 3,94 м;
маса – 297 кг;
калібр – 227 мм;
кількість суббоєприпасів DM1489 – 4 шт.

Ракета М32 SMArt може застосовуватись для блокування або знищення підкріплень, колон техніки або розгортання противника перед наступом. Завдяки дальності ракета М32 SMArt дозволяє здійснювати непрямі удари по високовартісних об'єктах, які важко уразити іншим озброєнням.

На відміну від ракет з касетною БЧ загального призначення (ракета М30), ракета М32 SMArt забезпечує вибіркове, мінімально побічне ураження, що знижує ризики для цивільного населення, за рахунок ефективної сенсорної обробки цілей.

Квятковський Р.В.
Пилип С.А.
НАСВ

МІЖНАРОДНА ВІЙСЬКОВА ДОПОМОГА СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ: КОАЛІЦІЯ АРТИЛЕРІЇ В СУЧАСНІЙ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Коаліція артилерії фактично почала формуватися в червні 2022 року, коли на зустрічах міністрів оборони союзників України (в рамках формату "Рамштайн"), були обговорені конкретні кроки щодо надання артилерійської підтримки Україні. Саме на цих зустрічах міністри оборони США, Великобританії, Франції та інших країн вперше обговорили можливість постачання різноманітних артилерійських систем, включаючи гаубиці та самохідні установки, а також боєприпаси для українських збройних сил. До цього часу про постачання важкого озброєння в рамках міжнародної допомоги не йшлося. Союзники вважали, що ЗСУ не зможуть дати відсіч російській агресії, що призведе до втрати модерної далекобійної артилерії. Однак героїчний опір української армії вніс корективи у плани військової допомоги. До січня 2024 року в рамках зустрічей у форматі «Рамштайн» Україна неодноразово отримувала артилерійські системи, ракетні комплекси та боєприпаси до них.

Зокрема, у вересні 2023 року Європейським оборонним агентством (EDA) з європейською промисловістю щодо спільної закупівлі 155 мм боєприпасів. 18 січня 2024 року в Парижі, в рамках «Контактної групи з питань оборони України» у форматі «Рамштайн» та в рамках ініціативи «Українська армія майбутнього», країни Заходу створили Коаліцію артилерійських спроможностей (Коаліцію артилерії) під головуванням Франції та США (держави, що володіють передовими технологіями у сфері артилерійських систем). На початку до Коаліції увійшли такі країни, як США, Франція, Німеччина, Велика Британія, Польща, Словаччина, Австралія, Канада, Італія, Швеція, Нідерланди, Норвегія, Іспанія, Литва, згодом приєдналися ще декілька країн. Всього, станом на кінець 2024 року, до Коаліції артилерії приєдналось понад 20 країн, а конкретний перелік усіх країн-учасниць не розголошується. Крім того, Чехія (президент Павел) започаткувала «чеську ініціативу» з постачання боєприпасів. У рамках цієї ініціативи у 2024 році в Україну поставлено понад півтора мільйона снарядів великого калібру. Польща приєдналася до ініціативи, очолюваної Чехією, щодо придбання за межами ЄС артилерійських снарядів для України та зробила значний внесок у цю «снарядну коаліцію» у 2024 році, точна сума якого не розголошується. В січні 2024 року Франція оголосила про виробництво 78 нових самохідних артилерійських установок Caesar для України впродовж 2024 року. Шість з них, придбані Україною, планувалося доставити протягом місяця. Решта потребувала спільного фінансування союзників. Крім того, Франція збільшила виробництво 155 мм снарядів до 3 тис. на місяць, що становить приблизно 36 тис. на рік.

Станом на листопад 2024 року ЄС поставив Україні понад 980 тис арт.снарядів, з планом перевищити 1 млн. до кінця року. В рамках окремої ініціативи, очолюваної Прагою, до кінця 2024 року було поставлено 500 тис снарядів. У листопаді 2024 року країни-учасниці Коаліції артилерії обговорили план дій на період війни щодо забезпечення потреб ЗС України, який включає постачання передових арт.систем, засобів управління вогнем, розвідки та боєприпасів, а також забезпечення оперативної сумісності українських військ із силами НАТО. У 2024 році Україна, в рамках Коаліції артилерії, отримала майже 40 млрд. Євро фінансової допомоги, з яких 30% - становили гранти, а решта - пільгові кредити.

Аналіз міжнародної матеріально-технічної допомоги Україні в період з лютого 2022 по грудень 2024 року показав, що артилерія та ракетні комплекси, передані в рамках функціонування Коаліції артилерії, стали критично важливими елементами оборони України в умовах широкомасштабної агресії росії проти України, забезпечили значну підтримку в забезпеченні необхідними засобами для ведення оборонних та контрнаступальних операцій.

Кожин О.В.
Синицький Л.М.
Шинкаренко О.М., канд. екон. наук
ДНДІ ВС ОВТ

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ ПІД ЧАС СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ РАКЕТ (РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ)

Під час життєвого циклу ракет (реактивних снарядів) до ракетних комплексів на них впливають різні природні та штучні експлуатаційні чинники. До природних відносять кліматичні чинники та фактори земної атмосфери. До штучних чинників відносять механічні, гідромеханічні, термічні, електричні та електромагнітні впливи. Отже, існує безліч різних чинників, що впливають на роботу ракетних комплексів, частину з яких компенсують унаслідок роботи системи керування і регулювання. Нерегульовані значення можливих впливів моделюють під час стендових випробувань.

Фізичне моделювання - це заміна конкретного натурного об'єкта або явища, характеристики якого необхідно визначити, дослідженням його моделі, що має ту саму фізико-хімічну природу.

Під час випробувань предметом для експерименту завжди є конкретна модель, що має фізико-хімічні властивості натурного об'єкта або явища, а під час експерименту мають виконуватися основні вимоги, що висуваються до натурного об'єкта або явища. Тому, під час стендових випробувань будь-який експеримент, проведений для визначення характеристик об’єкта випробування, є моделюванням. Методи фізичного моделювання експлуатаційних умов під час стендових випробувань передбачають: використання конструкції об’єкта випробування, подібної до натурної; здійснення під час функціонування цієї конструкції процесів, аналогічних до натурних; забезпечення подібності прогнозованих впливів внутрішніх і зовнішніх чинників на об’єкт випробування.

На стендах проводять випробування дослідних або штатних об'єктів, розміри конструкцій яких і матеріали, що застосовуються для них, подібні до тих, що будуть використані в умовах експлуатації. Для наближення умов функціонування об’єкта випробування на стенді до натурних умов у польоті здійснюють імітаційне фізичне моделювання, яке лише частково відтворює прогнозовані умови експлуатації. При цьому основні характеристики явищ, що відбуваються, зіставляють із результатами розрахунків, отриманих на основі імітаційних фізико-математичних моделей. Випробування на основі імітаційного фізичного моделювання охоплюють: визначення мети та завдань випробувань; побудову фізичної моделі об’єкта випробування; проведення випробувань шляхом впливу на фізичну модель і отримання реакції на цей вплив; обробку, аналіз та інтерпретацію результатів випробувань.

Реалізація імітації під час випробувань містить: визначення параметрів, що ідентифікуються під час випробувань, і меж їхніх змін; дослідження способу, обраного як імітаційний процес, для одержання потрібних значень параметрів, що ідентифікуються; створення технології випробувань із застосуванням імітаційного процесу; узагальнення результатів досліджень і розробок для їхнього застосування під час проведення робіт із об’єктом випробування іншого виду.

Визначення параметрів, що ідентифікуються, проводять шляхом розрахунків із застосуванням фізико-математичних моделей, сформульованих на основі наявних знань про процеси, що відбуваються в польоті. Створення технології випробувань охоплює розроблення та реалізацію імітаційного процесу. Розроблення проводять під час створення технології підготовки та проведення випробувань. Реалізацію здійснюють спочатку в результаті проведення налагоджувальних робіт на стендових системах, а потім під час проведення випробувань на стенді за передбаченою програмою. Обсяг випробувань з імітацією конкретних видів випробувань визначають відповідно до технічних вимог замовника до виробу, що створюється. На етапах автономного відпрацювання широко

використовують імітацію експлуатаційних умов під час випробувань із застосуванням об’єкта випробування у вигляді геометричної моделі; із заміною окремих елементів конструкції об’єкта випробування фізичними моделями або заміною реального процесу всередині об’єкта випробування іншим процесом; із застосуванням пристроїв, що створюють поодинокі або комплексні впливи зовнішніх і внутрішніх чинників на об’єкт випробування під час його функціонування. Це дає змогу скоротити обсяг, тривалість і вартість випробувань порівняно з натурними випробуваннями.

Козир Н.М.
НДЦ РВіА

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ ПЕРСПЕКТИВНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ

Дальність стрільби перспективної артилерійської гармати є одним із головних технічних параметрів, що значною мірою визначає інші важливі характеристики основних елементів артилерійської системи (АС). Максимальна дальність стрільби АС повинна задовольняти наступні вимоги: з початком бойових дій забезпечувати ураження противника в зоні відповідальності за вогневе ураження засобами військових інстанцій артилерії; забезпечувати досяжність до всіх вогневих позицій артилерії противника, розташованих у смузі бойових дій загальновійськових частин, а також маневр вогнем у межах цих смуг; бути достатньою для розв’язання задач вогневого ураження противника в інтересах загальновійськових підрозділів; бути не менше дальності стрільби перспективних артилерійських систем протидіючої сторони.

Як видно з вимог, які повинна задовольняти дальність стрільби АС, методика визначення її максимального значення значною мірою ґрунтується на аналізі розв’язуваних оперативно-тактичних задач і об’єктів ураження в ході їх виконання, а також розташування цілей у бойовій побудові військ протидіючої сторони й умов їх ураження.

Методичний підхід визначення вимог до дальності стрільби перспективних артилерійських гармат складається із чотирьох основних етапів.

На першому етапі з усіх можливих об’єктів (цілей) у смузі дій загальновійськових частин і підрозділів виділяються об’єкти (цілі) для артилерійського підрозділу, на озброєнні якого буде знаходитися АС, що розробляється. Під час аналізу об’єктів (цілей) необхідно виявляти і накопичувати інформацію про їх характеристики й умови ураження. Зазначені параметри впливають на висновки щодо видів артилерійських зразків, типів снарядів у складі бойового комплекту, точності стрільби, скорострільності гармат і на значення інших характеристик. Другим етапом є розрахунок щільності розподілу об’єктів у смугах бойових дій загальновійськових підрозділів. На третьому етапі проводиться визначення віддалення вогневої позиції від лінії бойового зіткнення (ЛБЗ) військ, що визначається з умови забезпечення недосяжності для масових засобів ураження, які має чи буде мати противник. Четвертим етапом методичного підходу є розрахунок максимальної дальності стрільби перспективної артилерійської гармати з урахуванням глибини зони вогневого ураження противника засобами артилерії, віддалення вогневих позицій від ЛБЗ та ширини смуги бойових дій загальновійськового угруповання (частини, підрозділу).

Таким чином, запропонований методичний підхід дозволяє визначити вимоги до максимальної дальності стрільби перспективних артилерійських гармат.

Конвісар М.Г.
НДЦ РВіА

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗРОБЛЕННЯ ДАЛЕКОБІЙНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ВІТЧИЗНЯНИМИ ВИРОБНИКАМИ

Одним із головних уроків з досвіду бойових дій Української армії під час відбиття широкомасштабної збройної агресії російської федерації та застосування нової тактики ведення боїв є розуміння, що артилерія, зокрема далекобійна, ще протягом багатьох років буде затребуваною

зброєю, здатною завдавати противнику суттєвих втрат у живій силі та військовій техніці. Завдяки присутності далекобійної артилерії війська росії вимушені розташовувати свої склади далеко від фронту за межами ефективної зони ураження української тактичної артилерії.

Масштабовані у кілька разів Сухопутні війська ЗС України переживають дефіцит артилерійських систем, ситуація з якими ускладнюється їх постійним вибуванням з ладу через зношення та бойові втрати. Рішенням цієї проблеми стало розгортання виробництва артилерії в середині країни. Так, на другий рік від початку повномасштабного вторгнення українська промисловість налагодила серійний випуск 155 мм самохідних гаубиць 2С22 “Богдана”, однак їх замало в масштабах ЗС України.

Українські виробники мають значний потенціал для розроблення перспективних далекобійних артилерійських систем, враховуючи досвід війни та сучасні технологічні тенденції. Одним із напрямів розроблення далекобійної артилерії є створення нових гарматних стволів зі збільшеною довжиною та оптимізованою геометрією для досягнення більшої початкової швидкості снаряда та, відповідно, дальності стрільби.

Кількісно питання артилерії може вирішити причіпна версія гаубиці “Богдана”, що стане більш дешевою та простою у виготовлені альтернативою, яка зможе наситити артилерійські підрозділи ЗС України. Розроблення причіпної гаубиці пов’язано з тим, що Україна виробляє більше стволів, ніж встигає встановити на шасі.

Незважаючи на ряд переваг самохідної артилерії, причіпні гаубиці надійніші та простіші в експлуатації через відсутність більшості складних вузлів та агрегатів. Їх виробництво значно швидше порівняно з самохідними установками, що на сьогоднішній день є ключовим фактором для України.

Суб’єктивно можна також відзначити високу “живучість” таких артилерійських систем та їх обслуги. У випадку ураження уламками або влучань ударних дронів причіпні гаубиці нерідко відправляються на ремонт із заміною частини вузлів та повертаються на передову. У той же час самохідна артилерія часто зазнає безповоротних втрат.

Ще одним потенціальним напрямом здешевлення виробництва причіпної артилерії могло б стати повторне застосування лафетів зношених радянських гаубиць, котрі через вихід з ладу стволів та противідкатних пристроїв більше не використовуються.

Артилерійська частина української САУ “Богдана” подібна до радянської гаубиці “Мста-Б”, маючи лише дещо видозмінену казенну частину та довший на 860 мм ствол.

Окрім вже озвученої гаубиці “Мста-Б”, імовірними претендентами на переобладнання можуть бути причіпні гармати “Гиацинт-Б”, Д-20 та М-46, які у великих кількостях знаходились на озброєнні ЗС України.

Схожий проєкт свого часу був успішно реалізований сербською компанією Yugoimport SDPR з розроблення 155-мм гаубиці М-46/84. Установка складалась з адаптованого лафету 130-мм гармати М-46 та нової артилерійської частини з 155-мм гарматою з довжиною ствола у 45 калібрів.

Корольов О.О.
НАСВ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ БОЙОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ (БРК)

Основними напрямами роботи фахівців конструкторського бюро (КБ) «ПІВДЕННЕ», є програми створення БРК «САПСАН» та «ГРІМ-2». Конструкторське бюро «ПІВДЕННЕ» проводить розробку проєкту щодо створення вітчизняних крилатих ракет (КР), що є важливим кроком у розвитку сучасної ракетної зброї. Виробничі можливості оборонно-промислового комплексу дозволяють забезпечити виготовлення дозвукових та надзвукових КР та модернізувати заряди для українських реактивних систем залпового вогню. Ведуться проєктні роботи щодо створення КР сімейства «КОРШУН».

В Україні успішно ведуться роботи щодо створення трьох типів КР – дозвукових, надзвукових та гіперзвукових. КР «КОРШУН», складова багатофункціонального БРК «САПСАН», який повинен був

поєднати в собі цілий ряд ракет різного призначення: оперативно-тактичний ракетний комплекс (ОТРК), КР, протикорабельна ракета. Після зупинки програми «САПСАН», роботи по створення КР продовжились як окремий проєкт. Крилата ракета «КОРШУН» представляє собою дозвукову КР. За схемою побудови та бойовим застосуванням подібна на американську КР «ТОМАГАВК», та російську КР «КАЛІБР». Крилата ракета «КОРШУН» створювалась на основі технологій радянської крилатої ракети Х-55. У ракеті Х-55 використовувався двоконтурний турбореактивний двигун ТРДД Р95 - 300, який виготовлявся в Запоріжжі (зараз "Мотор Січ"). На базі Р 95 - 300, розроблено двигун МС 400, який планується до використання в крилатій ракеті «КОРШУН». Тактико-технічні характеристики української крилатої ракети висвітлюються у експортному варіанті, тобто обмежені дальністю 300 км. Для закупівлі крилатих ракет «КОРШУН» Збройними Силами України, її дальність може складати 1500-2000 км, що робить цю ракету зброєю стратегічного радіусу дії. (Аналоги «КОРШУНА»: китайська крилата ракета СЈ-10 – дальність 2200 - 2500 км, російська крилата ракета «КАЛІБР» – дальність 1500 − 2500 км.

Надзвукова крилата ракета відрізняється за конструкцією від дозвукової. Вона виконує політ не за рахунок турбореактивного двигуна, а за рахунок двох двигунів: розгінного – твердопаливного ракетного двигуна (РДТП), який виводить ракету на задану траєкторію та прямоточного повітряно-реактивного двигуна (ППРД), що є основним маршовим двигуном. Така конструкція дозволяє ракеті розвинути швидкість польоту, яка перевищує швидкість звуку (2-3 МАХ[4].)

Гіперзвукова зброя є перспективним напрямом розвитку ракетних озброєнь у світі. Перевагами гіперзвукових ракет є їх надзвичайно велика швидкість, що робить ракети майже невразливими для протиповітряної оборони противника. Така зброя, через здатність долати протиповітряну оборону противника, має стратегічні переваги. А в поєднанні з дальністю 1000 - 1500 км, робить цей тип крилатих ракет – стратегічною зброєю стримання.

Коростельов В.А.
НДЦ РВіА

ЗМІНИ У ТАКТИЦІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Аналіз досвіду застосування артилерійських підрозділів у війні проти російської федерації свідчить про те, що на сьогодні деякі принципи бойового застосування артилерії не використовуються, зокрема масування (зосередження) артилерійських підрозділів та їх вогню, стійке та безпосереднє централізоване управління артилерійськими підрозділами та їх вогнем.

Це в першу чергу пов'язано з тим, що близько 70-80% об'єктів противника є спостережувані, завдяки повітряним засобам розвідки, за характером більша кількість об'єктів противника одиночні. Також противник відмовився від радянських поглядів на бойове застосування наявних сил та засобів. Він використовує тактику "просочування" малими штурмовими групами крізь наші бойові порядки та закріплення на місцевості. При цьому це відбувається хвилями: одна штурмова група просочилася і закріпилася, після закріплення першої групи йде наступна група, яка із зайнятої території здійснює штурмові дії і захоплює наступну ділянку території. Дії штурмових груп противника підтримуються артилерією, ударними та розвідувальними дронами, авіацією повітряних сил. До складу штурмових груп противника входить близько 5-10 чоловік, штурмові дії відбуваються пішки, на мотоциклах, квадроциклах, інколи використовують бойові броньовані машини.

Тому однією із особливістю вогневого впливу артилерією на противника, що здійснює штурмові дії, є перехід від площинного впливу на його об'єкти до нанесення точкових ударів по кожному з об'єктів противника.

Це, по перше, було обумовлено змінами, які відбулися у тактиці застосування сил та засобів противника; по друге – обмеженим ресурсом вогневих засобів та боєприпасів; по третє – підвищенням точності вогню артилерії завдяки системам, які надані в рамках міжнародної технічної допомоги; по четверте – проведенням заходів з підготовки стрільби та управління вогнем.

Зазначені вище зміни вплинули на створення нових елементів бойового порядку, а саме: вогневих груп, розвідувально-вогневих комплексів, маневрених вогневих груп; маневрених груп реактивної артилерії.

Зміни тактики застосування артилерійських підрозділів вимагають і змін у технічному оснащенні підрозділів, характеристик зразків озброєння та їх властивостей. Вогневий підрозділ повинен бути автономним та захищеним, спроможним до виконання будь-яких бойових завдань.

Косовцов А.Ю.
Грабчак В.В.
НАСВ

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СНАРЯДА НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ

Для підвищення ефективності розрахунку траєкторій польоту снаряда на основі математичних моделей, що описують просторовий рух снаряда в повітрі, гостро стоїть питання щодо визначення індивідуальних аеродинамічних коефіцієнтів снаряда із заданою точністю. В основі побудови сучасних математичних моделей польоту снаряда покладений наближений підхід, який отримав назву малокутового наближення. За таким підходом аеродинамічні коефіцієнти розкладають в ряд Тейлора за кутом нутації і утримуються лише лінійні члени розкладу, що дозволяє суттєво спростити математичні моделі польоту снаряда, але значно погіршує точність розрахунку траєкторій його польоту. Визначення аеродинамічних коефіцієнтів снаряда – ключовий етап проєктування, моделювання та практичного використання його балістичних характеристик. Лінійні коефіцієнти описують аеродинамічний опір при малих кутах атаки, у той час як нелінійні коефіцієнти враховують складніші явища, що виникають при великих кутах атаки, включаючи зрив потоку та вихроутворення. Експериментальне визначення цих коефіцієнтів є складним завданням, що вимагає застосування спеціалізованих методів та обладнання.

Найбільш придатною для визначення аеродинамічних коефіцієнтів снаряда є модифікована модель матеріальної точки (МММТ), як математична модель польоту снаряда (STANAG 4355 (Edition 3)). Існують декілька варіантів МММТ у явній та неявній формі. МММТ у явній формі дозволяє отримати еквівалентні рівняння динаміки польоту снаряда, які містять лише траєкторні характеристики та не містять характеристики кутового руху снаряда. У цьому випадку вдається побудувати досить простий ефективний метод ідентифікації лінійних аеродинамічних коефіцієнтів. Однак відомо, що за наявності нелінійних аеродинамічних коефіцієнтів приведення МММТ до еквівалентної явної форми, як правило, є складним завданням.

У доповіді авторами представлені процедури перетворення МММТ до системи диференціально-алгебраїчних рівнянь, наданих у явному вигляді, яка, за наявності відповідного набору лінійних і нелінійних аеродинамічних коефіцієнтів, дозволяє обчислювати основні параметри польоту снаряда з меншими обчислювальними ресурсами. Розв’язуючи алгебраїчно отриману систему диференціально-алгебраїчних рівнянь відносно аеродинамічних коефіцієнтів, що входять до неї, отримано точні аналітичні вирази для ідентифікації як лінійних, так і нелінійних аеродинамічних коефіцієнтів сили лобового опору, піднімальної сили, сили Магнуса, гасіння швидкості обертання снаряда, його перекидального моменту, а також квадрата модуля кута нутації снаряда. Показано, що за умови відомої функції зміни величини кутової швидкості власного обертання снаряда, отримані аналітичні вирази функціонально залежать виключно від параметрів, що отримуються за даними зовнішньо-траєкторних вимірювань (координат польоту снаряда та їх похідних).

Система точних явних виразів для ідентифікації нелінійних аеродинамічних коефіцієнтів у подальших дослідженнях дозволить проаналізувати працездатність методу ідентифікації, оцінити помилки методу, значно прискорити процес ідентифікації як нелінійних, так і лінійних аеродинамічних коефіцієнтів та обчислень кутів нутації за траєкторними даними.

Красник Я.В.
Юнда В.А., канд. техн. наук, доц.
Сірий Ю.І.
Юнда Д.В.
НАСВ

ГІПЕРЗВУКОВА ЗБРОЯ – ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ВИЗНАЧЕННЯ, ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СТАН РОЗРОБОК

Під гіперзвуковою зброєю (ГЗЗ) ми маємо на увазі апарат, здатний розвивати швидкість понад 5 Махів у межах відносно щільних шарів атмосфери Землі (на висоті до 50 км), підтримувати її та маневрувати. Балістичні ракети (БР) до них не належать.

Існує два можливі класи гіперзвукової зброї ГЗЗ – гіперзвукові глайдери і гіперзвукові ракети (ГЗР). Класифікувати їх можна лише через робочі або потенційно робочі взірці.

Гіперзвуковий глайдер – це тип боєголовки БР, який відокремлюється від носія та маневрує до цілі на швидкості понад 5 Махів.

ГЗР бувають трьох різних типів – аеробалістичні, планувальні та крилаті. Аеробалістична ГЗР запускається з літака, розганяється до гіперзвукової швидкості, а потім рухається по траєкторії. Планувальна ГЗР запускається, набирає необхідну гіперзвукову швидкість та висоту, а потім прямує до своєї цілі, маневруючи у повітрі. Крилата ГЗР виконує політ у межах атмосфери, розганяється до гіперзвукової швидкості, маневрує і підтримує швидкість з використанням ракетного або прямоточного повітряно-реактивного двигуна.

Перші ідеї створити ГЗЗ з’явилися ще під час Другої світової війни. Тоді проєкт ще не було реалізовано, але розробки продовжувались після 1945 року. Ідею створити гіперзвуковий планер запропонував австрійський вчений Ойген Зенгер під час Другої світової війни. Його Silbervogel – висотний частково-орбітальний бомбардувальник-космоліт мав завдавати ударів по США та промислових регіонах СРСР. Проте, проєкт не був реалізований. На основі концепції Ойгена Зенгера в 1957 році в США стартувала розробка гіперзвукового планера Dyna-Soar X-20. Але БР виявились успішнішими, тому програму згорнули.

Нова хвиля інтересу до ГЗЗ стартувала на початку 2000-х. Станом на початок 2025 року серед країн, які заявляють про наявність ГЗЗ: є США, Китай, росія, КНДР. Крім того розробляють ГЗР Австралія, Індія, Франція, Бразилія, Японія та Німеччина. У XXI столітті розробка ГЗР стала масовим явищем. Принаймні “гіперзвуковими” їх називають розробники. З упевненістю можна сказати – поки що не існує гіперзвукового ракетного комплексу (ГЗРК), який підтверджено відповідав би всім критеріям і одночасно стояв на озброєнні. Активні широкомасштабні розробки та випробування на сьогодні ведуть три держави: США, КНР та рф.

Аналіз створення та стан розробок ГЗЗ дозволяє констатувати:

аналіз тенденцій розвитку високоточного озброєння вказує на потенційну ефективність бойового застосування ГЗЗ.

створення ГЗЗ пов’язано з вирішенням ряду наукових і виробничих проблем, подолати які доступно лише країнам з розвинутим науково-технічними потенціалом.

результати ведення бойових дій в ході війн і воєнних конфліктів сучасності свідчать, що актуальне значення має створення (розробка і виробництво) високоефективного ГЗРК, і це є пріоритетним напрямком розвитку озброєння та військової техніки для ЗС України на сучасному етапі.

Лаврик С.В.
НДЦ РВіА

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАУБИЦЬ ВІД ВИСОКОТОЧНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ З НАПІВАКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ САМОНАВЕДЕННЯМ

Досвід, отриманий силами оборони під час безпосередньої відсічі збройної агресії проти України, свідчить про застосування противником високоточних артилерійських боєприпасів з напівактивним лазерним самонаведенням. Високоточні артилерійські снаряди типу “Краснополь” та

“Сантиметр” з напівактивною лазерною головкою самонаведення, яка отримує відбитий сигнал від цілі, що підсвічується, активно використовуються агресором для ураження зразків самохідних артилерійських гаубиць сил оборони України під час ведення контрбатарейної боротьби. Їх застосування агресором є істотною загрозою для вказаних артилерійських систем та їх обслуг, які виконують завдання з ураження важливих цілей противника.

Для протидії високоточним артилерійським снарядам, які використовують напівактивне лазерне самонаведення або наводяться за допомогою лазерного променю, у розвинутих державах світу реалізується модульний принцип побудови систем захисту, що передбачає комплексування різноманітних засобів виявлення та нейтралізації, зокрема, апаратури реєстрації лазерного опромінення (лазерний приймач попередження), лазерної станції завад та термодимового обладнання.

Лазерний приймач попередження необхідний для своєчасного виявлення загрози та передачі сигналу до блока управління для активації засобів протидії.

Лазерна станція завад є засобом протидії, яка створює завади на напрямку наведення лазерного променю та відхиляє його від зворотної точки наведення.

Термодимова апаратура утворює термодимові (аерозольні) завади (завіси) шляхом відстрілу спеціальних боєприпасів з газоутворювальною сумішшю у напрямку спрямованого лазерного променя.

У якості блока управління використовується бортовий комп’ютер з дисплеєм та відповідним уніфікованим програмним забезпеченням, що призначений для налаштування, керування засобами виявлення, захисту і протидії, що входять до складу комплексної системи захисту, а також забезпечення своєчасної активації засобів протидії.

Комплексна система захисту має підключатися до штатної системи живлення самохідної артилерійської гаубиці, забезпечувати захист самохідних артилерійських гаубиць та особового складу обслуги у будь-який час доби, пори року, за різних експлуатаційних, кліматичних і біологічних умов. Конструкція вказаної системи та її складових повинна забезпечувати максимальну зручність і простоту встановлення та проведення технічного обслуговування.

Отже, розроблення та впровадження системи захисту самохідних артилерійських гаубиць з урахуванням досвіду, отриманого силами оборони під час безпосередньої відсічі збройної агресії проти України, а також існуючих підходів та перспективних розробок провідних держав світу є одним з перспективних напрямів підвищення живучості та безпеки особового складу артилерійських підрозділів Збройних Сил України та інших складових сил оборони.

Левкович П.В.
НАСВ
Іщенко О.В., д-р філософії
НУОУ

КОМПЛЕКСУВАННЯ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА СПОСТЕРЕЖНОМУ ПУНКТІ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Досвід російсько-Української війни зумовлює потребу в постійній динаміці змін у формах і способах застосування військ (сил). Незмінною залишається необхідність мінімізувати переміщення, оптимізації виконання бойових завдань, а особливо зі збільшенням скидів (пусків) засобів ураження та ударів БпЛА. Ця тенденція не оминула підрозділи артилерійської розвідки ракетних військ і артилерії, що спричинює ризики та необхідність на їх реагування при організації артилерійської розвідки засобами, які знаходяться у бойовому порядку на незначній відстані від лінії бойового зіткнення.

Основна ідея, спрямована на вирішення вище висвітленої проблематики, полягає у комплексуванні засобів артилерійської розвідки за різними її видами. Ця пропозиція надає можливість використовувати на одному спостережному пункті одне джерело живлення із залученням меншої кількості особового складу та підвищить результативність ведення артилерійської розвідки, тим самим забезпечить своєчасною вогневою підтримкою загальновійськові підрозділи.

Тобто, на одному спостережному пункті пропонується зосередити різні засоби артилерійської розвідки, які працюватимуть комплексно та доповнюватимуть розвідувальною інформацією один одного, шляхом поєднання позитивних властивостей та нівелювання слабких сторін. Для прикладу, на телескопічній щоглі, реалізованій із можливістю горизонтування, доцільно розмістити засоби оптико-електронної розвідки та малогабаритну радіолокаційну станцію. У підрозділах артилерійської розвідки ракетних військ і артилерії використовуються представники вище згаданих видів, а саме комплекс оптико-електронної розвідки “Сова” та малогабаритна, переносна радіолокаційна станція GO12.

Отже, запропоноване комплексування засобів артилерійської розвідки різних її видів, виконуватиме не лише завдання з розвідки, а й забезпечить наступне:

- скорочення часу при проведенні топогеодезичної прив’язки, адже кількість пунктів (позицій) зменшено;
- використання одного джерела живлення на спостережному пункті, що забезпечуватиме певний економічний ефект. Залучення двох-трьох операторів, шляхом чергування, враховуючи наявні засоби автоматизації передачі розвідувальної інформації;
- забезпечить дистанційне орієнтування або його контроль без потреби безпосереднього перебування поблизу приймача-передавача та камери;
- увімкнення на випромінювання радіолокаційної станції лише після прояву активності противника;
- точність та достовірність визначення координат, шляхом усереднення та підтвердження отриманих засічок. Безперервність ведення розвідки, незалежно від часу доби та погодних умов;
- живучість засобів артилерійської розвідки, шляхом мінімізації переміщення між спостережними пунктами під час виконання бойових завдань.

Ліцман А.М., канд. техн. наук, доц.
Міщенко Ю.В.
НДЦ РВіА

МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ СНАРЯДИ ЗІ СКЛАДНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ ПОЛЬОТУ

Досвід відбиття збройної агресії російської федерації проти України свідчить про використання Збройними Силами України широкого спектру артилерійських систем та снарядів до них, як вітчизняного виробництва, так і наданих країнами-партнерами.

Серед снарядів, які застосовуються артилерійськими підрозділами, значну частку складають снаряди зі складною траєкторією польоту (реактивні, активно-реактивні, керовані снаряди). Застосування вказаних снарядів потребує розроблення та використання відповідних таблиць стрільби.

До широкомасштабного вторгнення російської федерації на територію України вітчизняними підприємствами не вироблялися такого типу снаряди та були відсутні як таблиці стрільби, так і методика їх складання.

У доповіді розглядається можливість переходу на сучасні балістичні моделі, що дозволить значно спростити як складання таблиць стрільби на нові снаряди та їх комбінації, так і дозволить інтегрувати необхідні комбінації снарядів в існуючі балістичні комп’ютери, які надаються країнами-партнерами. Також це дозволить моделювати траєкторії руху реактивних, активно-реактивних та керованих снарядів. На теперішній час у вирішенні даного питання Збройні Сили України значною мірою залежать від країн-партнерів, що зазвичай призводить до значних затрат часу на вирішення проблемних питань.

Актуальним завданням є розроблення алгоритмів переходу від існуючої моделі визначення балістичних властивостей снарядів до сучасних моделей, тобто у тому вигляді, який використовується в країнах НАТО. Передбачається розробити методику розрахунку балістичних властивостей снарядів на основі наявної бази даних, яка містить коефіцієнти форми, таблиці стрільби та дані практичного пострілу.

Отже, розроблення методики зі складання таблиць стрільби для артилерійських систем, що застосовують снаряди зі складною траєкторією польоту, є вкрай необхідним та важливим завданням, яке потребує урахування підходів та стандартів до складання таблиць стрільби, що використовуються в країнах-членах НАТО.

Логвінов Ю.Ф., д-р фіз.-мат. наук
Педенко Ю.О., канд. техн. наук
Зуйков В.О.
Дейнека І.І.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України

ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДУ ROOT-MUSIC ПІД ЧАС РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СУПРОВОДУ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ НАД СУШЕЮ

Під час радіолокаційного супроводу маловисотних цілей над поверхнею Землі виникають похибки вимірювання кута місця, пов'язані із завадами, створюваними відбитками радіохвиль від поверхні суші і шумами приймальних каналів. Ці похибки особливо великі за кутів місця цілі нижче $0.7\,\Theta_{0.5}$ ($\Theta_{0.5}$ - ширина діаграми спрямованості приймальної антени за половинною потужністю). З метою підвищення точності вимірювань дедалі більше уваги приділяють сучасним методам вимірювання, заснованим на використанні фазованих антенних решіток (ФАР). У даній роботі шляхом комп'ютерного моделювання досліджується метод root-MUSIC, який у попередніх наших дослідженнях показав істотну перевагу перед широко використовуваним моноімпульсним амплітудним сумарно-різницевим методом (далі – моноімпульсним) під час роботи над поверхнею моря. Однак робота над сушею має суттєві відмінності від моря внаслідок складного рельєфу місцевості, наявності різноманітної рослинності, погодних особливостей, тощо, що спричиняє певні труднощі під час моделювання.

Тому, в цьому дослідженні запропоновано емпіричну модель поширення радіохвиль, коли відбиті від поверхні суші сигнали подаються дзеркальним відбиттям і кількома сигналами, відбитими неоднорідностями рельєфу. Останні представлені відбивачами, що мають випадкову амплітуду і фазу і випадковим чином розподілені по трасі. Початкові умови в дослідженні були обрані так: висота антени – 4 м, висота цілі – 15 м; відстань до цілі – 2000 м; довжина радіохвилі – 0.02 м; вертикальний розмір ФАР – 1.56 м ($\Theta_{0.5}$ = 1º), відношення сигнал-шум у кожному з 26 приймальних каналів ФАР – 30 дБ; коефіцієнт дзеркального відбиття радіохвиль від поверхні суші – 0.8; кількість додаткових відбитків від неоднорідностей суші – 3 шт., середня потужність кожного з них – 0.05 від прямого сигналу, положення по дистанції – рівноймовірне, квадратурні складові амплітуди розподілені за нормальним законом.

Ефективність методу root-MUSIC визначалася шляхом порівняння з моноімпульсним методом в ідентичних умовах. Дослідження показало, що найважливішою перевагою методу root-MUSIC є те, що максимум розподілу виміряних кутів збігається з напрямком на ціль із точністю не гіршою за 0.002º незалежно від фази інтерференції прямого та дзеркального сигналів. Ширина розподілу за рівнем 0.707 у межах інтерференційної пелюстки була практично однаковою – 0.24-0.26º. На відміну від нього максимум моноімпульсного методу змінювався відносно напрямку на ціль від –0.30º у максимумі поля до +0.17º – у мінімумі. Ширини розподілів відповідно становили 0.072º і 0.056º, що гірше більше ніж удвічі, ніж у root-MUSIC.

Таким чином, показано, що метод root-MUSIC може забезпечити значне поліпшення супроводу цілі за кутом місця. Водночас дослідження показало, що метод root-MUSIC має недолік, який полягає в тому, що правильні вимірювання, виконані з використанням поодиноких миттєвих реалізацій сигналів у розкриві ФАР, внаслідок випадкової їх природи, супроводжуються викидами похибок, які сягають кількох десятих часток ширини діаграми спрямованості. У зв'язку з цим надалі необхідно зосередитися на розв'язанні цієї проблеми.

Мазій В.Р.
Фіщук І.М.
Рапута О.О.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ВИСОКОТОЧНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ І РАКЕТ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

У сучасних умовах геополітичної нестабільності високоточні боєприпаси набувають вирішального значення. Саме вони дозволяють досягати стратегічних переваг на полі бою за рахунок високої точності ураження та зменшення витрат ресурсів. Для України, яка змушена протистояти агресії, розвиток власних високоточних боєприпасів є не просто бажаним, а життєво необхідним. Забезпечення незалежності у виробництві високоточних артилерійських боєприпасів та ракет дозволить зменшити залежність від імпорту і значно зміцнить обороноздатність держави.

Одним із ключових напрямів є впровадження модульних підривників, які дозволяють обирати оптимальний режим детонації залежно від типу цілі. Це може бути як підрив у повітрі для ураження живої сили на відкритій місцевості, так і затриманий підрив для руйнування укріплених об'єктів. Додатково застосовуються системи корекції траєкторії, які забезпечують підвищену точність ураження навіть за несприятливих метеорологічних умов.

Не менш перспективним є інтегрування елементів штучного інтелекту у системи високоточних боєприпасів. Такі рішення дозволяють боєприпасам самостійно коригувати свою траєкторію у польоті, ідентифікувати цілі та пристосовуватись до змін навколишнього середовища без участі оператора.

Вітчизняні підприємства активно працюють над створенням високоточних ракетних комплексів, здатних ефективно діяти на середніх відстанях до 500 кілометрів. Основний акцент робиться на поєднанні високої маневреності ракети з її здатністю долати протиракетну оборону противника.

Основною проблемою, яка стримує розвиток галузі, є недостатній рівень фінансування. Через обмеженість бюджетних коштів на наукові дослідження багато перспективних розробок залишаються на стадії проєктів. Також суттєвою перешкодою є застаріла матеріально-технічна база підприємств оборонної промисловості. Брак сучасного обладнання обмежує можливості серійного виробництва високоточних боєприпасів та проведення необхідних випробувань.

Нестача висококваліфікованих фахівців, здатних працювати над складними проєктами у сфері озброєння, суттєво ускладнює розвиток галузі. Інвестування у підготовку молодих фахівців стане запорукою довгострокового розвитку галузі.

Передусім необхідно забезпечити належне фінансування оборонних програм, а саме у сфері науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських проєктів.

Обмін досвідом із закордонними партнерами та участь у спільних програмах дасть змогу отримати доступ до передових технологій і вивести вітчизняну продукцію на міжнародні ринки.

Україна володіє потужним науковим і виробничим потенціалом для створення високоточного артилерійського та ракетного озброєння. Однак для реалізації цього потенціалу необхідна комплексна підтримка з боку держави та інтеграція у міжнародне технологічне середовище. Розвиток власних високоточних боєприпасів дозволить не лише зміцнити обороноздатність країни, а й створити потужну експортну галузь, що забезпечить економічне зростання та підвищення міжнародного авторитету України.

Майборода Ю.М.
НДЦ РВіА

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ ВИСОКОТОЧНИХ (КЕРОВАНИХ) МІН В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Воєнні конфлікти останніх десятиліть свідчить про те, що стійкою тенденцією розвитку збройної боротьби є підвищення ролі високоточної зброї, яка дозволяє здійснювати ефективне вибіркове ураження найбільш важливих об’єктів противника. Зважаючи на зазначене, провідними країнами

світу проводяться широкомасштабні роботи зі створення та модернізації керованих артилерійських боєприпасів, у тому числі мін.

Як показав досвід ведення бойових дій зі збройними силами російської федерації, необхідність застосування високоточних артилерійських боєприпасів обумовлена високою мобільністю сучасних бойових засобів, підвищенням їх захисних властивостей, а також особливостями ведення бойових дій на власній території в умовах густонаселених районів, у містах і промислових зонах з огляду на безпеку мирного населення та промислових об'єктів підвищеної небезпеки.

На сьогодні основу боєкомплекту мінометів становлять переважно некеровані міни в осколково-фугасному спорядженні. Основними недоліками їх застосування є: нераціональне використання осколкових потоків при наземному розриві; велика витрата при ураженні групових цілей, що призводить до значного часу виконання вогневого завдання, а як наслідок – зменшення живучості артилерійських підрозділів загальновійськових батальйонів тощо.

Тому, виникає необхідність у розробленні та прийнятті на озброєння сучасних вітчизняних високоточних (керованих) мін, що дозволить значно підвищити ефективність вогневого ураження противника, зменшити витрату боєприпасів під час ураження малорозмірних цілей та одиночних цілей у складі групової цілі та, відповідно, зменшити час виконання вогневого завдання.

Разом з тим, існує необхідність як в мінах з пасивним самонаведенням, так і з напівактивним лазерним наведенням.

Застосування мін із пасивним самонаведенням забезпечить виконання таких завдань як, наприклад, ураження неспостережних оператором скупчень бронетанкової техніки чи ураження артилерійських систем противника під час контрбатарейної боротьби.

У свою чергу міни з напівактивним лазерним самонаведенням забезпечать:

можливість уражати різних типів цілей з будь-якою контрастністю або із відсутністю контрасту, за рахунок підсвічування цілі ЛЦД на кінцевій ділянці траєкторії польоту міни;

зменшення вартості виконання завдання із ураження цілей, так як боєприпаси з напівактивним самонаведенням мають більш високу ймовірність влучання і меншу вартість, ніж з пасивним;

реалізацію принципу "зробив постріл – забув" тощо.

Отже, оснащення мінометних підрозділів високоточними (керованими) мінами забезпечить батальйонній артилерії принципово нові тактичні та бойові можливості та дозволить суттєво підвищити бойову ефективність мінометів.

Майстренко О.В.
НДЦ РВіА

НЕОБХІДНІСТЬ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ (РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ) СИСТЕМ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ, АВТОМАТИЗОВАНИХ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ІЗ ЗАСОБАМИ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ

У ході проведення активної фази відбиття повномасштабного вторгнення рф більша частина завдань з вогневого ураження противника виконується підрозділами ракетних військ і артилерії (далі - РВіА).

Основними цілями є позиції далекобійної артилерії, райони зосередження живої сили і техніки противника, склади боєприпасів (БП), склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ), а також окремі 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.

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 в повній мірі 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 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. Таким чином повинно забезпечуватися отримання учасниками операції достовірної та повної інформації про обстановку на полі бою в режимі реального часу, необхідної для прийняття своєчасних рішень. Технічні засоби повинні забезпечувати передачу інформації (команди) до розрахунку гармати (екіпажу) включно з можливістю проведення контролю наведення і подання виконавчої команди на ураження.

Забезпечення РУК, РВК сучасними системами автоматизованого збору і оброблення отриманої інформації в комплексі з сучасними засобами розвідки та цілевказання дозволить прискорити та оптимізувати процес прийняття рішення з визначення необхідних сил і засобів для досягнення поставлених задач підрозділами РВіА.

Макеєв В.І., канд. техн. наук, доцент
Раскошний А.Ф., канд. військ. наук
Григоренко Р.М.
Сум ДУ

МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО БЮЛЕТЕНЯ «МЕТЕОСЕРЕДНІЙ-11» ПРИ ЗОНДУВАННІ АТМОСФЕРИ ЗОНДОМ ІЗ GPS

У тезах розглянуто спосіб зондування атмосфери із застосуванням сучасних технологій, а саме GPS (ГЛОНАС) приймачів, дозволило визначити геодезичні координати, висоту та час польоту зонду без постійного супроводження положення зонду за допомогою засобів радіолокації та візуального спостереження за ним під час всього польоту.

Зондування атмосфери за допомогою радіолокаційної метеорологічної станції РМС-1 за допомогою радіолокатора, який спостерігає за куль-пілотами, є трудомістким і потребує багато часу на обробку даних. Точність визначення метеофакторів при зондуванні атмосфери за допомогою метеостанції РМС-1 не достатня, під час визначення установок способом повної підготовки. Вага помилок метеорологічної підготовки складає 33% при стрільбі на середні дальності і 60% при стрільбі на дальності $2/3Д_{max}$. Час зондування атмосфери за допомогою РМС-1 складає дві години.

Метою роботи є розробка способів зондування атмосфери із застосуванням сучасних технологій GPS (ГЛОНАС) приймачів, методики обробки даних зондування атмосфери та складання на основі цих даних бюлетенів «Метеосередній». Точність визначення метеорологічних факторів цим способом вища, аніж за допомогою РМС-1. Час на обробку даних менший в два рази.

В основі способу визначення напрямку та швидкості вітру звичайно лежить метод куль-пілотів. Застосування сучасних технологій, а саме GPS (ГЛОНАС) приймачів дозволило визначати геодезичні координати, висоту та час польоту зонду без постійного супроводження положення зонду за допомогою засобів радіолокації та візуального спостереження за ним під час всього польоту. За

отриманими даними визначають напрямок та швидкість руху зонду, а відповідно напрямок та швидкість вітру.

Дані від зонду, який обладнаний GPS (ГЛОНАС) приймачем та відповідними датчиками, можуть передаватися на метеорологічну станцію у вигляді повідомлень у стандарті NMEA 0183.

NMEA 0183 - комбінований стандарт, який визначає як електричні, так і функціональні характеристики комунікаційного протоколу для обміну інформацією між пристроями морського електронного обладнання, такими як ехолот, гідролокатор, анемометр, гірокомпас, автоматичний рульовий механізм, GPS-приймач та багатьма іншими типами обладнання.

Стандарт дозволяє додавати власні ідентифікатори послідовностей, що часто використовується виробниками для передачі додаткової інформації про роботу пристрою.

Для складання метеорологічного бюлетеня необхідно постійно отримувати з зонду з частотою 1 сек., протягом всього часу його польоту, повідомлення з наступною інформацію: номер джерела повідомлення; номер повідомлення; час польоту від моменту старту до моменту закінчення зондування; геодезичні координати зонду; висоту польоту зонду над рівнем моря (над точкою запуску зонда); дійсну температуру повітря; тиск атмосфери.

Таким чином у роботі запропоновано метод куль-пілотів із застосуванням сучасних технологій, а саме GPS (ГЛОНАС) приймачів; розроблені методи обчислювання середнього вітру, середнього відхилення температури повітря та середнього відхилення щільності повітря; запропоновано методи екстраполяції метеорологічних даних за висотою.

Мартиненко С.А.
Каменцев С.Ю.
Андреєв І.М.
Годебський В.П.
НАСВ

ДИСТАНЦІЙНЕ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ РЕАКТИВНИМИ СИСТЕМАМИ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

Реактивні системи мінування є високоефективним засобом для сковування маневру й знищення броньованої техніки противника, насамперед у районах зосередження, на шляхах руху й маневру, рубежах розгортання військ.

У відповідності до офіційних поглядів командування армій країн – членів НАТО масштаби застосування мінно-вибухових загороджень у війнах та військових конфліктах сучасності постійно повинні зростати. При цьому основна ставка робиться на механізовану установку мін, в першу чергу з допомогою засобів та систем дистанційного мінування, для чого війська повинні володіти цілим комплексом засобів швидкісної установки мін – інженерних, артилерійських, ракетних та авіаційних систем. Головним напрямком у розвитку реактивних систем мінування є те, що вони будуть розвиватися шляхом збільшення кількості мін у залпі (у 1,8 рази), а також дальності і площі мінування (у 2,7 рази).

На теперішній час в РВіА дистанційне мінування здійснюється реактивними снарядами реактивних систем залпового вогню (РСЗВ), що споряджені інженерними мінами. РСЗВ залучаються для мінування об’єктів противника, що розміщені в тактичній глибині та дозволяють в короткий час незалежно від ППО противника і метеорологічних умов встановлювати мінні поля значної глибини і протяжності безпосередньо на об’єкти.

У РСЗВ застосовуються наступні реактивні снаряди дистанційного мінування:

до РСЗВ MARS II та M270 MLRS: реактивні снаряди M28, AT2 SCATMIN; експериментальна некерована ракета XM29 з боєприпасом SADARM;

до РСЗВ “ГРАД”: некеровані реактивні снаряди з касетною головною частиною 9М28К, 3М16;

до РСЗВ “УРАГАН”: некеровані реактивні снаряди 9М59, 9М27К2, 9М27К3;

до РСЗВ “СМЕРЧ”: реактивні снаряди 9М55К3, 9М55К4, 9М527.

Міни, якими обладнуються реактивні снаряди дистанційного мінування в РСЗВ:

протитанкові міни DM1399, AT-2 (DM1399);

протитранспортні міни SB-81, ПТМ-1Г (1С), ПТМ-3 (3Г), ПТМ-4 “Нокаут-2”;

протипіхотні міни ПФМ-1(С) “*Лепесток*”, ПОМ 2(С) “Отек”, ПОМ 3 “Медальйон”.

Аналіз створення та стан розробок реактивних снарядів дистанційного мінування для РСЗВ дозволяє констатувати:

1. Аналіз тенденцій розвитку засобів дистанційного мінування показує потенційну ефективність їх бойового застосування РСЗВ.

2. Створення реактивних снарядів для дистанційного мінування місцевості (протитанковими та протипіхотними мінами) пов’язано з вирішенням ряду наукових і виробничих проблем, що доступно лише тільки країнам з відповідними науково-технічними можливостями.

3. Результати ведення бойових дій в ході широкомасштабної агресії росії проти України показують, що для ЗС України створення (розробка і виробництво) високоефективних засобів дистанційного мінування має актуальне значення на сучасному етапі.

Мелешко О.М.
НДЦ РВіА

ОСОБЛИВОСТІ ВИВІРКИ БОЙОВИХ МАШИН РЕАКТИВНОЇ АРТИЛЕРІЇ, ОСНАЩЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ НАВЕДЕННЯМ ТА ВОГНЕМ

Реалії сьогодення висувають жорсткі вимоги щодо автономності застосування бойових машин реактивних систем залпового вогню (БМ РСЗВ), часових характеристик готовності до відкриття вогню і здійснення противогневого маневру. Бойові машини повинні бути спроможні здійснювати:

розгортання з маршу на непідготовленій вогневій позиції (ВП) з топогеодезичною прив’язкою ВП і орієнтуванням БМ;

автоматизований прийом цілевказання з пункту управління вогнем, автономний розрахунок установок для стрільби;

автоматизоване наведення пакету напрямних у ціль за вирахуваними установками для стрільби без виходу обслуги БМ із кабіни.

Для реалізації даних вимог БМ РСЗВ має бути оснащена відповідними засобами:

навігації і топогеодезичної прив’язки, визначення дирекційного кута поздовжньої осі БМ;

визначення поточного положення пакету напрямних у горизонтальній і вертикальній площинах;

вимірювання наземних метеорологічних параметрів;

автоматизованого розрахунку установок для стрільби і автоматизованого управління приводами наведення;

зв’язку і передачі даних.

Дані вимоги були реалізовані при розробленні вітчизняної БМ РСЗВ БМ-21У "Верба".

У ході випробувань даної БМ РСЗВ були виявлені певні особливості визначення індивідуальних поправок БМ, які визначалися в ході вивірок і заносилися в базу даних бортової ЕОМ.

Автором запропоновано порядок визначення, збереження та застосування технологічних поправок наведення в горизонтальній і вертикальній площинах, індивідуальних поправок в приціл на невідповідність кута підвищення пакету напрямних за прицілом та квадрантом та індивідуальних поправок в кутомір на відхилення лінії прицілювання.

Мельник А.П.
НДЦ РВіА

ПОГЛЯДИ НА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ОКРЕМИХ ПИТАНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ПІДРОЗДІЛАМИ АРТИЛЕРІЇ

Широкомасштабна збройна агресія російської федерації проти України вкотре підтвердила ключову роль та місце вогневої підтримки (ВгП) загальновійськових підрозділів у бою. Практика ведення бойових дій свідчить, що в умовах глибоко ешелонованої протиповітряної оборони,

артилерії, реактивних систем залпового вогню, засобів радіоелектронної боротьби, а також авіації противника підрозділи артилерії залишаються, основними військовими формуваннями, здатним забезпечувати належну ВгП. Крім виконання завдань ВгП, на підрозділи артилерії також покладаються завдання контрбатарейної боротьби (КББ), невід'ємною умовою успішного виконання якої є тісна взаємодія загальновійськових та артилерійських підрозділів.

Разом з тим, досвід відбиття російської агресії виявив низку проблемних питань взаємозв'язку загальновійськових та артилерійських підрозділів під час виконання останніми завдань з КББ інформаційної спрямованості, а саме:

1. Проблеми збору інформації.
2. Проблеми обміну інформацією.
3. Проблеми оброблення та аналізу інформації.
4. Проблеми інформаційної безпеки тощо.

Автором розглядаються підходи до вирішення зазначених проблемних питань шляхом реалізації в існуючих комплексах автоматизованого управління наступних функцій:

1. Створення єдиного інформаційного простору:
- уніфікація протоколів передачі даних між підрозділами;
- використання єдиних стандартів для картографії, координат та ідентифікації цілей.
2. Покращення обміну розвідувальними даними в режимі реального часу:
- автоматизація передачі інформації зі збереженням людиноцентричної моделі прийняття рішень.
3. Інтеграція систем управління вогнем:
- синхронізація планування та управління КББ через єдину систему планування та управління об'єднаною вогневою підтримкою;
- надання командирам загальновійськових підрозділів доступу до поточного стану КББ;
- встановлення гнучкої системи пріоритетів: артилерія в режимі реального часу змінює напрямок ударів за заявками загальновійськових підрозділів.
4. Використання елементів штучного інтелекту та Big Data:
- впровадження алгоритмів машинного навчання для прогнозування місць розташування ворожої артилерії;
- створення автоматизованих аналітичних модулів, що видають командиру можливі варіанти дій.
5. Захист і стійкість інформаційної інфраструктури:
- шифрування та багаторівневе резервування каналів зв'язку з постійним моніторингом мереж і виявлення кібератак на інформаційну інфраструктуру;
- використання захищених радіомереж та альтернативних способів передачі даних тощо.

Муковоз О.М.
НАСВ

ЗДОБУТКИ І ВИКЛИКИ В РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Роки війни кардинально змінили оборонний потенціал України. Варто відзначити передусім зростання свідомості суспільства, згуртування нації в боротьбі з ворогом, значне посилення несилових важелів держави: контррозвідки, розвідувальних органів, державно-приватного партнерства у сфері інформаційної протидії. Істотно змінили свій вигляд і можливості Збройні сили України, які навчилися успішно реагувати на тактичні виклики гібридної війни низької інтенсивності.

Україна змогла покращити ситуацію у галузі переозброєння сил оборони, суттєво просунулися національні ракетні програми та розробки. 2019 рік став першим роком реального переозброєння – отриманням армією нових високоточних систем зброї – РСЗВ «Вільха», ПКР «Нептун».

Серед іншого зафіксовано низку локальних досягнень у галузі переозброєння та переоснащення армії (сил оборони).

Зокрема, Повітряні сили ЗСУ отримали новітню мобільну автоматизовану систему управління (АСУ) силами та засобами авіації, протиповітряної оборони ЗСУ «Ореанда».

ДККБ «Луч» виготовляє близько 6 000 ракет різних калібрів на рік. Розпочато виробництво Україною 122-мм самохідних артилерійських установок (САУ) 2С1 «Гвоздика», завершено випробування нових вітчизняних розробок – РСЗВ «Вільха» та 155-мм САУ «Богдана».

Реалізовано глибоку модернізацію 122-мм РСЗВ БМ-21 УМ «Берест», яке передбачає модернізовану систему управління та наведення, проведено випробування системи керування вогнем 524Р для бойових вертольотів Мі-24.

Головні здобутки років війни базуються переважно в політико-дипломатичній площині: має місце політична підтримка у вигляді продовження та розширення санкцій.

Збройні сили України повинні позбутися невластивих функцій – усього, що безпосередньо не стосується прямої підготовки до війни. Найголовніше – спрямувати ресурси на зміну якості комплектування підрозділів і частин підвищеної готовності, що ліквідує небезпечний некомплект бойових бригад.

Залучений ресурс дозволить ліквідувати і традиційний дисбаланс оборонного бюджету, коли понад 70% коштів спрямовується на утримання особового складу. А ще такі заходи відсіють від армії невмотивованих людей. Як наслідок, зменшаться не бойові втрати, які сьогодні складають тривожно великий відсоток.

Для активного переозброєння армії варто активізувати ракетні програми – створення оперативно-тактичного ракетного комплексу «Сапсан» і проти корабельної крилатої ракети «Нептун».

Необхідно прискорити розробку ЗРК середнього радіуса дії, а також збільшити поставки в бойові підрозділи протитанкових керованих ракетних комплексів «Стугна».

Оборонна промисловість – це те, що має потенціал зробити армію сильною. Для цього потрібен єдиний урядовий орган для формування державної оборонно-промислової політики – міністерство або агентство з профільним віце-прем'єром або навіть президентом на чолі.

Такий орган дасть справедливу розв'язку цілого спектра завдань і спірних питань.

Новак Д.А.
НДЦ РВіА

ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ УДАРНИХ БпЛА ВЕЛИКОЇ ДАЛЬНОСТІ ПОРІВНЯНО ІЗ КРИЛАТИМИ ТА БАЛІСТИЧНИМИ РАКЕТАМИ

Новітнім типом безпілотних засобів військового призначення, стрімкий розвиток яких відбувається у даний час, є ударні БпЛА. Найбільш перспективним напрямом розвитку вказаного типу безпілотних засобів ураження вважається створення ударних БпЛА (“дронів-камікадзе”) великої дальності, які спроможні уражати важливі об’єкти противника в глибині його території, рухаючись до призначених цілей на відносно невисоких швидкостях складними траєкторіями. В умовах можливості ведення затяжної та виснажливої війни із більш розвиненою у військовому відношенні державою світу, велика кількість країн (у тому числі й Україна) почали розглядати ударні БпЛА великої дальності, як альтернативу ракетним засобам ураження.

Результати проведеного аналізу вказують на те, що до основних переваг ударних БпЛА великої дальності над “класичними” крилатими та балістичними ракетами можна віднести:

низьку вартість життєвого циклу (вартість їх розроблення, закупівлі, експлуатації, утилізації тощо) – основна і найбільш визначальна перевага;

надвисокий рівень маневреності (можливість польоту складними траєкторіями, застосовуючи різні режими швидкості);

можливість польоту на низьких і наднизьких висотах (до 50 м);

відносно невеликі розміри (разом із можливістю польоту складними траєкторіями на наднизьких висотах ускладнює їх виявлення та ураження більшістю існуючих засобів ППО);

можливість налагодження у відносно короткі терміни великих обсягів виробництва;

можливість застосування великими групами (“зграями”), що значно підвищує імовірність подолання ППО противника та імовірність ураження цілей в глибині бойових порядків його військ (сил).

До основних недоліків БпЛА великої дальності порівняно із звичайними (“класичними”) ракетними засобами ураження, як правило, відносять:

більш низький клас точності та радіоелектронної захищеності навігаційних приладів (знижує точність завдання удару);

відносно незначну вагу бойової частини (впливає на перелік об’єктів ураження та вимагає призначення більшої кількості засобів для ураження цілей з визначеним рівнем ефекту);

незначну швидкість польоту (впливає на оперативність ураження цілей і обмежує застосування цього типу засобів ураження у складі розвідувально-ударних комплексів);

гучність роботи двигуна (разом із відносно низькою швидкістю руху підвищує імовірність виявлення та ураження БпЛА як зенітними засобами, так і стрілецькою зброєю противника).

Крім того, до недоліків вказаного типу ударних БпЛА можна віднести те, що окремі “дрони-камікадзе” великої дальності потребують для свого запуску у повітря злітно-посадкових смуг та характеризуються тривалими термінами передстартової підготовки, у тому числі за рахунок потреби у заправленні БпЛА паливом, що також в свою чергу суттєво знижує рівень оперативності та прихованості їх застосування, а також живучості підрозділів.

Онофрійчук А.Я.
Грабчак В.І.
НАСВ

ВПЛИВ НУТАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ НА ПОЧАТКОВУ ШВИДКІСТЬ ПОЛЬОТУ СНАРЯДА

Одним із основних питань визначення установок для стрільби артилерійських систем є балістична підготовка стрільби. Проведені дослідження засвідчили, що основним джерелом, яке вносить найбільшу частку в сумарну похибку балістичної підготовки на всіх дальностях стрільби, є похибка визначення початкової швидкості польоту снаряда. Важливою складовою похибки визначення початкової швидкості польоту снаряда є її приріст в період післядії порохових газів. Важливо зауважити, що такі чинники, як знос каналу ствола і розігрів ствола під час стрільби, призводять до значного відхилення початкової швидкості польоту снаряда від заданої в Таблицях стрільби через зміну величини кута нутації.

Характер і параметри нутаційних коливань та їх вплив на політ снарядів за умови однаковості інших умов визначаються рівнем початкових кутів нутаційних коливань і кутових швидкостей нутаційних коливань. Процес виникнення нутаційних коливань дуже складний і залежить від багатьох чинників, які пов’язані безпосередньо зі снарядом та стволом гармати. Так під час стрільби з гармати повздовжня вісь снаряда не збігається з віссю симетрії каналу ствола гармати, що призводить до виникнення зазору, зумовленого несиметричним врізанням центрувального потовщення снаряда в нарізи ствола гармати, а також наявністю ексцентриситету (неврівноваженість) ваги снаряда. Процес зносу каналу залежить від теплових та механічних чинників, які впливають на його поверхню. До теплових чинників зараховують: розігрів ствола гармати безпосередньо пороховим газом, температура якого залежно від марки пороху досягає (2000÷3000) *К*; розігрів поверхні каналу ствола від роботи сил тертя за місцем контакту ведучих поясків снаряда з поверхнею каналу ствола гармати; розігрів ствола теплом, яке виділяється від роботи подолання внутрішніх сил тертя в металі ствола гармати у разі його деформації від тиску порохових газів й ударного впливу центрувального потовщення снаряда по поверхні нарізів. До механічних чинників належать фактори, які викликають безпосереднє зношення розігрітого ствола внаслідок механічного знімання металу з поверхні його каналу потоком порохових газів у снарядному просторі і в зазорах між ведучим пояском снаряда, а також ведучими устаткуваннями снаряда.

Під час стрільби з гармат, що мають новий ствол, максимальне значення кутів нутації в точці вильоту снаряда зі ствола гармати становить $(3 \div 4)^0$, для стволів зі середньою виробкою – $(5 \div 10)^0$, для стволів зі значною виробкою або під час розігріву ствола із середньою виробкою – $(11 \div 15)^0$. Так після вильоту з каналу ствола снаряд отримує прискорювальну дію струменів порохових газів, що витікають з каналу ствола гармати, внаслідок чого швидкість снаряда збільшується та досягає найбільшого значення (понад 2,0% дульної швидкості) на відстанях до декількох метрів від точки вильоту. На сьогодні день вплив струменів порохових газів на снаряд недостатньо вивчений як в теоретичному, так і в експериментальному відношенні, що призводить до похибок складання Таблиць стрільби та відповідно до зниження ефективності стрільби артилерії. Виходячи з цього дослідження, що спрямовані на вивчення особливостей проходження снарядом дульного зрізу ствола гармати та його поведінки на ділянці післядії порохових газів, сприятимуть розв'язанню важливого та актуального наукового завдання сучасної експериментальної балістики артилерійських систем.

Пастухов В.В.
в/ч А5145

РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В РАКЕТНИХ ВІЙСЬКАХ І АРТИЛЕРІЇ

Досвід локальних війн і збройних конфліктів останніх років, а також заходи щодо реформування, розбудови та розвитку Збройних Сил України свідчать про зростаючу роль робототехнічних комплексів військового призначення різних типів.

На жаль, необхідно зазначити, що робототехнічних комплексів, в тому числі бойових, і розроблених конкретно для РВіА на сьогоднішній день дуже мало, що призводить до залучення більшої кількості особового складу для виконання поставлених задач.

Роботи щодо їх створення сьогодні тривають. Однак за останній час здійснюються спроби обґрунтування необхідності розробки та впровадження (прийняття на озброєння) бойових робото-технічних комплексів, призначених спеціально для РВіА. При цьому дослідники апелюють до дотримання основних тактико-технічних вимог до створення такої техніки, визначають завдання, місце і їх роль робототехнічних комплексів у системі Сухопутних військ Збройних Сил України.

До завдань, які розв'язують робототехнічні комплекси військового призначення в інтересах РВіА, належать:

- ♦ освітлення (розтин) наземної, надводної ситуацій та видача цілевказівки на застосування зброї;
- ♦ спостереження за полем бою (плацдармом висадки) в реальному масштабі часу;
- ♦ видача даних цілевказівки ракетній зброї наземних комплексів;
- ♦ обслуговування та застосування високоточних боєприпасів з лазерною системою наведення;
- ♦ боротьба з танками противника;
- ♦ оперативна геодезична прив'язка сил і засобів (елементів бойових порядків військ (сил)), забезпечення отримання високоточної геопросторової інформації про місцевість і рішення інших завдань топогеодезичного і навігаційного забезпечення;
- ♦ доставка (підвезення) боєприпасів тощо.

Пастухов В.В.
в/ч А5145

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

Аналіз сучасних умов ведення збройної боротьби у локальних конфліктах і війнах дозволяє встановити загальні тенденції, які можуть визначати характер технічного оснащення військ засобами вогневого ураження противника і особливо артилерією.

Як відомо, артилерія являє собою сукупність двох основних складових: артилерійські формування (частини, підрозділи) та артилерійське озброєння і військова техніка.

Артилерійське озброєння складає матеріальну основу цього роду військ і призначається для забезпечення в бою ураження об'єктів і цілей противника з метою створення сприятливих умов для успішних дій військ з мінімальними втратами.

У цих умовах виникає проблема точного прогнозування розвитку артилерійського озброєння і розроблення базових зразків, що дозволило б на їх основі створювати ряд модифікацій і наступну модернізацію артилерійських комплексів з мінімальним доопрацюванням. Аналіз складу існуючих артилерійських комплексів дозволяє зробити такі висновки:

- усі зразки озброєння, які входять до складу артилерійського комплексу, можна розділити на групи: артилерійські постріли, засоби забезпечення і засоби обслуговування;
- один і той самий зразок озброєння може входити до складу декількох комплексів і бути загальним для них (метеорологічна станція, машина управління, гірокомпас та інше);
- ряд зразків озброєння, які входять до складу комплексів, що прийняті на озброєння раніше, можуть входити до складу перспективних комплексів;
- виникає потреба комплексування засобів розвідки, управління і ураження на основі нових технологій для скорочення часу реакції комплексів у ході виконання бойових завдань;
- неодночасність розроблення зразків озброєння, які входять до складу артилерійських комплексів (засоби розвідки, АСУ, навчально-тренувальні засоби), є причиною зниження рівня бойової ефективності підрозділів і частин артилерії.

Тобто однією з важливих вимог до технічного оснащення артилерії під час прийняття рішення на розроблення нового перспективного комплексу повинно бути вирішення питання щодо обґрунтування його повного складу із включенням усіх елементів, що зазначені у визначенні „артилерійського комплексу". У складі перспективного комплексу повинні бути виділені ті зразки (елементи), які підлягають розробленню, а також ті (зі складу існуючих), які повинні розглядатися на придатність використання в новому комплексі (з метою скорочення строків розробок та уніфікації військової техніки). Останні можуть бути модернізовані, але вони потребують узгодження інших елементів комплексу. Склад усього комплексу артилерійського озброєння, нових зразків, перелік елементів, які модернізуються, затверджуються на рівні, що зобов'язує розробників до виконання.

Таким чином, необхідно постійно вивчати й аналізувати досвід локальних війн і збройних конфліктів з метою визначення напрямків подальшого розвитку як тактики бойового застосування артилерії, так і удосконалення артилерійського озброєння і техніки. Насамперед продовжувати пошук нових способів і прийомів застосування артилерії, які будуть забезпечувати ефективне виконання загальновійськовими частинами (підрозділами) бойових завдань.

Пасько І.В., канд. техн. наук, с.н.с.
НДЦ РВіА

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ЦІЛЕЙ

Результати аналізу роботи службових осіб групи розвідки (ГрР) секції об'єднаної вогневої підтримки (ОВгП) під час проведення об'єктового оцінювання противника свідчать, що визначення пріоритетності груп об'єктів противника та об'єктів у групах є одним із завдань, до виконання якого залучаються представники ГрР. Основна ідея зазначеного завдання полягає у тому, щоб за напрямками дій омбр, тактичними завданнями (періодами ОВгП) визначити такі об'єкти, ураження яких максимально послабить можливості сил і засобів противника. Доцільно мати відповідну методику, яка, враховуючи обрані часткові й узагальнений показники, забезпечить можливість автоматизації найбільш трудомістких етапів визначення пріоритетності об'єктів (цілей) противника.

Методика визначення пріоритетності цілей ґрунтується на основі відомих методів: експертного оцінювання; аналізу ієрархій; попарного порівняння груп важливих об'єктів; визначення ступеня функціонального взаємозв'язку об'єктів між собою тощо. Вона складається із п'яти етапів.

На першому етапі експерти формують перелік часткових і узагальнених показників, які впливають на визначення пріоритетності груп об'єктів противника та об'єктів у групах, а також переліки узагальнених показників. Другим етапом є визначення критеріїв вибраних показників та їх ранжування. Для визначення критеріїв часткових показників пріоритетів груп об'єктів противника доцільно застосовувати підходи, які реалізовано в методиці VCDV-аналізу. Для визначення критеріїв часткових показників пріоритетності об'єктів противника в групах (крім ступеня загрози нашим військам) можна застосовувати підходи матриці CARVER. Третім етапом є визначення значень вагових коефіцієнтів часткових показників пріоритетності групи об'єктів противника (об'єктів у групі). Для пришвидшення процесу визначення вагових коефіцієнтів пропонується використовувати шкалу попарних порівнянь, яка описана Сааті. Метод попарного порівняння Сааті є одним із найпоширеніших методів, що використовується в дослідженнях стосовно прийняття рішення, тому виваження таких рішень пропонується здійснювати методом аналізу ієрархій. На четвертому етапі розраховуються значення узагальнених показників рівнів пріоритетності групи об'єктів противника та пріоритетності об'єкта противника. П'ятим етапом є ранжування групи об'єктів противника та об'єктів противника в групах за пріоритетністю. Отримані значення рівня пріоритетності груп об'єктів противника та пріоритетності об'єктів противника у групах розміщуються в кортеж від максимального до мінімального. Найбільший пріоритет буде мати група (об'єкт у групі) з максимальним значенням пріоритетності.

Таким чином, на наш погляд, запропонована методика є універсальною. Вона ґрунтується на основі відомих методів і може бути реалізована в спеціальному програмному забезпеченні автоматизованих робочих місць службових осіб групи розвідки. На відміну від існуючих зазначена методика дозволяє реалізувати діяльність службових осіб ГрР, спрямовану на формування актуальних розвідувальних даних про об'єкти противника в інтересах їх ураження, а також забезпечити автоматизацію окремих процесів визначення наземних цілей, що також дозволить скоротити час розроблення переліків (списків) важливих і критичних об'єктів ураження противника.

Пасько О.І.
НДЦ РВіА

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ ДЛЯ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ПІДРОЗДІЛІВ АРТИЛЕРІЇ

Аналіз досвіду застосування артилерійських гармат у російсько-Українській війні свідчить, що сьогодні на озброєнні частин та підрозділів артилерії Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил (ЗС) України є зразки озброєння як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Використання різнотипних артилерійських гармат певною мірою зумовлює складність організації логістичного забезпечення, підготовки обслуг тощо. Отже, потребує оптимізації перелік гармат, якими в перспективі буде оснащено артилерійські підрозділи СВ ЗС України.

Формування пропозицій щодо переозброєння підрозділів артилерії доцільно здійснювати з використанням методики визначення пріоритетних напрямів переозброєння підрозділів артилерії СВ ЗС України. Запропонована методика ґрунтується на основі відомих методів: експертного оцінювання; теорії бойової ефективності; оцінювання показників надійності; воєнно-економічного аналізу тощо. Вона складається із шести етапів.

Варто зазначити, що перший етап є ключовим, на якому експертами формується перелік показників, які впливають на пріоритетність напряму переозброєння за групами оперативного і тактичного призначення. Далі проводиться визначення значень комплексних показників рівня бойових, експлуатаційних можливостей та можливостей забезпечення подальшого утримання гармати, яка розглядається як варіант для переозброєння. Кількісні значення показників бойових можливостей доцільно визначати відповідно до тактико-технічні характеристик гармат, а рівнів експлуатаційних можливостей та можливостей забезпечення подальшого утримання – шляхом експертного опитування фахівців-артилеристів. У якості кількісних значень показників еталонного

зразка можна вибирати ті, які визначено у затверджених оперативно-тактичних вимогах до відповідних типів гармат.

На третьому етапі експерти визначають значення вагових коефіцієнтів показників, які впливають на величину рівня розвитку гармати. Потім розраховуються величини рівня розвитку та рівня фінансових витрат для кожної гармати, яка розглядається як варіант для переозброєння. На п'ятому етапі визначається значення узагальненого показника пріоритетності вибору гармати і проводиться ранжування значень пріоритетності зразків озброєння. Результатом шостого етапу є визначення найбільш доцільного напряму переозброєння з тієї категорії гармат, що розглядались (причіпні, самохідні).

Отже, запропонований методичний підхід до вибору артилерійських гармат для переозброєння підрозділів артилерії дозволяє визначати перевагу конкретної артилерійської гармати порівняно з іншими за величиною відношення ефективність-вартість. Він є універсальним та дозволяє як здійснювати обґрунтування пріоритетів переозброєння підрозділів артилерії СВ ЗС України, так і може використовуватися під час обґрунтування оперативно-тактичних вимог до перспективних артилерійських гармат.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. досл.
Гелета С.М.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНИХ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Характерною рисою сучасної російсько-Української війни 2022−2025 років є стійкі тенденції до здійснення вогневого ураження на збільшених дистанціях на противагу вогневим можливостям противника, а також недопущення або зменшення випадків бойових зіткнень з ворогом на коротких дистанціях із застосуванням засобів індивідуальної стрілецької зброї. При цьому зросла роль сучасного високоточного озброєння у вогневому ураженні, коли за рахунок підвищення ефективності використання боєкомплекту снарядів і зменшення кількості їх витрат, покращення точності та потужності вогневого ураження цілей противника ворогуючі сторони намагаються мінімізувати втрати свого особового складу і бойової техніки.

Для того, щоб успішно воювати проти російського агресора, необхідно уважно аналізувати досвід його бойового застосування артилерії, взятий з відкритих джерел, при наступальних діях, та зробити висновки кожному командиру для себе:

1. Застосування підрозділів причіпної артилерії необхідно здійснювати погарматно (максимум по дві гармати на одній вогневій позиції (ВП)), з попереднім інженерним обладнанням ВП і укриттів в повний профіль з накатами, зміну ВП при їх обстрілі не здійснювати, переміщення здійснювати тільки після систематичного повторення обстрілів.

2. Розрахунок установок при веденні вогню декількома гарматами батареї здійснювати погарматно з пристрілкою кожною, при цьому стрільба по групових цілях на двох установках кутоміра недоцільна. У ході просування передових підрозділів переміщення здійснювати перекатами, в першу чергу з найменш зручних ВП.

3. Самохідні підрозділи в ході наступальних дій застосовувати з тимчасових позицій, час знаходження на кожній позиції – не більше 15 хв (робота по 1-2 мм. цілях), доцільно при цьому створювати запаси боєприпасів на тимчасових пунктах у лісосмугах, точки перевантаження змінювати не рідше одного разу в тиждень, бойову роботу здійснювати мінімум двома машинами (з можливістю евакуації один одного).

4. У ході бойової роботи призначати спостерігача за повітрям.

5. Підрозділи реактивної артилерії використовувати по-машинному, бойову роботу здійснювати з тимчасових ВП, при цьому позиції не повторювати (зміна місця позиції щонайменше на 50 - 100 м).

6. З метою якісного ураження противника реактивною артилерією й економії боєприпасів доцільно здійснювати пристрілку цілі 1 - 3 снарядами, потім або пів пакета, або пакет (важливість цілі, розміри). Позиції вибирати на дорогах із твердим покриттям.

7. Мінометні підрозділи застосовувати в смузі своїх підрозділів, підвіз боєприпасів здійснювати пікапами або квадроциклами з причепом, на позиції, як правило, не більше 2-х мінометів з розносом між ними 300-400 м, особовий склад по можливості розміщувати в підвалах будинків, технічних будівлях. Пристрілку цілі здійснювати кожним міномето.

8. На кожній ВП мати бусоль, кожен командир гармати повинен вміти працювати з таблицями стрільби, орієнтувати гармату, працювати на засобах обчислення та визначати дані по цілі з урахуванням метеоданих і балістичних умов, використовуючи засоби автоматизації, зв'язку, що дає можливість зосередження вогню в короткі терміни на найважливіших цілях.

9. Коригування вогню коригувальником здійснювати за сторонами світу.

10. Коригування вогню танків на ефективну дальність 6 - 8 км здійснювати БпЛА.

11. Розрахунок установок на відкриття вогню здійснювати на пункті управління вогнем дивізіону і передавати готові установки на кожний засіб ураження, тим самим відсікається час на передачу координат по цілі та можливість вжити заходів противнику з протидії нальоту.

Все вище сказане вимагає великої та копіткої роботи з організації підготовки, управління та зв'язку з підрозділами, наявність фахівців різних спеціальностей, здатних своєчасно підготувати особовий склад підрозділів для ефективного виконання поставлених перед ними завдань.

Петлюк І.В., канд. техн. наук, ст. досл.
Мельничук В.І.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ У ГАЛУЗЯХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ГЕОПРОСТОРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИЛОВИХ СТРУКТУР ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Четвертий рік повномасштабної війни російської федерації з Україною кардинально змінив ставлення командирів усіх рівнів родів військ, видів ЗС України та її силових структур до питань інформаційного та геопросторового (топогеодезичне та навігаційне) забезпечення частин (підрозділів), якими вони керують.

Інформаційне забезпечення є і залишається одним із елементів загальної системи воєнної безпеки держави. Інформаційне забезпечення об’єктів воєнної безпеки – комплекс заходів зі збирання, накопичення та аналізу інформації, необхідної для ідентифікації поточного стану і прогнозу розвитку воєнної безпеки та ухвалення рішень у сфері захисту воєнної безпеки держави.

Основою інформаційного забезпечення частин (підрозділів) силових структур ЗС України є надання органам управління усіх рівнів надійного доступу до просторових даних із забезпеченням наочної форми їх подання (збір, обробка, зберігання й доведення зображень та описів місцевості, геодезичних і гідрометеорологічних даних).

Важливим питанням геопросторового забезпечення є доведення до користувачів астрономо-геодезичних, гравіметричних даних та відомостей про характер місцевості, параметри загального земного еліпсоїда, гравітаційного поля Землі, елементи орієнтування системи координат, координати пунктів ДГМ, СГМ та інші.

Одним із важливих питань геопросторового забезпечення частин (підрозділів) силових структур в Україні є його складова - навігаційне забезпечення. На даний час крім існуючих засобів навігаційного забезпечення, частини та підрозділи використовують програмні комплекси «КРОПИВА», «КУТОМІР–Д», навігаційний модуль кутової орієнтації «SMARTA», автоматизовану систему керування артилерійським вогнем TOPAZ. Слід зазначити, що всі програмні комплекси є вітчизняного виробництва, за винятком автоматизованої системи керування артилерійським вогнем TOPAZ. Проблемним питанням на цьому етапі є відсутність достатньої кількості навчально-методичних посібників, інструкцій щодо їх використання.

Програмний комплекс «КРОПИВА» дозволяє організувати та автоматизувати задачі з розрахунку топогеодезичної прив'язки, у тому числі з урахуванням супутникової навігаційної системи та/або інших приладів, розвідки, обробки та постановки завдань на вогневе ураження цілей в артилерійських, піхотних та танкових підрозділах. Позитивною стороною програмного комплексу «КРОПИВА» є те, що він підтримує розрахунки для майже всіх наявних та переданих країнами-партнерами артилерійських і мінометних систем.

Особливу увагу приділено у доповіді навігаційному модулю кутової орієнтації «SMARTA». Він призначений для визначення поточних координат, істинного азимута, кутової орієнтації у просторі (кут місця базових ліній між антенами, дирекційного кута і кута фактичного напрямку на ціль у разі наявності опції балістичного обрахунку), вектору швидкості та параметрів стану шкали часу. Позитивною стороною навігаційного модуля кутової орієнтації «SMARTA» є те, що він придатний для роботи у сучасних умовах ведення війни. Тісна співпраця розробника зі споживачем навігаційного модуля «SMARTA» дає можливість своєчасно усувати виявлені недоліки та узгодити його з вимогами.

Концепцією розвитку складової геопросторового забезпечення – навігаційного забезпечення на найближчу перспективу є комплексування та інтеграція навігаційно-геодезичних вимірників різного типу з датчиками іншої інформації, яка потребує координатно-часової прив'язки, в єдині комплекси.

Таким чином, основним напрямком підвищення ефективності інформаційного та геопросторового забезпечення частин (підрозділів) силових структур ЗС України є удосконалення існуючих та розробка нових методів організації та планування геодезичних, топографічних, картографічних робіт з використанням сучасних геоінформаційних технологій.

Поповченко О.М.
Степанов С.С.
НАСВ

МЕТОД ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

Основою артилерійського озброєння є ствольна система. Стан ствола та зарядної камери значною мірою впливає на ефективність виконання завдань. Окрім того, що стволи і так мають обмежений ресурс щодо використання, в умовах інтенсивного ведення вогню трапляються випадки їхнього передчасного виходу з ладу. Тому важливим є оперативний контроль та своєчасне попередження про наближення критичного стану ствольної системи, а в окремих випадках, з метою недопущення їх руйнування та травмування особового складу, можливо навіть блокування їхньої роботи.

Одним із найпростіших методів оперативного контролю може бути система запобігання перегріву ствола. Вона має просту будову і мінімальні можливості щодо блокування системи при досягненні певного порогу максимально допустимої температури. Перевагою такої системи є оперативний контроль стану у режимі реального часу. Інші методи технічного контролю артилерійського озброєння мають більш широке коло можливостей щодо діагностування технічного стану ствольних систем, але недоліком є цільова направленість на виявлення одного (або лише декількох) характерних недоліків, обмежені можливості такого контролю в бойових умовах та неможливість ведення оперативного контролю при стрільбі. Серед відомих методів, які розглядають можливість діагностування стану ствольної системи в процесі пострілу, можна виділити акустичний та віброакустичний підходи.

Важливим фактором, який впливає на ефективність стрільби, є стан порохового (метального) заряду, який в значною мірою може впливати на швидкість снаряда. Аналіз доступних публікацій показав, що це питання є не достатньо дослідженим. Керівними документами визначено, що підставою для переводу ствола у 5-ту (бракувальну) категорію є зменшення початкової швидкості снаряда до величини, при якій система не здатна вирішувати поставлені перед нею завдання внаслідок зменшення дальності стрільби або бронебійної дії. Якщо не врахувати можливу деградацію

порохового заряду, результати деяких методів діагностування, які ґрунтуються на визначенні швидкості вильоту снаряда з каналу ствола, можуть бути хибними.

Метод оперативного контролю технічного стану артилерійського озброєння за віброакустичними сигналами їх пострілів здатен враховувати наявність деградації порохових зарядів, зміну температури та фізичних параметрів ствола, появу тріщин, сколів та корозії. У ході проведення дослідження було отримано зразки сигналів для різних ствольних систем, снарядів та зарядів. Проведений аналіз практично підтвердив високі можливості такого методу.

Алгоритм процесу діагностування складається з послідовності наступних кроків: фіксація віброакустичних сигналів пострілів, їх збереження; розділення сигналу на окремі періоди (рух снаряда в каналі ствола, коливання ствола після вильоту снаряда); визначення значень інформативних параметрів для кожного періоду; порівняння отриманих під час пострілу значень із відповідними показниками сигналів нового, зношеного, пошкодженого стволів; визначення технічного стану ствольної системи.

Такий метод діагностування дозволяє з високим рівнем точності визначати технічний стан артилерійського озброєння, виявляти дефекти чи пошкодження зарядної камери і ствола ще на етапі їх зародження, а також враховувати відхилення, викликані деградацією порохового заряду.

Приміренко В.М., канд. військ. наук, ст. досл.
Вощелев С.Р.
НУОУ

АКТУАЛІЗАЦІЯ ПОРЯДКУ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАКЕТНИХ УДАРІВ В УМОВАХ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ НАЯВНИХ ТА ПЕРСПЕКТИВНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Аналіз виконання завдань об’єднаної вогневої підтримки в ході російсько-Української війни, свідчить, що підрозділи ракетних військ залишаються основними виконавцями із завдання ураження об’єктам противника на всю глибину його оперативної побудови.

Водночас, вичерпання запасів ракет та завершення експлуатаційного ресурсу наземного обладнання ракетних комплексів радянського виробництва, а також наявна кількість сучасних комплексів, яка не покриває загальної потреби в таких засобах, актуалізує питання розвитку спроможностей ракетних військ ЗС України, насамперед за рахунок оновлення парку озброєння і військової техніки.

При цьому виникає потреба в одночасному, комплексному застосуванні РК іноземного виробництва, вітчизняних розробок (за умов прийняття їх на озброєння), а також модернізованих систем, таких як РСЗВ “Вільха” під час завдання групових РУ по критичних об’єктах противника. Такий підхід, за рахунок застосування ракет різного спорядження, дозволить досягти бажаних фізичних, психологічних та операційних ефектів вогневої підтримки та створити умови, які забезпечать виконання завдань операції в цілому.

Водночас наявність окремих методик оцінювання ефективності застосування кожного РК та типу ракет, що ними використовуються, ускладнює питання планування їхнього комплексного застосування. З огляду на це, а також на вимоги щодо планування та координації РУ, які відбуваються на засадах таргетування, необхідності визначення потрібної кількості ракет для досягнення мети операції або її окремих оперативних завдань, виникає актуальне наукове питання, що вимагає уточнення порядку оцінювання ефективності РУ.

Таким чином, окреслений розвиток спроможностей ракетних військ ЗС України вимагатиме комплексного застосування наявних, перспективних та модернізованих РК, що також, як у теорії, так і в практиці актуалізує необхідність розробки і впровадження універсальної методики оцінювання ефективності РУ.

П’янтківський А.П.
НДЦ РВіА

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ У РАКЕТНИХ ВІЙСЬКАХ І АРТИЛЕРІЇ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Сучасне ведення бойових дій вимагає від артилерійських підрозділів високої точності, швидкості реагування та ефективності. Автоматизовані системи управління вогнем (АСУВ) стали ключовим елементом у досягненні цих цілей, забезпечуючи інтеграцію розвідданих, обробку інформації та координацію вогневих засобів у реальному часі.

АСУВ дозволяють автоматизувати процеси управління вогнем, включаючи:

- збір та обробку розвідувальної інформації з різних джерел (БПЛА, радіолокаційні станції, спостерігачі).;
- розрахунок балістичних даних з урахуванням метеоумов.;
- передачу цілевказівок та команд на вогневі позиції.;
- моніторинг результатів ураження та коригування вогню.

Ці функції забезпечують зменшення часу від виявлення цілі до її ураження, підвищення точності стрільби та зниження ризику для особового складу.

Українські Збройні Сили активно впроваджують АСУВ у свої артилерійські підрозділи. Серед них:

- GIS Art for Artillery: система, що забезпечує інтеграцію розвідданих, планування вогню та управління артилерійськими підрозділами;
- TOPAZ**:** польська система, яка інтегрується з різними розвідувальними засобами та забезпечує ефективне управління вогнем на всіх рівнях командування.

Попри значні переваги, впровадження АСУВ стикається з низкою викликів: необхідність стабільного та захищеного зв'язку для передачі даних, потреба у висококваліфікованих фахівцях для роботи з АСУВ, необхідність адаптації систем до різноманітного озброєння, що знаходиться на озброєнні ЗСУ.

Для подолання цих викликів необхідно інвестувати в розвиток інфраструктури зв'язку, проводити регулярне навчання персоналу та розробляти універсальні рішення для інтеграції АСУВ з різними системами озброєння.

У майбутньому розвиток АСУВ буде спрямований на: інтеграцію з системами штучного інтелекту, розширення можливостей розвідки, покращення інтерфейсів користувача**.**

Автоматизовані системи управління вогнем є невід'ємною складовою сучасної артилерії. Їхнє впровадження дозволяє підвищити ефективність бойових дій, зменшити втрати та забезпечити перевагу на полі бою. Подальший розвиток та вдосконалення АСУВ є ключовим завданням для забезпечення обороноздатності України.

Романчук В.М.
Шандрівський А.Г., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

ДОСЛІДЖЕННЯ АДМІТАНСУ ГАЛЬМІВНОЇ РІДИНИ ПРИЛАДОМ NanoVNA

Сучасні методи аналізу фізико-хімічних властивостей технічних рідин використовують прямі неруйнівні електричні методи знаходження діелектричної проникності. Одним із ключових електричних параметрів є адмітанс – комплексна величина, яка залежить від здатності середовища проводити струм. Адмітанс дозволяє узагальнено охарактеризувати зміну складу технічної рідини одним комплексним показником, що надає можливість аналізу впливу різноманітних домішок, що з’являються під час експлуатації транспортних засобів. Зміна складу технічних рідин призводить до втрати якості технічних рідин, що супроводжується виходом з ладу систем, де ці рідини використовуються.

Нами був розроблений первинний аналізатор, який разом з приладом NanoVNA утворює кіберфізичну систему для проведення аналізу технічних рідин. Ця система є чутливою до зміни концентрації води і різноманітних домішок, які можуть з'являтися при експлуатації. Цю систему апробували на виявленні води у гальмівній рідині. Зміна адмітансу найбільше проявлялась на частотах 500 МГц. Саме на цих частотах проявляється зміна як активної складової комплексної провідності, так і реактивної.

Первинний аналізатор являє собою плоский конденсатор, між пластинками якого розміщується технічна рідина, яка виступає носієм електричних зарядів. Такий конденсатор реагує на зміну електромагнітного поля, що створюється NanoVNA (Vector Network Analyzer). Дані, які отримуються цим приладом, подаються для подальшого аналізу на ПК у вигляді залежності S-параметра і фази на різних частотах. Ці параметри у приладі NanoVNA – це параметри відображення сигналу (коефіцієнти відбиття). Вони використовується для розрахунку адміттансу Y, який складається з активної (G) та реактивної (jB) складових.

Можливості такої кіберфізичної системи дозволяють формувати базу даних для використання і аналізу якісного складу різноманітних технічних рідин, які залежать від хімічного складу, температури, частоти електромагнітного поля та інших факторів.

Подальша направленість дослідження стосується виявлення залежності кінематичної в'язкості технічних рідин від величини комплексної провідності. Кінематичну в'язкість рідини можна визначити лише при лабораторних дослідженнях за допомогою, наприклад, віскозиметра. Новий метод має пов'язати знаходження комплексної провідності від кінематичної в'язкості, а також виявлення погіршення якості гальмівної рідини від домішок різної природи при експлуатації техніки.

Таким чином, NanoVNA і кіберфізична система на його базі демонструють інструмент для дослідження електричних властивостей технічних рідин. Отримані результати можуть бути використані для створення бази даних технічних рідин для аналізу впливу різноманітних домішок, часу експлуатації і в подальшому проаналізовані з метою прогнозування їх терміну служби. Інтеграція кіберфізичної системи в автомобільні системи дозволить автоматично моніторити стан гальмівної рідини та попереджати водія про необхідність її заміни.

Савчук Д.В.
НДЦ РВІА

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЯГАЧА З БРОНЕКАПСУЛОЮ ДЛЯ ОБСЛУГИ ПРИЧІПНИХ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ

Досвід війни України проти збройних сил російської федерації показав потребу у високій мобільності та захищеності артилерійських підрозділів. Використання причіпних артилерійських гармат, зокрема 155-мм гармат із довжиною ствола 52 калібри, потребує відповідного транспорту, здатного забезпечити їх транспортування у різних умовах.

Забезпечення мобільності артилерійських систем є критично важливим фактором під час ведення бойових дій. Висока маневреність дозволяє швидко змінювати позиції, уникати вогню противника та здійснювати оперативне перегрупування сил. Крім того, в умовах сучасної війни значно зростає загроза ураження високоточною зброєю та ударними безпілотними літальними апаратами, що вимагає додаткового броньованого захисту для обслуги гармати та забезпечення можливості швидкого розгортання гармати на вогневій позиції.

Однією з ключових проблем, яку необхідно вирішити, є поєднання мобільності, захищеності та вантажопідйомності тягача. З одного боку, транспортний засіб повинен бути достатньо легким і маневреним, щоб забезпечити швидке переміщення гармати, а з іншого – необхідно враховувати вимоги щодо бронезахисту, які дозволять захистити обслугу гармати від куль та осколків артилерійських снарядів (мін). Окрім того, він повинен мати можливість безпечного перевезення боєприпасів.

Все це змушує вести активний пошук шляхів вирішення проблеми щодо розроблення сучасних тягачів для причіпних 155-мм артилерійських гармат з бронекапсулою.

Одним із шляхів вирішення проблеми може бути розроблення та виробництво сучасного тягача з бронекапсулою для обслуги причіпних 155-мм артилерійських гармат.

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку тягачів з бронекапсулою для обслуги причіпних 155-мм артилерійських гармат дозволяє зробити висновок, що у провідних країнах світу проводяться широкомасштабні роботи зі створення таких тягачів. Кооперація й інтеграція між фірмами та державами, залучення кваліфікованих кадрів і необхідне фінансування дозволили в порівняно короткі терміни досягти значних успіхів щодо їх розроблення.

Тенденціями розвитку тягачів з бронекапсулою для обслуги причіпних 155-мм артилерійських гармат є:

підвищення надійності;

забезпечення захисту та безпеки обслуги;

висока мобільність та прохідність базового шасі;

можливість використання одного тягача для буксирування різних гармат і перевезення боєприпасів;

зменшення вартості;

використання засобів радіоелектронної боротьби;

використання навігаційних та комунікаційних систем для ефективного ведення бойових дій;

забезпечення нормальних умов роботи та відпочинку особового складу тощо.

Таким чином, можна зробити висновки, що розроблення тягачів з бронекапсулою для обслуги причіпних 155-мм артилерійських гармат та забезпечення ними артилерійських підрозділів дозволить успішно вирішувати завдання щодо підвищення їх мобільності та захищеності обслуги гармат.

Сай С.М.
НДЦ РВіА

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ, ОСНАЩЕНИХ МІНОМЕТОМ

Високий рівень технічного забезпечення сучасних бойових дій зумовлює зміну ролі та місця наземної артилерії. Розвиток технологій, створення на їх основі більш досконалих артилерійських систем та впровадження сучасних способів бойового застосування підрозділів, на озброєнні яких знаходяться новітні безпілотні наземні комплекси (БпНК), забезпечують значне розширення вогневих можливостей артилерії та зменшення втрат особового складу обслуг.

Слід зазначити, що у відкритих джерелах наводиться інформація щодо розроблення прототипів БпНК, які оснащуються мінометами, та безпосередньо безпілотних наземних транспортних засобів, що призначені для логістичного забезпечення, евакуації, виявлення та знешкодження вибухонебезпечних пристроїв, бойової підтримки, збору розвідувальної інформації тощо.

До сучасних тенденцій розвитку БпНК слід віднести:

забезпечення автономності роботи (використання елементів штучного інтелекту);

збільшення відстані керування та часу автономної роботи;

забезпечення можливості використання різного базового шасі;

підвищення вантажопідйомності та прохідності;

збільшення кількості типів обладнання, якими комплекси можуть оснащуватися (вогневі засоби, системи навігації, засоби розвідки та спостереження; системи РЕБ тощо);

зниження ваги і розмірів;

підвищення надійності та зменшення вартості.

Враховуючи результати аналізу 82-мм мінометів можна стверджувати, що до основних тенденцій їх розвитку слід віднести:

збільшення дальності стрільби;

забезпечення уніфікованості застосування мін та автоматичного їх заряджання;

зменшення ваги за рахунок використання сучасних легких сплавів та композитних матеріалів тощо.

Встановлення на БпНК мінометів дозволить забезпечити:

підвищення дальності вогневого ураження противника (за рахунок можливості ведення вогню з “сірої зони”);

збереження життя особового складу під час ведення бою;

можливість ведення вогню в умовах радіаційного, хімічного та біологічного зараження місцевості;

використання сучасних легких броньованих матеріалів для підвищення захисту без збільшення ваги;

розширення сфери застосування.

Узагальнюючи вищевикладене, можна стверджувати, що за останні 10 – 15 років, головним чином у країнах НАТО, відбувся значний прорив у розвитку БпНК. Тому виникає потреба у створенні в Україні сучасного бойового безпілотного наземного комплексу, оснащеного 82-мм мінометом з автоматичною подачею мін, який потребуватиме мінімального втручання оператора та забезпечуватиме виконання бойових завдань на полі бою без ризику для особового складу.

Семів Г.О., канд. екон. наук, доц.
Снітков К.І., д-р філософії
Поліщук А.М.
НАСВ

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИМИ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ БОЄПРИПАСАМИ ШЛЯХОМ ВИГОТОВЛЕННЯ ЇХ 3D-ДРУКОМ

Забезпечення навчальними, навчально-тренувальними матеріальними засобами є ключовим завданням у організації підготовки спеціаліста певного напрямку. Перед Збройними Силами України стала проблема у наявності великої різноманітності номенклатури артилерійських боєприпасів. Наприклад, снаряди калібром 155 мм є стандартними для багатьох артилерійських систем, таких як M777, PzH 2000, CAESAR, Krab, 2C22. Для кожної з цих систем існує своя лінійка боєприпасів різних виробників. Перед тими хто навчається, постає складне завдання у вивченні будови різних боєприпасів та їх візуального ототожнення. Реалізувати це завдання через їх вивчення за фото та презентаційним матеріалом стає важко через їх однотипність між собою але в той же час різноманітність номенклатур. Особливо гостро це питання виникає при вивченні комплектування пострілів. Вирішення раніше поставлених проблемних питань можливо за рахунок використання навчальних пострілів.

Сьогодні у Збройних силах відсутні навчальні боєприпаси калібру 155 мм. Часткове вирішення проблеми нестачі навчальних боєприпасів може здійснюватися шляхом змінення маркування снарядів калібру 152 мм, але це має низку суттєвих обмежень і недоліків. Виробництво 155-мм навчальних пострілів також вирішить це питання частково, постійне збільшення кількості номенклатур призводить до постійного збільшення видів навчальних пострілів.

Враховуючи зазначені обмеження та потреби, пропонується використання навчальних снарядів, виготовлених за допомогою 3D-друку. Цей підхід має низку переваг, які роблять його перспективним рішенням для вирішення проблеми нестачі навчальних снарядів калібру 155 мм. Так перевагами цього підходу є: вартість виготовлення навчального макета артилерійського пострілу значно менша за вартість виготовлення навчального артилерійського пострілу;

Технологічність, для виготовлення макета артилерійського пострілу відсутня потреба у спеціалізованому заводському обладнанні, 3D-друк може бути доступний практично у будь-якій навчальній лабораторії; Оперативність, адаптивність виготовлення, 3D-друк дозволяє оперативно створювати навчальні боєприпаси у необхідній кількості, їх моделі можуть швидко оновлюватися, якщо з'являються нові вимоги, технології або номенклатури.

Разом з тим є потенційні обмеження, недоліки: основний − це міцність матеріалів, пластикові або композитні матеріали, не здатні повністю відтворити фізичні характеристики металевих боєприпасів, наприклад, вагу чи міцність. Це обмежує виготовлення навчально-тренувальних пострілів. Для виготовлення навчальних снарядів за допомогою 3D-друку необхідно: розробити 3D-модель із використанням спеціалізованих програмних продуктів (AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360); підібрати 3D-принтер, вибір пристрою залежить від типу матеріалу та необхідної точності друку, рекомендуються FDM або SLA-принтери; підібрати матеріали, це можуть бути легкі матеріали PETG або ABS для корпусів, а також лакофарбові матеріали для фарбування та нанесення маркування.

Використання 3D-друку для створення навчальних боєприпасів є інноваційним підходом, який дозволить підвищити якість підготовки тих хто навчається, забезпечуючи їх сучасними навчальними засобами при мінімальних фінансових витратах.

Сергієв С.В.
НДЦ РВіА

УНІФІКАЦІЯ МЕТЕОБЮЛЕТЕНІВ НАТО ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В АРТИЛЕРІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У сучасній війні точність вогню артилерії безпосередньо залежить від якості та актуальності метеорологічного забезпечення. Метеобюлетені містять критично важливі дані про стан атмосфери на різних висотах - вітрові зсуви, температуру, щільність повітря, тиск тощо. Для розрахунку траєкторій снарядів ці дані повинні бути стандартизованими та сумісними з програмним забезпеченням систем вогневого управління. Саме тому питання уніфікації метеорологічних бюлетенів стає пріоритетним для підвищення ефективності артилерії.

Сьогодні для розрахунку установок артилерійських і мінометних пострілів у Збройних Силах України використовують три основних метеорологічних повідомлення:

- повідомлення Meteo11 (так зване “метеосереднє”), метеорологічне повідомлення колишніх країн Радянського союзу;
- стандартне балістичне метеорологічне повідомлення METB (STANAG 4061);
- стандартне метеорологічне повідомлення для артилерійських комп’ютерів METCM (STANAG 4082).

Ці метеорологічні повідомлення забезпечують однаковий підхід до представлення метеоданих, що дозволяє легко інтегрувати їх у балістичні обчислення будь-яких артилерійських систем країн – членів Альянсу. Для України, яка активно адаптує свої Збройні Сили до стандартів НАТО, важливо не лише отримувати метеодані у цих форматах, а й забезпечити можливість їхнього використання в системах управління вогнем артилерії.

Уніфікація метеобюлетенів дозволить підрозділам ЗСУ ефективно користуватися як власними, так і союзницькими джерелами метеорологічної інформації. Це особливо актуально в умовах спільних операцій, коли українські артилеристи застосовують західні гармати, що працюють з форматами METCM чи METB3.

Конвертація метеорологічних бюлетенів дозволяє трансформувати дані з одного формату в інший, забезпечуючи їх використання в різних системах управління вогнем, програмних забезпеченнях і методиках розрахунку. Наприклад, якщо артилерійський розрахунок працює зі стандартом "Metео11", а метеостанція передає інформацію у форматі "MetB3", необхідно швидко адаптувати дані для коректної роботи обчислювальної системи. Без такої конвертації можуть виникнути суттєві похибки, які знижують ефективність вогню.

Таким чином, конвертація метеорологічних бюлетенів між форматами "Metео11", "MetB3" і "MetCM" є необхідною умовою для забезпечення точності стрільби, оперативності бойових дій і гнучкості використання різного обладнання в умовах сучасного бою.

Сигляник І.В.
Дідіченко О.А.
НАСВ

ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ

Аналіз досвіду ведення бойових під час відбиття збройної агресії російської федерації проти України та сучасних підходів до бойового застосування ракетних військ і артилерії дозволяє стверджувати, що у вогневому ураженні артилерією ключова роль відводиться точності інформації про ціль та швидкості визначення коректур.

Отже, засоби розвідки повинні забезпечити достовірну інформацію про ціль практично у реальному масштабі часу. Одними з таких засобів артилерійської розвідки є радіолокаційні комплекси контрбатарейної боротьби (далі − РЛС КББ), в яких використовується електронно-кероване діаграмоутворення, що дає можливість одночасно виявляти та супроводжувати декілька снарядів (мін, ракет) на траєкторіях їх польоту.

Підрозділи артилерійської розвідки загальновійськових бригад на даний час мають значну потребу у постачанні РЛС КББ середнього радіуса дії.

Цей сегмент засобів артилерійської розвідки зазнав значних безповоротних втрат під час ведення бойових дій, крім того, існує необхідність забезпечення такими засобами розвідки значної кількості новостворених загальновійськових бригад. РЛС КББ великого радіуса дії могли б частково вирішити цю проблему, але їх наявна кількість не може покрити існуючої потреби.

Під час визначення вимог до дальності ведення розвідки також необхідно враховувати віддалення районів позицій РЛС КББ від ЛБЗ, умов застосування та бойових порядків артилерійських підрозділів, стрільба яких буде обслуговуватися, а також забезпечення живучості та максимального використання маскувальних властивостей місцевості.

Іншим не менш важливим технічним параметром, що визначає характеристики РЛС КББ є сектор розвідки за азимутом, який забезпечує необхідну ширину смуги ведення розвідки по фронту. При визначенні ширини смуги ведення розвідки ВМК РЛР КББ необхідно враховувати тактичні нормативи загальновійськових частин, у смузі дій яких він буде застосовуватися.

Не менш важливим технічним параметром, який впливає на ефективність використання РЛС КББ, є точність визначення координат цілей (розривів). Помилки засічки цілей (розривів), як правило, характеризуються серединними помилками за дальністю та напрямком. Однак на практиці це незручно і тому еліптичні помилки слід приводити до кругових.

Жорсткі вимоги висуваються до часу переведення РЛС КББ з похідного положення у бойове і навпаки у ході ведення бойових дій, особливо при вогневому ураженні та під час переміщення до нового району позицій.

Таким чином, враховуючи тактико-технічні характеристики сучасних РЛС КББ провідних країн світу, досвід ведення бойових дій, перспективні станції середньої дальності повинні забезпечувати:

сектор розвідки (електронного огляду) за азимутом - не менше 60 градусів, за кутом місця - не менше 40 градусів;

дальність розвідки: мінометів - не менше 20 км; артилерійських гармат - не менше 20 км; РСЗВ не менше 30 км;

дальність обслуговування стрільби своєї артилерії - не менше 23 км;

визначення прямокутних координат цілей (розривів) з серединною похибкою - не більше 0,3% Д засічки;

кількість одночасно супроводжуваних цілей - не менше 6;

перепускну здатність - не менше 60 цілей/хв.

Сірий Ю.І.
Андреєв І.М.
Годебський В.П.
НАСВ

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗВИТКУ ТА ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА 60-мм МІНОМЕТІВ І МІН В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Повномасштабна російсько-Українська війна продемонструвала критичну потребу у високо-ефективному, мобільному і технологічно адаптивному озброєнні підрозділів. Однією з таких систем є 60-мм міномети та відповідні боєприпаси – легке озброєння, яке дозволяє здійснювати вогневу підтримку на тактичному рівні. Враховуючи обмежені поставки з-за кордону та затребуваність таких систем на фронті, виникає нагальна потреба налагодження вітчизняного виробництва мінометів і мін зазначеного калібру.

Міномети калібру 60 мм, зокрема болгарського виробництва (наприклад, M60CMA) активно використовуються Збройними Силами України. Ці системи зарекомендували себе як ефективні засоби вогневої підтримки завдяки простоті в експлуатації, високій мобільності та можливості стрільби різними типами боєприпасів – фугасними, практичними, димовими, освітлювальними та термобаричними.

Особливо цінними стали боєприпаси типу HE 60LDMA, PRACT 60LDMA та TB60, які забезпечують ураження живої сили, транспортних засобів, укриттів та міської інфраструктури. Максимальна дальність стрільби досягає 4058 м, а дульна швидкість – 249 м/с. Термобаричні боєприпаси TB60 особливо ефективні у штурмових операціях, включаючи бойові дії в населених пунктах.

60-мм міномети також використовують малу вагу системи (до 20 кг у зібраному вигляді), що дозволяє оперативно змінювати позиції, зменшуючи ризик втрат серед особового складу. Порівняно з 82 мм або 120 мм системами вони набагато простіші у логістиці та обслуговуванні.

У контексті війни особливо актуальними стали питання забезпечення підрозділів боєприпасами. Імпортні поставки нестабільні, а їхня вартість зростає. Налагодження серійного виробництва власних 60-мм мінометів та мін дозволить зменшити залежність від партнерів, адаптувати номенклатуру під тактичні потреби та зменшити витрати. В умовах постійного вдосконалення тактики та зростання потреб у засобах вогневого ураження, створення вітчизняного виробництва – стратегічне завдання.

Власне виробництво 60 мм мінометів і боєприпасів до них є не лише актуальним, а й критично необхідним для збереження боєздатності підрозділів у сучасній війні. Досвід застосування на фронті доводить ефективність цих систем. Україна має технологічний потенціал для виробництва таких озброєнь, і їх розробка та постачання повинні стати пріоритетом державної оборонної політики у коротко- та середньостроковій перспективі.

Снісаренко А.Г., канд. техн. наук, с.н.с.
Агафонов Ю.М., канд. техн. наук, доц.
Тішкін В.В.
ХНУПС

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НЕЯДЕРНИХ СИЛ СТРИМУВАННЯ

З моменту початку збройної агресії на Сході нашої країни дедалі більш гостро постає питання щодо необхідності створення та включення до складу Збройних Сил України неядерних сил стримування (НСС).

Відповідно до можливих сценаріїв розгортання бойових дій та враховуючи необхідність використання принципу “пропорційності” під час відсічі агресії противника, вважається доцільним

розглянути трирівневу структуру неядерних сил стримування: тактичного призначення з дальністю дії до 120 км; оперативно-тактичного призначення – до 500 км; стратегічного призначення – до 1500 км.

Ефективне управління таким міжвидовим угрупованням частин та підрозділів, оснащених різною за дальністю ураження та типом базування ракетною зброєю, можливе лише з використанням автоматизованої системи управління (АСУ). Для розгляду можливості створення АСУ НСС необхідно визначити організаційну структуру, яка буде здатна здійснювати управління трирівневою міжвидовою структурою НСС з урахуванням того, що в подальшому така структура може бути і окремим видом (родом) Збройних Сил України.

У доповіді запропоновано варіант структурно-функціональної схеми автоматизованої системи управління НСС, яка являє собою ієрархічну централізовану (з елементами децентралізації) структуру, що включає стратегічний, оперативно-тактичний, тактичний рівень управління, засоби ураження та розвідки.

Показано, що організаційну основу такої системи складають органи управління відповідної ланки, включаючи вищу ланку (стратегічна), проміжні ланки управління (оперативно-тактична, тактична) та нижчі ланки управління, в якості яких доцільно розглядати безпосередньо ракетну зброю. Органи управління реалізують свої функції щодо управління підпорядкованими військами та засобами ураження на відповідних їх рівню командних пунктах та пунктах управління. Зроблено висновок про можливість уніфікації їх технічного складу.

Розглянуто функціональну основу системи управління НСС, яку складає система взаємо-узгоджених та взаємопов’язаних функціональних завдань, що виконуються органами управління відповідних ланок управління в процесі управління підлеглими ланками, та технічну основу такої системи, яку складає система командних пунктів і пунктів управління та система зв’язку.

Зроблено висновок, що АСУ НСС виступає складовою інформаційно-телекомунікаційної системи та здійснює обробку інформації бойового (за необхідності, логістичного) управління. При цьому підсистема тактичного рівня ракетних бригад (полків) має являти собою єдину інтегровану систему, яка здійснює як автоматизовану, так і неавтоматизовану взаємодію з засобами розвідки та здійснює вирішення задач бойового та логістичного забезпечення.

В якості альтернативного варіанта створення технічної основи АСУ НСС розглянуто можливість використання уніфікованої командної машини управління (КМУ), що розробляється у складі оперативно-тактичного ракетного комплексу ”Грім-2”.

Соколовський С.М., канд. військ. наук, доц.
Внучкова Г.В.
Штуглинець Д.І.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА СПОСТЕРЕЖНИХ ПУНКТАХ

Активне застосування розвідувальних і ударних БпЛА з обох сторін в російсько-Українській війні зумовило потребу у пошуку шляхів забезпечення живучості спостережних пунктів і пошуку нових рішень у виконанні завдань розвідки поля бою, які б забезпечували необхідну ефективність в сучасних умовах. Найбільш поширеними є три варіанти рішення за таких умов:

1) відмова від використання наземних спостережних пунктів з альтернативою використання розвідувальних БпЛА і БпЛА спостереження за полем бою, що забезпечують ситуаційну обізнаність командира;

2) використання камер зовнішнього спостереження та їх комплексування для отримання точних координат об’єктів розвідки (метод спряженого спостереження);

3) нарощування інженерного обладнання спостережних пунктів, вжиття заходів з маскування від повітряного противника і забезпечення живучості особового складу.

Звичайно такі підходи застосовують комплексно в залежно від можливостей і умов обстановки, проте рухомі спостережні пункти та командирські машини управління вогнем артилерії практично зникли з поля бою через їх високу уразливість.

В артилерійських підрозділах дистанційно керовані оптико-електронні засоби розвідки і спостереження використовувались і в ході Антитерористичної операції, і під час операції Об'єднаних сил, проте значного поширення вони набули з надходженням у війська комплексів «СОВА» – оптико-електронних комплексів контрбатарейної боротьби, що включають IP-відеокамеру, ноутбук зі спеціалізованим програмним забезпеченням і комплектом засобів монтажу та комутації. Обробка засічок та передача зображення від камер спостереження здійснюється з використанням інформаційно-комунікаційних систем та засобів відображення інформації. Розвідники (оператори комплексу) або командири у цьому випадку спостереження ведуть з укриття (бліндажу, захищеної споруди).

Пізніше у росіян з'явився програмно-апаратний комплекс спряженого спостереження «Аргус», принцип застосування якого близький до застосування «СОВА». Тож можна говорити, що використання технічних засобів спостереження на спостережних пунктах – це тенденція в оптико-електронній розвідці.

У теорії артилерійської розвідки з появою оптико-електронних комплексів спостереження необхідним є перегляд трактування визначення спостережних пунктів. Спостережним пунктом прийнято називати місце, з якого розвідку ведуть способом спостереження. Спостережні пункти за своїм призначенням поділяються на командно-спостережні та спостережні пункти, які в свою чергу можуть бути передовими та боковими.

Пропонується під спостережним пунктом, який обладнаний технічними засобами спостереження, розуміти місце, з якого ведуть спостереження, а також місце, де безпосередньо встановлений засіб спостереження та засоби, що забезпечують його функціонування і передачу даних.

При цьому вимоги до спостережного пункту та заходи з його підготовки залишаються незмінними та повною мірою відповідають положенням, зазначеним у керівних документах.

Внесення відповідних змін до керівних документів дозволить адаптувати останні до практики дій розвідувальних підрозділів у сучасному бою.

Степаненко О.В.
НДЦ РВіА
Вакал А.О., канд. техн. наук, с.н.с.
Сум ДУ

ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ БпЛА

Досвід війни в Україні підтверджує ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) під час виконання різних завдань. Аналіз стану та розвитку армій росії та інших країн свідчать про нарощування кількості БпЛА тактичного рівня (мікро- та мініБпЛА) у складі військових підрозділів. Перелік завдань, які вирішуються за допомогою БпЛА, є достатньо широкий. Одним із основних завдань БпЛА є ведення розвідки, спостереження за місцевістю (бойовими діями) та надання отриманої інформації до пункту управління у режимі реального часу. Тип корисного навантаження, що встановлюється на БпЛА, залежить від його тактико-технічних характеристик. Найчастіше до складу корисного навантаження БпЛА входять оптико-електронні пристрої, а також телевізійні та інфрачервоні камери, які дозволяють суттєво збільшити та покращити інформативність отриманого зображення, а додаткове встановлення лазерного далекоміра-цілевказувача дозволяє точно визначити координати цілі.

Для того, щоб оцінювати розвідувальні можливості БпЛА, пропонується визначити та розраховувати їх технічні можливості та за результатами проведених обчислень з'ясовувати кількість об'єктів, які можуть бути виявлені тим чи іншим комплексом з БпЛА.

Технічні можливості мікро- та мініБпЛА дозволяють їм проводити розвідку на тактичну та оперативно-тактичну глибину побудови бойових порядків противника. Можливості БпЛА щодо визначення кількості об'єктів, їх розміщення та стану залежать від їх параметрів. Ці параметри можна розділити на тактичні та технічні. В якості тактичних параметрів слід розглядати: тип військової операції; кількість БпЛА, що одночасно ведуть розвідку; спосіб (метод) ведення пошуку об'єктів;

щільність розподілу об’єктів у зоні ведення бойових дій; розмір зони бойових дій; ступінь (якість) маскування об’єктів; кількість хибних об’єктів.

В якості технічних параметрів слід розглядати: розмір площини земної поверхні, у межах якої БпЛА виконує свої завдання (розмір зони ведення розвідки); розмір зони ведення оптико-електронного спостереження; ймовірність виявлення об’єкта; технічні характеристики платформи БпЛА.

Враховуючи те, що мікро- та міні БпЛА проводять розвідку на тактичну та оперативно-тактичну глибину побудови бойового порядку, під об’єктами, які розвідуються, слід розглядати типові зразки озброєння та військової техніки (ОВТ) противника.

Розмір зони ведення розвідки, в межах якої БпЛА здійснює розвідувальний політ, залежить від технічних особливостей оптико-електронної системи, встановленої на БпЛА, та параметрів його польоту. До таких особливостей належать кути поля зору оптико-електронної системи, висота польоту, час перебування БпЛА у польоті, його швидкість та видалення точки запуску БпЛА від зони ведення розвідки (лінії бойового зіткнення).

Здійснивши розрахунки з урахуванням зазначених технічних та тактичних параметрів, можна визначити кількість викритих об’єктів кожного типу зразка ОВТ за один розвідувальний політ як одного БпЛА, так і декількох (групи), за відсутності впливу засобів протидії противника та відсутності заходів щодо зменшення помітності об’єктів.

Таким чином, запропонований підхід дозволяє визначити необхідні показники та критерії для проведення необхідних розрахунків і розроблення на їх основі програмного забезпечення, необхідного службовим особам пунктів управління для швидкого оцінювання розвідувальних можливостей БпЛА під час планування розвідки та аналізу отриманої розвідувальної інформації.

Стецiв С.В., канд. техн. наук
Мізін В.С.
Ткаченко В.В.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ М28

М28 – некерований реактивний снаряд (РС) із порожньою бойовою частиною (БЧ) є навчальною версією боєприпасів, що імітує балістичні характеристики бойових РС М26. РС М28 призначений для відпрацювання практичних стрільб і тактики застосування самохідних пускових установок (СПУ) М142 HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) або М270 MLRS (Multiple Launch Rocket System).

БЧ РС М28 – інертного типу, не містить вибухової речовини та бойових елементів, основним призначенням якої є симуляція ваги, розмірів й аеродинамічних характеристик БЧ РС М26. БЧ РС М28 зазвичай виготовляється зі сталі або іншого важкого матеріалу, зберігаючи масу та баланс РС під час польоту.

Ракетний двигун (РД) РС М28 – твердопаливний, має меншу тягу в порівнянні з РС М26 та забезпечує дальність польоту 8 − 15 км.

РС M28A1, RRPR (Reduced Range Practice Rocket) – тренувальний РС із затупленим носом та дальністю польоту до 15 км. РС отримав вдосконалені характеристики стабілізації, що забезпечило більшу точність на відміну від базової версії М28, а також можливість встановлення датчиків для збору даних про траєкторію польоту та точність влучання.

РС M28A2, LCRRPR (Low Cost Reduced Range Practice Rocket) – низько вартісний тренувальний РС із затупленим носом та дальністю польоту до 15 км. РС має покращену систему стабілізації, що дозволяє збільшити точність; має вбудовані датчики та трекери для збору даних про траєкторію польоту. Корпус РС М28А2 виготовлений з більш сучасних матеріалів, що підвищують надійність конструкції.

РС UKRRPR (United Kingdom Reduced Range Practice Rocket) – тренувальний РС, розроблений спеціально для Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії, калібром 120 мм та дальністю польоту до 9 км.

Для пуску РС М28 використовуються СПУ типу М142 HIMARS або М270 MLRS. Пуск здійснюється з лівого або правого борту СПУ. Оскільки РС М28 є некерованим РС, то основним чинником, який впливає на його траєкторію польоту, є метеорологічні дані. Щодо структури метеобюлетеня – це використання стандартизованого бланка, який визначений формою Army Form B6761 (2007).

Основні тактико-технічні характеристики РС М26:

калібр М28 (А1, А2) – 227 мм;

довжина – 3,94 м;

маса М28А1 (А2) – 250 кг;

апогей траєкторії М28А1 (А2) – 5 км;

тип траєкторії – балістична;

дальність польоту – до 15 (9) км (в залежності від модифікації);

час польоту на максимальну дальність – 64 с.

Столяренко М.П.
НДЦ РВіА

ШЛЯХИ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРОВАНОЇ МІНИ

Як показує досвід ведення бойових дій з російською федерацією, найбільш ефективним засобом боротьби з броньованою, нерухомою і рухомою технікою та малорозмірними інженерними спорудами ворога на дальностях 6 - 8 км можуть бути керовані міни (далі – КМ).

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку високоточних артилерійських боєприпасів показує, що у провідних країнах світу проводяться широкомасштабні роботи зі створення керованих мін.

При обґрунтуванні бойових можливостей керованої міни, насамперед, необхідно визначати вимоги до її характеристик. Для керованої міни доцільно виділити наступні характеристики: далекобійність (максимальна дальність стрільби міни); точність влучення в ціль; могутність дії.

При визначення вимог до максимальної дальності польоту міни необхідно враховувати: віддалення вогневої позиції міномета від лінії бойового зіткнення; можливість засобів цілевказання щодо підсвічування цілей; глибину зони вогневого ураження противника засобами артилерії; ширину смуги бойових дій загальновійськових формувань.

Визначення вимог до точності влучення КМ повинно базуватися на аналізі помилок, які супроводжують стрільбу високоточними боєприпасами, а саме: помилки доставки КМ в зону захоплення засобом наведення та помилки наведення КМ у ціль.

Помилка доставки КМ в зону наведення характеризується помилкою визначення установок для стрільби та помилкою, яка зумовлена технічним розсіюванням.

При визначенні конкретних кількісних значень вимог до точності, яку повинна забезпечувати система наведення КМ, необхідно розглядати конкретний тип бойового оснащення (далі – БО) міни та характерні для цього типу БО типові цілі.

Показником точності влучення міни, який застосовується для оцінювання імовірності ураження цілі, є кругове імовірне відхилення (далі – КІВ) – характеристика розсіювання точок падіння (розриву). КІВ визначається як радіус кола з центром у точці цілі, імовірність влучення в яке дорівнює 0,5.

Могутність дії керованої міни – це ефективність її дії по цілі (ураження, руйнування тощо), а також залежить від калібру, конструкції міни та підривника, типу і маси спорядження.

Аналіз існуючого стану і основних характеристик сучасних КМ вказує на те, що у більшості керованих мін як бойове оснащення, застосовуються бойові частини осколково-фугасної дії. Тому ура жальними факторами цих боєприпасів є осколкова та фугасна дія.

Характеристикою осколкової дії керованої міни є приведена площа осколкового ураження цілі, яка залежить від: забійного інтервалу осколків (відстань, на якій осколки здатні уражати ціль); поточного значення радіуса розльоту осколків; початкової швидкості розльоту осколків; забійної швидкості осколків тощо.

Характеристикою уражальної дії ударної хвилі є приведена зона ураження. Вона залежить від кута зустрічі з ціллю, кінцевої швидкості, калібру, ваги, форми та міцності міни, а також характеру перешкоди. Могутність фугасної дії КМ залежить від кількості та могутності розривного заряду.

За характеристику фугасної дії керованої міни доцільно приймати приведену зону руйнування, а в деяких випадках – радіус воронки (об'єм), яка утворюється при розриві міни.

Запропонований методичний підхід дозволяє провести розрахунок кількісних значень щодо визначення вимог до характеристик КМ при обґрунтуванні її бойових можливостей.

Тимчук В.Ю., канд. техн. наук, с.н.с.
НАСВ
Бобровський Д.Б.
А0224
Пєтушков В.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ
Савчук М.М.
КСБС

ВІЗІЯ НА АРТИЛЕРІЙСЬКУ КОМПОНЕНТУ БОЙОВИХ ДІЙ XXI СТОЛІТТЯ

Бойове застосування визначених сил і засобів РВіА мало і має місце, починаючи з червня 2014 р. За цей час форми і способи застосування частин і підрозділів РВіА зазнали багатьох, у т. ч. кардинальних змін, що простежується у доповідях (лекціях) керівного складу ЗС України; у довідках і звітах посадових осіб військових частин у частині РВіА; у матеріалах робочих груп щодо узагальнення та вивчення бойового досвіду в періоди АТО, ООС, відбиття повномасштабного вторгнення російської федерації; у наукових статтях щодо форм і способів застосування РВіА та розвитку систем і зразків озброєння та військової техніки в інтересах РВіА; у наукових дисертаціях; в аналітичних матеріалах іноземних дослідників тощо.

Аналізуючи цю «ракетно-артилерійську добу» (а частка уражень цілей РВіА складала від 40% до 70% уражених цілей) «просідання» частки пояснюється логістичними чинниками, а саме нестачею в певні періоди артилерійських боєприпасів, наприклад калібрів 122 мм і 152 мм, обмеженою кількістю артилерійських систем калібру 155-мм з їх поступовим, але неоднорідним нарощуванням у всіх смугах фронту, недостатністю засобів артилерійської розвідки, передусім повітряних комплексів (апаратів) до часу відновлення (розгортання) мережі спостереження «Очі», але також і інших основних засобів (радіолокаційної розвідки, звукометричної розвідки), що в окремі періоди збройного протистояння не дозволяло забезпечити безперервної та різнобічною розвідки, невідповідністю бойових можливостей РВіА у порівнянні з противником, зокрема щодо кількості залучення, але також і граничної дальності у порівнянні з конкретними артилерійськими системами, які застосовувалися (застосовуються) обома сторонами та іншими чинниками). Така роль РВіА в умовах відсутності авіаційної підтримки зберігає за артилерією функцію основної складової об'єднаної вогневої підтримки (ОВгП). Тим не менше за час протистояння форми і способи дій РВіА зазнають постійних трансформацій, що щоразу визначає потребу формувати погляди на розвиток РВіА на ближчу та віддалену перспективи. Починаючи з осені 2023 року, ЗС України воюють позиціями і в інтересах підтримки позицій, відділень – взводних і ротних опорних пунктів як таких уже не існує – функціонують т.зв. бригадно-позиційні опорні пункти. Нині бригада може створити безперервне, суцільне спостереження за переднім краєм, а у поєднанні з класичними засобами артилерійської розвідки та силами підтримки (РЕБ, інженерні війська, ППО) – створити поле ситуаційної обізнаності в глибині бойових порядків противника і забезпечити завчасне (своєчасне) реагування на раптові зміни в тактичній обстановці, надавши вогневу підтримку первинним вогневим позиціям або спостережним пунктам, відділенням. І артилерія бригади, і РВіА старшого начальника включаються до системи ОВгП і спільно з вогневими можливостями Сил безпілотних систем, сил РЕБ наносять вогневе ураження противнику. Керівних документів, що визначають форми і способи застосування військ у такій «бригадно-позиційній обороні», не існує, а стандарти НАТО щодо питань у стосовно до ОВгП, не описують дії бригад щодо найнижчого рівня бойових порядків.

Тимчук В.Ю., канд. техн. наук
Литвин В.В., д-р техн. наук, проф.
Агеєв А.А.
НАСВ
Триснюк В.М., д-р техн. наук, проф.
Шумейко В.О., канд. техн. наук, с.н.с.
ІТІГІП НАН України
Медяков О.О.
НУ ”Львівська політехніка“

РІЗНОВИД СИСТЕМИ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЦІЛЕВКАЗІВКИ

В умовах невпинної інформатизації функціонування збройних сил у всій сукупності від планування та підготовки до після аналізу включно з бойовими діями є постійно актуальною проблема обробки консолідованої інформації. У зв’язку з реальністю наявності багатьох джерел інформації з одночасною недостатністю або спотвореністю даних для обробки консолідованої з різних джерел і форматів представлення інформації де-факто розробляються нові складні системи озброєння, які називають системами систем. Для прикладу складовими такої системи систем можуть бути такі окремі функціональні системи як безпілотний авіаційний комплекс, радіолокаційна станція, автоматизований звукометричний комплекс, метеорологічний комплекс, пост радіоелектронної розвідки, комплекс оптико-електронної розвідки, геоінформаційна система, та багато інших. Вочевидь, обробка інформації, даних і розвідувальних відомостей у такій системі потребує окремих інформаційних технологій, однією з яких є штучний інтелект.

Процес вирішення цієї проблеми має комплексний характер як щодо розробки концептуальних методологічних основ створення системи систем для обробки консолідованої інформації, так і щодо поетапного дослідження практичних реалізацій поєднання кількох систем. Останнє виглядає як декомпозиція глобальної науково-технічної проблеми розробки системи систем на часткові проблеми поєднання двох систем для отримання результатів, які є кращими за такої інтеграції, ніж коли кожна система працює по-окремо. На прикладі інтеграції двох систем - автоматизованого звукометричного комплексу та геоінформаційної системи - за допомогою систем машинного навчання і систем глибинного навчання нами показана методологія для обробки консолідованої інформації, якою є набори даних з інформацією про події, та дані із геопросторової моделі місцевості, на якій ці події відбуваються. Відповідно розроблені методи обробки консолідованої інформації на основі машинного навчання, які показують прийнятні для військового застосування, а саме оперативність обробки, точність результатів з можливістю прогнозування сценаріїв розвитку подій.

У результаті додаткової обробки даних, які надходять від окремої функціональної системи, якою є автоматизований звукометричний комплекс, вдається підвищити точність визначення координат орієнтовно на 20…25%, що дозволяє розширити інструментарій контрбатарейної боротьби за рахунок оперативного застосування ударних БПЛА, що матимуть точнішу цілевказівку, яка потребуватиме для них менше часу в польоті в умовах вогневої та радіоелектронної протидії з боку противника.

Іншим напрямком консолідації є перманентний аналіз геопросторових і тактичних ознак для прогнозування найбільш ймовірних місць та районів потенційних цілей (об’єктів) і маршрутів висування противника, що є класичною задачею в топографічній оцінці місцевості. Застосування ШІ на надефективних обчислювальних можливостях творити ШІ-асистент для посадових осіб, своєрідну систему підтримки прийняття рішень.

Тішкін В.В.
Агафонов Ю.М., канд. техн. наук, доц.
Фустій В.С., д-р філософії
НЦ ХНУПС

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КРИЛАТИХ РАКЕТ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ ДАЛЬНІСТЮ ДО 2000 км

Аналіз останніх світових збройних конфліктів сучасності та ведення бойових дій Збройними Силами України у відсічі збройної агресії російської федерації проти нашої країни вказує на зростаючу тенденцію збільшення частки застосування крилатих ракет середньої дальності наземного базування.

Розгорнута ешелонована система протиповітряної оборони ворога не дозволяє використовувати авіацію на передньому краї бойового зіткнення та вглиб бойових порядків противника. Це суттєво обмежує спроможності ударної авіації з нанесення вогневого ураження по наземних (морських) цілях.

У цьому аспекті особливу увагу привертає до себе високоточна зброя наземного базування, яка є універсальною, з можливістю застосування по різноманітних типах цілей широкою номенклатурою носіїв.

Аналіз світових тенденцій розвитку високоточних крилатих ракет (КР) “поверхня-поверхня” вказує на те, що найбільш ефективними засобами ураження цього класу є високоточні КР з необхідною дальністю пуску та відповідною вагою бойової частини, що можуть встановлюватись на ракетні комплекси, що перебувають на озброєнні Сухопутних військ Збройних Сил України на теперішній час.

Попередній аналіз показав, що на озброєнні Сухопутних військ Збройних Сил України сьогодні перебувають декілька типів ракет класу “поверхня-поверхня” тактичного призначення з дальністю пуску до 300 км. Усі ці ракети в обмеженій кількості, а комплекси КР середньої дальності наземного базування для ураження наземних цілей дальністю до 2000 км. взагалі відсутні. Саме тому, виникає нагальна потреба в розробці та прийнятті на озброєння зазначеного класу КР.

Фіцайло Т.М.
Векленко Ю.А.
ДНДІ ВС ОВТ

РОЗВИТОК АРТИЛЕРІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Війна в Україні стала своєрідним полігоном для випробування сучасних артилерійських систем та тактичних підходів. Попри появу високоточної зброї великої дальності точний артилерійський вогонь залишається ключовим фактором досягнення вогневої переваги, підтримки наступу власних військ та ефективного руйнування оборонних рубежів противника. Сучасне поле бою, що характеризується високою динамікою, швидкими змінами обстановки, широким застосуванням інформаційних технологій та безпілотних систем, вимагає від артилерії не лише постійного технологічного вдосконалення, але й гнучких тактичних рішень.

Сучасний розвиток артилерії визначається низкою ключових технологічних проривів застосуванням високоточних боєприпасів з системами глобального позиціонування (GPS), інерціальними навігаційними системами (INS), лазерним наведенням та інфрачервоних головок самонаведення перетворило артилерію на високоефективний засіб ураження точкових цілей.

Керовані снаряди, такі як “Excalibur”, “Copperhead”, а також снаряди вітчизняного виробництва здатні вражати цілі з першого пострілу з високою ймовірністю влучення, значно зменшуючи витрату боєприпасів та час на виконання бойового завдання. Збільшення дальності вогню є однією з ключових тенденцій розвитку артилерійських систем. Розробка нових порохових зарядів з підвищеною енергетикою, удосконалення конструкції стволів, застосування системи активної та

реактивної тяги у снарядах дозволяють сучасним артилерійським системам вражати цілі на великих відстанях. Подальший розвиток у цьому напрямку пов'язаний зі збільшенням дальності застосування, підвищенням стійкості до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та розширенням спектру цілей, які можуть бути ефективно уражені.

Впровадження цифрових систем управління вогнем (СУВ) стало справжнім проривом у підвищенні ефективності артилерії. Інтеграція з системами навігації (GPS, INS), метрологічними станціями, радарами вимірювання початкової швидкості снаряда та автоматизованими системами передачі даних дозволяє значно скоротити час на підготовку до стрільби, підвищити точність наведення та забезпечити швидкий обмін інформацією між розвідкою, пунктами управління та вогневими позиціями.

Умови сучасного високоманевреного бою вимагають від артилерії високої мобільності та здатності швидко змінювати вогневі позиції для уникнення контрбатарейного вогню противника.

Інтеграція безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є невід'ємною частиною сучасної артилерії, виконуючи широкий спектр завдань – від розвідки та виявлення цілей до коригування вогню в реальному часі та оцінки результатів ураження.

Розвиток артилерії в сучасних умовах ведення бойових дій є складним та багатогранним процесом, що охоплює як технологічні прориви, так і тактичні трансформації;

підвищення точності та дальності вогню, зростання мобільності і захищеності;

інтеграція з сучасними системами управління та розвідки, а також розробка нових типів боєприпасів визначають майбутнє цього важливого роду військ.

Досвід сучасних конфліктів, зокрема війни в Україні, підкреслює непересічну роль артилерії на полі бою та необхідність подальшого її розвитку для забезпечення вогневої переваги та успішного виконання бойових завдань.

Фіщук І.М., д-р філософії
Мазій В.Р.
Рапута О.О.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 3D-ДРУКУ У СИСТЕМІ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРІВ-АРТИЛЕРИСТІВ

У контексті модернізації системи підготовки військовослужбовців технології 3D-друку відкривають нові можливості для створення навчально-тренувального середовища, яке максимально наближене до реальних умов бойових дій. Однією з ключових переваг є можливість виготовлення навчальних макетів озброєння, боєприпасів, приладів прицілювання та інших елементів у натуральну величину або в масштабі. Такі моделі дають змогу курсантам і військовослужбовцям безпечно, швидко, якісно опановувати принципи будови, використання й обслуговування зразків озброєння, включаючи артилерійські системи, засоби керування вогнем і навігаційні прилади.

Завдяки 3D-друку зменшуються витрати на виготовлення вартісних тренажерів і стендів, що особливо важливо в умовах обмеженого фінансування. Окрім того, можливість швидкого створення нових моделей дозволяє своєчасно реагувати на появу сучасних зразків озброєння, адаптуючи навчальні програми до актуальних викликів на полі бою.

3D-друк сприяє впровадженню ігрових та симуляційних методик підготовки, дозволяючи створювати повноцінні макети обстановки для тактичних вправ, занять у класах бойового управління та моделювання бойових ситуацій. Крім того, за допомогою адитивних технологій можна відтворювати деталі пошкодженого обладнання для навчання ремонту та евакуації техніки у польових умовах.

Перспективним є використання 3D-друку для створення індивідуалізованих навчальних засобів – з урахуванням специфіки підрозділів та особливостей завдань, що стоять перед ними. У майбутньому такі технології сприятимуть розвитку дистанційного та змішаного навчання у військових навчальних закладах, підвищуючи якість підготовки особового складу відповідно до сучасних вимог воєнного часу.

Крім того, інтеграція технологій 3D-друку у навчальний процес в цілому дозволяє реалізовувати принципи STEM-освіти, залучаючи слухачів до міждисциплінарного підходу у вивченні озброєння та військової техніки. Наприклад, курсанти можуть не лише вивчати теоретичні основи, але й безпосередньо проєктувати, моделювати та виготовляти елементи макетів за допомогою CAD-програм і 3D-принтерів. Це розвиває просторове мислення, креативність і інженерні навички, які є надзвичайно цінними в умовах сучасної війни.

З практичного боку, використання таких макетів дозволяє ефективно організовувати та проводити заняття у польових умовах, де немає можливості використовувати реальні зразки техніки через ризики пошкодження, великі габарити чи логістичні труднощі. Легкі, компактні та зносостійкі 3D-моделі дають змогу не лише демонструвати принципи роботи, але й проводити імітацію розгортання, обслуговування та підготовки озброєння до стрільби.

Отже, 3D-друк є потужним інструментом трансформації традиційного військового навчання, дозволяючи створювати адаптивне, інноваційне та ефективне середовище підготовки, що відповідає сучасним викликам і реаліям ведення бойових дій. Його подальше впровадження у військову освіту сприятиме підвищенню технічної грамотності особового складу, гнучкості освітніх програм та зростанню загального рівня бойової готовності Збройних Сил України.

Холін В.М.
Хардель Р.З., д-р філософії
НАСВ

ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, НАДАНИХ КРАЇНАМИ-ПАРТНЕРАМИ, В СИСТЕМУ КОМПЛЕКСНОГО ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА

Повномасштабне вторгнення російської федерації 24 лютого 2022 року зумовило перед Силами оборони України нагальну потребу в якісному та кількісному посиленні власної вогневої потужності для ефективної протидії агресору. У цьому контексті безпрецедентна за масштабами військово-технічна допомога з боку країн-партнерів, зокрема надання сучасних артилерійських систем, стала визначальним фактором підвищення бойових спроможностей української армії. Однак, надходження значної кількості різнотипних артилерійських систем створило комплексний виклик, пов'язаний з їхньою ефективною інтеграцією в єдину систему комплексного вогневого ураження противника. Це дослідження має на меті проаналізувати процес інтеграції іноземних артилерійських систем, визначити ключові проблеми, що виникають на цьому шляху, та обґрунтувати перспективні напрями їх вирішення задля досягнення максимальної ефективності комплексного вогневого ураження противника.

Інтеграція значної кількості різнорідних артилерійських систем країн НАТО супроводжується низкою системних проблем, для подолання яких необхідно реалізувати комплекс взаємопов’язаних заходів. Ключовим напрямом є поступова стандартизація та уніфікація артилерійського озброєння шляхом пріоритезації отримання та використання обмеженої номенклатури найбільш ефективних систем стандарту НАТО, зокрема калібру 155 мм. Надзвичайно важливим є подальший розвиток та масштабування єдиної автоматизованої системи управління вогнем, яка б забезпечувала повну сумісність між усіма засобами ураження, розвідки та управління. Це передбачає вдосконалення вітчизняних систем ("Дельта", "Кропива", ГІС "Арта") та впровадження стандартних протоколів обміну даними НАТО (наприклад, ASCA, Link 16). Необхідна оптимізація логістичних процесів через створення гнучких та стійких логістичних хабів, впровадження сучасних систем обліку та розподілу боєприпасів і запчастин. Системного підходу вимагає підготовка кадрів: розробка уніфікованих навчальних програм, широке використання тренажерів та симуляторів, залучення іноземних інструкторів та створення розгалуженої мережі навчальних центрів. Паралельно слід розбудовувати національну ремонтно-відновлювальну інфраструктуру, розгортаючи мобільні ремонтні групи безпосередньо біля зони бойових дій та створюючи стаціонарні ремонтні підприємства у співпраці з країнами-партнерами та компаніями-виробниками. У довгостроковій перспективі необхідно розробити та реалізувати комплексну стратегію поступового переходу артилерії Сил оборони України на єдині стандарти НАТО, враховуючи отриманий бойовий досвід застосування різних систем.

Надання країнами-партнерами сучасних артилерійських систем відіграло критично важливу роль у зміцненні обороноздатності України, дозволивши зупинити наступ противника та провести низку успішних контрнаступальних операцій. Водночас інтеграція цих різнорідних систем у єдину систему комплексного вогневого ураження противника є складним та багатоаспектним процесом, що характеризується значними логістичними, технічними, операційними та кадровими викликами. Успішне вирішення цих проблем потребує комплексного і системного підходу, спрямованого на досягнення максимальної стандартизації та уніфікації, розвиток інтероперабельних систем управління і зв'язку, оптимізацію логістики, налагодження ефективної системи підготовки персоналу та ремонту техніки.

Цегельник В.В.
Файфура М.В.
Задорожний В.П.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВНА УКРАЇНСЬКА РЕАКТИВНА СИСТЕМА ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ «БЕРЕСТ»

Незважаючи на те, що українська реактивна система залпового вогню БМ-21УМ ”Берест“ була вперше представлена на виставці у 2018 році, сьогодні вона вважається перспективною бойовою машиною.

БМ-21УМ ”Берест“ має низку переваг у порівнянні з «Градом»:

його кабіна вміщує увесь розрахунок;

пускова установка містить 50 реактивних снарядів.

БМ-21УМ ”Берест“ був виготовлений Шепетівським ремонтним заводом і стверджувалося, що у виробництві ”Береста“ використовуються лише українські комплектуючі, включно із шасі.

БМ-21УМ ”Берест“ оснащений безкапотною дворядною 4-дверною кабіною.

Розрахунок бойової машини та вся необхідна апаратура управління вогнем розміщена в кабіні.

Шасі БМ-21УМ ”Берест“ - вантажний автомобіль КрАЗ-5401НЕ з колісною формулою 4х4 і вантажопідйомністю 9 тонн. Слід зазначити, що шасі ”Береста“ не має домкратів для вирівнювання і горизонтування платформи.

Екіпаж може проводити підготовку до стрільби і безпосередньо саму стрільбу, не залишаючи кабіни, а координати ворога, які надходять з безпілотників, контрбатарейних РЛС тощо, розрахунок РСЗВ отримує у режимі реального часу. Окрім інтеграції в систему обміну інформації на полі бою ”Берест“ обладнаний цифровою системою управління вогнем.

Слід зазначити, що ракетний комплекс має апаратуру супутникової навігації від «Оризон-Навігація» СН-4215.

За даними різних джерел, швидкість бойової машини складає 90 км/год, а запас ходу - 600 км.

БМ-21УМ ”Берест“ може використовувати всі боєприпаси для РСЗВ БМ-21 ”Град“, а також нові українські снаряди 9М221Ф ”Тайфун-1“, які мають більшу дальність, ніж стандартний 9М22У. Осколково-фугасний реактивний снаряд 9М22 має бойову частину масою 18,4 кг і максимальну дальність 40 км, яка досягається за рахунок модернізованого реактивного двигуна з паливом РСТ-4К. Головна частина снаряда викидає 1640 осколків заданої подрібненості, тобто снаряд має 3920 осколків, однак чисельність може різнитися. ТТХ: маса снаряда: 66,6 кг, а максимальна дальність – 20,4 км.

Чернецька С.Б.
Адаськова Д.А.
НАСВ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМІНОЛОГІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ У СТАНДАРТАХ НАТО ТА УКРАЇНСЬКИХ ДЖЕРЕЛАХ

З огляду на інтеграцію України до євроатлантичного безпекового простору вивчення та гармонізація військової термінології набувають особливого значення. Зокрема, це стосується термінології артилерійських систем, де точність та стандартизація є надзвичайно важливими для спільних операцій.

Варто зазначити, що у НАТО термінологія унормована відповідно до стандарту STANAG, який регламентує загальні правила, визначає спільний порядок дій, закріплює єдину термінологію та встановлює умови уніфікації технічних процесів, а також озброєння та військової техніки, іншої матеріальної частини збройних сил Альянсу та країн-партнерів. Стандарт НАТО спрямований на забезпечення взаємодії між різними видами збройних сил, збройними силами різних країн з метою досягнення взаємосумісності, ухвалюється консенсусом і може бути реалізований повністю або частково, із зауваженнями або без. Щодо термінології артилерійських систем у НАТО, то вона чітко унормована відповідно до стандартів. Наприклад, термін «self-propelled artillery» (самохідна артилерія) чітко визначений та має однакове значення у всіх країнах-членах Альянсу. Загалом використовуються уніфіковані акроніми, зокрема «MLRS» (Multiple Launch Rocket System), а термінологія зорієнтована на міжмовну доступність, що сприяє її розумінню військовослужбовцями різних країн. На додаток у НАТО чітко визначені підкатегорії артилерійських систем до прикладу: anti-air artillery (зенітна артилерія); towedartillery (буксирувана артилерія) тощо.

Щодо української термінології, то слід зауважити, що на сучасному етапі в українській військовій термінології зростає кількість запозичень із термінології НАТО, однак адаптація цих термінів до української мови не завжди є уніфікованою, існують численні термінологічні варіації, що ускладнює інтеграцію в міжнародний військовий контекст. У результаті інтеграції нашої держави до НАТО виникла потреба уніфікувати термінологію артилерійських систем із його стандартами, до прикладу, «self-propelled howitzer» перекладається як «самохідна гаубиця», «precision-guided munitions» – «високоточні боєприпаси».

Таким чином, термінологія НАТО чіткіше класифікована, акроніми є стандартизованими й загальновизнаними, водночас в українських джерелах іноді бракує детального розмежування, а акроніми можуть мати регіональні чи контекстуальні відмінності.

Отже, доходимо до висновку, що стандартизація та гармонізація термінології артилерійських систем є вагомим завданням для забезпечення інтеграції України в систему НАТО. Порівняльний аналіз термінології артилерійських систем у стандарт НАТО та в українських джерелах дає можливість виокремити ключові відмінності, сприяючи уніфікації військового словника й підвищенню ефективності міжнародної співпраці.

Шевченко В.В.
Черманенко Є.О.
Лазня О.О.
КЗВВ

ЦІЛЬОВЕ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОХОВИХ ЗАРЯДІВ ДЛЯ ГАРМАТ З РІЗНОЮ ДОВЖИНОЮ СТВОЛА ЯК КРИТИЧНИЙ ФАКТОР БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У сучасній артилерійській практиці питання сумісності порохових зарядів із конкретними характеристиками артилерійських систем набуло особливої актуальності. Довжина ствола гармати – 39, 45 чи 52 калібри – суттєво впливає на динаміку горіння пороху, розподіл тиску в каналі ствола, початкову швидкість снаряда і, зрештою, на дальність та точність стрільби. Відповідність заряду

довжині ствола безпосередньо визначає ефективність виконання бойового завдання, безпеку розрахунку та довговічність системи.

Бойовий досвід останніх років повномасштабного вторгнення росії в Україну засвідчив випадки аварійної роботи артилерійських гармат через використання "несумісних" зарядів. Наприклад, застосування зарядів, розроблених для гармат з довжиною ствола 39 калібрів, у системах із довжиною 52 калібри призводило до надто швидкого нарощування тиску, що викликало нерівномірні навантаження, а в окремих випадках – руйнування обтюраційної системи і затворної групи.

Фізика процесу пояснюється тим, що під час пострілу з гармати довжиною ствола 52 калібри снаряд перебуває в каналі довше, отримуючи більшу кількість енергії та триваліший вплив високих температур і тиску порохових газів на обтюраційну систему, внутрішні поверхні зарядної камори та каналу ствола. Для забезпечення рівномірного прискорення снаряда по всій довжині ствола, заряди для таких систем проєктуються зі зниженою швидкістю горіння та більшою масою пороху. Натомість заряди для гармат 39 калібру створені для швидкого досягнення пікового тиску в короткому каналі ствола. Їх використання в довших стволах викликає передчасні пікові навантаження, що перевищують проєктні параметри та створюють ризики руйнування конструкції.

Аналіз бойового застосування виробів 2С22 "Богдана" та 2П22 "Богдана-БГ" підтвердив: використання картузних зарядів для гармат із довжиною ствола 39 калібрів призводить до прискореного зносу обтюраційної системи, зарядної камори та каналу ствола і значного зменшення технічного ресурсу гармати. Особливо небезпечним виявилось застосування зарядів М203 і М203А1, що в окремих випадках спричиняли руйнування обтюраційної системи і затворної групи.

Окремої уваги потребує безпека розрахунку гармати. Аварійні ситуації з пошкодженням казенної частини гармати, які трапились під час виконання бойових завдань, при використанні картузних зарядів із надмірною енергією в гарматах 52 калібри створювали безпосередню загрозу для здоров'я та життя розрахунку, особливо в умовах високої інтенсивності бойових дій.

Таким чином, накопичений бойовий досвід переконливо підтверджує технічне обґрунтування: використання спеціально проєктованих зарядів відповідно до довжини ствола є критично важливим для забезпечення стабільності стрільби, збереження ресурсу озброєння, безпеки розрахунку та точного ураження цілі. Ігнорування цього принципу – серйозна помилка, що може призвести до травмування та загибелі особового складу, технічних поломок і невиконання бойового завдання.

Шевченко О.А.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ БАЗОВИХ ШАСІ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Автомобільні базові шасі (АБШ) є одними з найпоширеніших при створенні спеціальних та спеціалізованих колісних транспортних засобів (КТЗ) та інших зразків військової техніки для потреб усіх видів Збройних Сил (ЗС) України. Сьогодні на озброєнні знаходяться автомобілі різного функціонального призначення та різноманітна військова техніка, створені на базі широкої номенклатури АБШ різних виробників. Зрозуміло, що загальний рівень уніфікації АБШ надзвичайно низький, тому їх експлуатація суттєво ускладнена навіть у випадку відсутності активних бойових дій. Саме тому основними напрямами розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) на довгостроковий період стосовно автомобільної техніки (АТ) є: забезпечення військових частин (підрозділів) сучасними зразками АТ різного призначення, створеними на базі уніфікованих зразків із колісною формулою 4×4, 6×6, 8×8 з підвищеними характеристиками мобільності, прохідності, автономності, економічності та захищеності особового складу; створення спеціалізованих автомобілів для оснащення ними військових частин (підрозділів) ЗС України.

Різнотипність існуючих зразків АТ суперечить сучасним принципам розвитку ОВТ та не забезпечує однорідності зразків за рухомістю, захищеністю, негативно впливає на бойові можливості підрозділів, взаємодію сил та засобів у бою, маршові можливості, підготовку особового складу тощо. Крім того, ускладнюються питання планування, експлуатації, ремонту та оснащення військ. Поряд із

цим, розроблення максимально уніфікованого сімейства АБШ на базі автомобільної платформи з єдиною агрегатною базою дозволить створити сучасні зразки АБШ, які відповідатимуть сучасним оперативно-тактичним вимогам і технічним характеристикам відповідно до їх функціонального призначення з метою подальшого виконання широкого спектру поставлених завдань. Під терміном "сімейство" розуміють створення модульної АБШ з єдиною агрегатною базою, на базі якої можна буде виготовляти різні за призначенням зразки.

На основі аналізу розглянутих напрямів проєктування АБШ, призначених для створення ОВТ різного функціонального призначення та формування їх типажу на відповідний період, можна зробити наступні висновки:

1. Найвищий рівень уніфікації АБШ забезпечує створення їх типорозмірних рядів на основі максимально уніфікованих модулів, принаймні основних складових частин – кабін, мостів усіх типів, коробок перемикання передач тощо.

2. Створення модульно уніфікованих АБШ на основі застосування обмеженої номенклатури базових модулів їх трансмісій та ходових частин з різними колісними формулами 4×4, 6×6, 8×8 тощо забезпечує формування їх типажу з необхідними максимально допустимими повними масами.

3. Напрям застосування базових платформ видається доцільним при необхідності створення військової техніки зі специфічними технічними вимогами, які не можуть бути створені на базі модульно уніфікованих АБШ.

Наведені висновки та рекомендації сприятимуть усвідомленому вибору фахівцями проектних організацій та науково-дослідних установ Міністерства оборони України створення АБШ вже на стадіях формування тактико-технічних вимог до відповідного зразка озброєння і розроблення його пошуково-ескізних проектів.

Щенякін Д.О.
НДЦ РВіА

3D-ДРУК АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ: ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ШВИДКОГО ВІДНОВЛЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ

У сучасних бойових умовах оперативне відновлення боєздатності артилерійських систем є важливою складовою загальної ефективності ракетних військ і артилерії, оскільки саме це забезпечує їх здатність до оперативного реагування на зміни ситуації на полі бою та підтримки безперервного ведення вогню. Технічне забезпечення артилерії, що включає своєчасний ремонт та відновлення її боєздатності, визначає рівень бойових можливостей підрозділів і здатність підтримувати їхню активність у довготривалих бойових діях. Одним із перспективних напрямків розвитку технічного забезпечення є використання передових технологій 3D-друку для виготовлення окремих елементів та компонентів артилерійського озброєння безпосередньо в районах зосередження військ, що дозволяє значно прискорити процес ремонту та знизити залежність від логістичних шляхів постачання.

Технології адитивного виробництва, зокрема 3D-друк, мають значний потенціал для створення високоточних деталей у стислі терміни, що є особливо важливим в умовах ведення бойових дій, де час на відновлення озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) є обмеженим. Цей процес дозволяє виготовляти необхідні запчастини на місці, що мінімізує потребу в довгих і затратних транспортуваннях деталей та компонентів з тилу, особливо у зонах, де логістичні шляхи можуть бути порушені чи заблоковані. Серед елементів, які можуть бути вироблені за допомогою 3D-друку, варто зазначити частини механізмів заряджання, кріплення, напрямні деталі, а також інші вузли, що є необхідними для нормальної експлуатації артилерійських систем. Ці елементи часто виходять з ладу під час інтенсивної експлуатації і можливість швидко замінити їх безпосередньо в районах зосередження військ стає критично важливою.

Сучасні 3D-принтери мають здатність працювати з різноманітними матеріалами, такими як метали, високоміцні полімери та композити, що дозволяє створювати не лише допоміжні, але й критично важливі деталі, які здатні витримувати навантаження, що притаманні умовам експлуатації артилерійських систем. Завдяки цьому можна не тільки швидко виготовляти запасні частини, але й

забезпечити високу надійність виготовлених елементів. Деякі зразки 3D-принтерів вже інтегруються у мобільні ремонтно-відновлювальні комплекси, що дозволяє проводити ремонт і відновлення техніки безпосередньо в польових умовах, що є важливим в умовах активних бойових дій.

Перспективи розвитку цього напрямку включають створення єдиних цифрових баз моделей вузлів та агрегатів артилерійських систем, які можна передавати через захищені канали зв'язку до польових підрозділів технічного забезпечення. Це дозволить швидко отримувати необхідні моделі для виготовлення деталей і вузлів, що значно підвищить ефективність ремонтних робіт і зменшить ризики помилок при виготовленні компонентів.

Інтеграція технології 3D-друку в систему технічного забезпечення ракетних військ і артилерії дасть змогу значно скоротити час відновлення боєздатності ОВТ, що важливо для збереження її готовності в умовах постійних бойових дій. Зниження навантаження на тилові служби, скорочення витрат на транспортування і зберігання запчастин, а також підвищення автономності артилерійських підрозділів сприятимуть загальному підвищенню бойових можливостей, ефективності та стійкості артилерії.

Щигло В.О.
НДЦ РВіА

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Аналіз воєнних конфліктів останніх десятиліть, зокрема відбиття повномасштабного вторгнення рф, свідчить про підвищення ролі високоточної зброї, а саме керованих артилерійських снарядів (КАС), які дозволяють здійснювати ефективне вибіркове ураження найбільш важливих об'єктів противника.

Необхідність застосування КАС обумовлена високою мобільністю сучасних бойових засобів, підвищенням їх захисних властивостей, а також особливостями ведення бойових дій на власній території в умовах густонаселених районів, у містах і промислових зонах з огляду на безпеку мирного населення та промислових об'єктів підвищеної небезпеки.

Результати теоретичних досліджень та досвід воєнних дій показали, що застосування КАС забезпечує підвищення ефективності вогню артилерії під час ураження одиночних цілей (особливо броньованих), а також зменшення концентрації вогневих засобів на ділянках прориву.

За системою наведення КАС поділяють на два типи:

снаряди, які оснащено інерціальною навігаційною системою та системою глобального позиціонування (GPS);

снаряди, які оснащено інерціальною навігаційною системою та головкою самонаведення.

Разом з цим, досвід застосування КАС, що оснащені інерціальною навігаційною системою та системою глобального позиціонування (GPS) під час відбиття збройної агресії рф проти України свідчить про значний вплив засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника на систему управління снаряда. В результаті значно знижується ефективність ураження цілей.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування КАС, що оснащені інерціальною навігаційною системою та головкою самонаведення. Наведення вищезазначених КАС здійснюється по лазерному променю на кінцевій ділянці траєкторії польоту. Тому вплив РЕБ противника на систему наведення снаряда нівелюється.

Враховуючи вищесказане, оборонно-промисловий комплекс України здійснює розроблення та подальшу модернізацію високоточних засобів ураження, що оснащені саме головкою самонаведення.

Щигло О.І.
НДЦ РВіА

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ САМОХІДНИХ ГАУБИЦЬ

У сучасних умовах ведення бойових дій артилерія залишається одним із найважливіших засобів вогневого ураження противника, забезпечуючи підтримку загальновійськових операцій на тактичному та оперативному рівнях. Особливе місце в артилерійському озброєнні займають самохідні гаубиці (СГ), які поєднують високу мобільність, захист обслуги та автономність виконання вогневих завдань.

Зростання вимог щодо підвищення ефективності виконання вогневих завдань зумовлює необхідність розроблення нових або глибокої модернізації наявних СГ. Зокрема, мова йде про підвищення дальності стрільби, точності ураження цілей, зменшення часу на підготовку до стрільби та зміну вогневих позицій. Сучасні тенденції розвитку зосереджуються на автоматизації процесу управління вогнем, використанні високоточних боєприпасів, цифрових систем зв'язку та навігації, а також інтеграції з безпілотними літальними апаратами (БпЛА).

Особливу актуальність ці процеси набувають в умовах локальних і гібридних конфліктів, де вирішальну роль відіграють швидкість реагування, точність завдання ударів та здатність до динамічного маневрування. Удосконалення технічних характеристик СГ, а також їх адаптація до умов сучасного бою є пріоритетними напрямами для оборонно-промислового комплексу.

Аналіз бойових дій вказує, що СГ залишаються ключовим компонентом вогневої могутності сучасних збройних сил. Їх розвиток відбувається у кількох взаємопов'язаних напрямах: підвищення тактико-технічних характеристик (дальність стрільби, точність, скорострільність), автоматизація управління вогнем, інтеграція до цифрових систем управління військами, а також адаптація до умов сучасного гібридного та мережецентричного бою.

Разом з цим, окреме значення має розвиток високоточних боєприпасів, що дозволяє зменшити витрати боєприпасів для виконання вогневого завдання за рахунок високої ймовірності ураження цілей. Інтеграція з БпЛА та наземними платформами відкриває нові можливості для розвідки, коригування вогню й підвищення загальної ефективності артилерійських підрозділів.

Таким чином, перспективи розвитку СГ тісно пов'язані з впровадженням інноваційних технологій і концепцій ведення війни. Модернізація самохідної артилерії є не лише питанням технічного удосконалення, а й елементом стратегічного переосмислення ролі артилерії в сучасних конфліктах. Подальші дослідження у цій сфері повинні зосереджуватися на розробленні адаптивних, універсальних платформ, здатних до ефективного функціонування в умовах швидкоплинного та високотехнологічного бою.

Юнда В.А., канд. техн. наук, доц.
Юнда Д.В.
НАСВ
Новак Д.А.
НДЦ РВіА

ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИЙ РАКЕТНИЙ КОМПЛЕКС 1КР1 "САПСАН"

Рішення про створення оперативно-тактичного ракетного комплексу (ОТРК) "Сапсан" ухвалено Радою національної безпеки і оборони України у 2006 році, фінансування розробки почалося з 2007 року в обсязі 12 млн доларів. ОТРК з оперативно-тактичною ракетою (ОТР) планувалося прийняти на озброєння у Сухопутних військах після 2011 року. Дальність польоту ракети не мала перевищувати 280 км. У 2009 році був завершений ескізний проєкт багатофункціонального ОТРК "Сапсан", але через відсутність фінансування Міністерство оборони України відхилило цей проєкт.

Фінансування проєкту "Грім-2" (експортна назва) або ОТРК "Сапсан" розпочалося з 2013 року на базі попередніх розробок за проєктами "Борисфен" та "Сапсан". До створення ОТРК долучились

підприємства – Державне підприємство “Конструкторське бюро „Південне“ ім. М. К. Янгеля”, Павлоградський хімічний завод, Павлоградський механічний завод, науково-виробнича організація “Хартрон” та інші.

ОТРК 1КР1 “Сапсан” призначений для ураження об’єктів оперативно-тактичними ракетами, розміщених у тактичній та оперативній глибині військ противника, відповідно до заданих показників.

Об’єкти ураження (цілі):

- військового призначення:

а) командні пункти управління;

б) ракетні установки на стартових позиціях;

в) елементи розвідувально-ударних комплексів;

г) елементи артилерійських бригад на бойових позиціях;

д) авіаційні засоби на аеродромах;

е) комплекси протиповітряної оборони (ПРО) на позиціях;

ж) польові пункти постачання боєприпасів ПММ;

- державної інфраструктури:

а) промислові будівлі, споруди і обладнання;

б) мости, греблі, причали;

в) аеродроми, шосейні і залізничні дороги;

г) засоби транспорту.

ОТРК може експлуатуватися будь-якої пори року і доби, в заданих кліматичних умовах.

До складу ОТРК 1КР1 входять:

а) оперативно-тактична ракета (ОТР) в транспортно-пусковому контейнері (ТПК);

б) самохідна пускова установка;

в) командна машина управління;

г) транспортно-заряджаюча машина;

д) автоматизована контрольно-вимірювальна машина;

е) машина технічного обслуговування та ремонту.

Характеристики основних елементів ОТРК:

Тип ОТР – керована, балістична, твердопаливна, одноступенева, виконана за нормальною аеродинамічною схемою, з розміщенням аеродинамічних рулів на хвостовому відсіку.

Самохідна пускова установка розміщує, зберігає, утримує в готовності дві ОТР у ТПК, проводить підготовку до пусків та пуски ОТР.

Командна машина управління – організує автоматизоване управління бойовими силами і технічними засобами ракетного підрозділу, озброєного ОТРК, при підготовці під час ведення бойових дій.

Транспортно-заряджальна машина – розміщує дві ОТР в ТПК, тимчасово зберігає і транспортує їх на місце перезаряджання СПУ, забезпечує заряджання (розряджання) СПУ.

Ярмоленко М.В., канд. фіз.-мат. наук, **доц.**
Векленко Ю.А.
Фіцайло Т.М.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ БОЄПРИПАСІВ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СТВОЛІВ ЗА ПЛАНАМИ ВИПРОБУВАНЬ [NUT] І [NUr]

Актуальність цієї доповіді обумовлена тим, що лише в березні 2024 року набув чинності ДСТУ В 15.206:2023, в якому вказано, що програму забезпечення надійності на стадії “розроблення” загалом вважають реалізованою, якщо вжито всіх заходів щодо забезпечення досягнення заданих показників надійності виробу ОВТ, а виріб ОВТ відповідає встановленим вимогам щодо надійності згідно з ДСТУ 3004-95.

Мета доповіді – порівняти вимоги НАТО та ДСТУ 3004-95 до надійності виробів ОВТ і розробити методики оцінювання надійності боєприпасів та артилерійських стволів за планами випробувань [NUT] та [NUr].

Планування випробувань на надійність передбачає визначення початкового обсягу випробувань $N_{поч}$ для оцінювання показників надійності із заданою точністю P(T), тобто імовірністю безвідмовної роботи протягом часу випробувань T, і достовірністю, тобто довірчою імовірністю, q.

ДСТУ 3004-95 передбачає такі значення: P(T)=(0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 0,975) і q=(0,8; 0,9; 0,95; 0,99). Стандарти НАТО передбачають такі значення для боєприпасів: P(T)=(0,97; 0,98; 0,99; 0,997; 0,999; 0,9994) і q=0,95. Стандарти НАТО та ДСТУ 3004-95 пропонують різні формули для обчислень, але результати обчислень кількості відмов збігаються з абсолютною точністю для P(T)=(0,97; 0,98; 0,99; 0,997), і з точністю меншою 0,05% для P(T)=(0,999; 0,9994), що математично доводить взаємну відповідність вимог стандартів НАТО та України щодо надійності виробів озброєння та військової техніки і, зокрема, боєприпасів та артилерійських стволів.

План випробувань [NUT] – план випробувань, згідно з яким випробовують певну кількість $N_{поч}$ виробів ОВТ протягом запланованого часу T, вироби, що відмовили, не відновлюють і не замінюють, випробування припиняють після закінчення часу випробувань T.

План випробувань [NUr] – план випробувань, згідно з яким випробовують певну початкову кількість $N_{поч}$ виробів озброєння та військової техніки, вироби, що відмовили, не відновлюють і не замінюють, випробування припиняють, коли число об'єктів, що відмовили, досягає r.

Максимальний тиск та оптимальний обсяг порохового заряду, який не утворює напружень, що викликають залишкові деформації в металі ствола, можуть бути визначені з використанням крешерних приладів. Завдяки такій методиці визначення максимального тиску у стволі з подальшим розрахунком його коефіцієнта запасу міцності до утворення залишкових деформацій досягається одне з найважливіших завдань випробовувань мінометних систем та забезпечення безпеки його обслуги.

Артилерійські постріли повинні мати щонайменше такі значення: P(T)=0,975 і q=0,8. Для початку випробувань (з урахуванням можливих відмов) має бути $N_{поч}$=323 артилерійських постріли. Безвідмовних артилерійських пострілів (план [NU0]) має бути не менше N_0=64. Одна відмова (план [NU1]) має припадати на щонайменше N_1=119 артилерійських пострілів. Дві (план [NU2], N_2=170) і більше (план [NUr], r>2, N_3=220, N_4=268, N_5=315, N_6=362>$N_{поч}$=323) відмов має припадати на таку кількість артилерійських пострілів, яка вказана у таблиці Г2 ДСТУ 3004-95. Для плану [NU6] має бути $N_{поч}$>362.

Яровенко В.В.
НДЦ РВіА

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ЇХ НА РОБОТИЗОВАНІ ПЛАТФОРМИ

Оптико-електронна розвідка є одним з видів артилерійської розвідки, який з початку ведення бойових дій значно розширив свої можливості завдяки застосуванню потужніших і модернізованих систем відеоспостереження та програмного забезпечення для цих систем.

Використання систем відеоспостереження для ведення розвідки набуло свого розповсюдження ще з часів проведення Антитерористичної операції та операції Об’єднаних сил. З’являються більш адаптовані для застосування у військових цілях комплекси відеоспостереження. Одним із таких комплексів є мобільний оптико-електронний комплекс контрбатарейної боротьби «Сова», який призначений для визначення місця розташування ворожих вогневих позицій за спалахами від пострілу у темний час доби.

У той же час більшості оптико-електронних засобів притаманні подібні недоліки, досвід їх застосування підрозділами ракетних військ і артилерії Збройних Сил України у війні з російською федерацією свідчить, що в умовах інтенсивної зміни обстановки на полі бою відсутня можливість швидко переміщувати такі засоби на вигідні позиції для продовження виконання завдань за призначенням через стаціонарне розміщення їх на спостережних пунктах. Також проблемним

питанням є висока насиченість лінії бойового зіткнення ворожими розвідувальними та ударними БпЛА, які унеможливлюють безпечне розгортання (згортання), обслуговування, заміну акумуляторних батарей засобів оптико-електронної розвідки особовим складом.

Таким чином, існує необхідність пошуку шляхів вирішення наведених вище проблемних питань. Одним із таких шляхів може бути встановлення засобів оптико-електронної розвідки на мобільні роботизовані платформи з можливістю дистанційного управління, що дозволить нівелювати основні недоліки цих засобів.

Ключовою перевагою мобільних роботизованих 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 роботизованих платформ у таких ситуаціях дозволяє виконувати складні та небезпечні завдання дистанційно, знижуючи ймовірність втрат особового складу.

Отже, мобільні роботизовані платформи з встановленими на них засобами оптико-електронної розвідки можуть значним чином підвищити ефективність застосування цих засобів, 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.

Ilkiv I., Candidate of technical science, Associate Professor
Litnevskyy Yu.
Seredyuk B., Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor
NAA

MODELING, AUTOMATION AND OPTIMIZATION OF MISSILE STRIKE CONTROL

A Missile Strike Control System is a high-level military or defense system designed to manage the detection, targeting, launch, guidance, and impact of missiles against designated targets. Depending on the context (military simulation, software design, hardware system, etc.), it can refer to a wide range of setups – from a real-world integrated defense system to a simulated control architecture for training or gaming purposes. The purpose of a Missile Strike Control System (MSCS) is to manage, coordinate, and execute the targeting and launch of missile strikes with high precision, speed, and reliability. It is a critical component in modern defense systems and may be used in various platforms such as naval ships, ground-based launchers, or aircraft.

Thanks to the development of computer technology and its application in the military sphere, automated systems for commanding troops and weapons have become possible. This applies to the main means of fire destruction, such as artillery and missile forces. Today, the development of advanced automation tools is a priority for research institutions and enterprises of the defense industry of Ukraine. Modern military means of detecting and determining the coordinates of objects are mainly designed to work from stationary positions, with the exception of those installed on armored vehicles and associated with destruction complexes. This requires further improvement and development of more modern technical means to support missile and artillery units.

The use of an electro-optical surveillance complex, which is connected to the navigation system of a ground moving object, allows you to detect objects during the movement of military units, quickly determine their coordinates, and transmit this information to the command to organize the necessary measures. During video monitoring, while moving ground objects are moving, simultaneous photography of the area will be performed at a set interval. Two simultaneous photographs from different positions are considered as a stereo pair, which allows obtaining additional data for accurate determination of the coordinates of the objects.

Analysis of the obtained analytical expressions of mathematical expectations for a typical navigation system allows us to make a predicted assessment of the accuracy of determining the coordinates of the terrain. This information can be useful for topographic and geodetic units of the missile forces and artillery to create a database that will be used to prepare for a strike. The obtained analytical expressions of the probabilistic parameters of the corresponding navigation system can be used to assess the accuracy of

determining the coordinates of the terrain using the available equipment, provided that its accuracy characteristics are taken into account.

The formed simulation model has been tested, and separate calculation results for different elevation angles and charges. Software for calculating the kinematics of projectile motion in airspace, taking into account their mass-dimensional characteristics and meteo-ballistic data based on calculated dependencies, implemented in an environment using modern mathematical packages such as Maple, Mathematica, MathLab. Thus, we have reached the final stage of solving the problem – the creation of ballistic tables and firing tables. Firing tables are compiled based on interpolation between measured parameters that determine the conditions of combat firing. The use of mathematical models allows for accurate prediction of missile trajectories and their impact on targets. This helps optimize tactical decisions and plan military operations.

СЕКЦІЯ 4
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СИЛ ПІДТРИМКИ

Андрущенко І.С.
Гайка Ю.А.
Сікан Ю.В.
ЖВІ ім. С.П. Корольова

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ЗАСОБУ В СКЛАДНІЙ РАДІОЕЛЕКТРОННІЙ ОБСТАНОВЦІ

У сучасних умовах ведення бойових дій радіоелектронні засоби (РЕЗ) стали невід'ємною складовою складних систем озброєння та технічною основою систем управління військами. Розроблені на базі новітніх технологій, сучасні РЕЗ забезпечують підвищену швидкодію як окремих функціональних вузлів, так і систем загалом. Зростає складність протоколів передачі даних, посилюється завадозахищеність сигналів, активно освоюються нові частотні діапазони (від 3 кГц до 50 ГГц). Особливу увагу приділено цифровим технологіям обробки радіосигналів джерел радіовипромінювання.

Зростає потреба у створенні моделей радіоелектронної обстановки (РЕО) для глибокого аналізу окремих сигналів та їх адитивної суміші на базі персональних ЕОМ. Це необхідно для достовірної оцінки РЕО, визначення електромагнітної сумісності РЕЗ та реалізації сучасних алгоритмів оцінювання параметрів радіосигналів. Моделювання РЕО дозволяє забезпечити командування своєчасною та точною інформацією для прийняття ефективних рішень.

Основна складність оцінки РЕО полягає у відсутності умов, що дозволяють створити реалістичний "полігон" для випробування різноманітних сценаріїв функціонування РЕЗ, з урахуванням різної кількості джерел випромінювання, видів модуляції та параметрів сигналів.

Запропонована методика функціонування РЕЗ в складній РЕО включає наступні етапи:

1. Приймання сигналів на фоні шуму. В якості моделі використовується багатоканальна лінійна еквідистантна антенна решітка з рівномірним амплітудним розподілом, що дозволяє описати сигнал у вигляді векторної моделі.

2. Оцифрування сигналів. Отримані сигнали з каналів подаються на аналогово-цифровий перетворювач, після чого формуються у вигляді двовимірного цифрового масиву.

3. Обробка цифрового сигналу. Дані з кожного приймального каналу надходять до спеціального обчислювального пристрою для подальшого аналізу та обробки.

4. Оцінка параметрів сигналів. Якість формування РЕО оцінюється шляхом порівняння заданих та отриманих параметрів (амплітуда, частота, кут надходження сигналу).

Перевагами методики є формування еталонних моделей РЕО із заданими параметрами сигналів і видами модуляції. Можливість детального моделювання електромагнітної сумісності РЕЗ. Зниження часових та матеріальних витрат при дослідженні РЕО. Підвищення достовірності оцінки обстановки та ефективності прийняття рішень.

Запропонована методика забезпечує ефективне моделювання та аналіз функціонування РЕЗ у складній радіоелектронній обстановці. Її впровадження дозволяє підвищити рівень бойової готовності та інформаційної безпеки військ за рахунок точного прогнозування та оперативного реагування на зміну РЕО.

Баранов А.М., канд. техн. наук, доц.
Баранов Ю.М., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПОКАЗНИКІВ І КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

За досвідом проведення Антитерористичної операції, операції Об'єднаних сил, а нині російсько-Української війни крім ремонту до основних заходів відновлення відносяться технічна розвідка, евакуація, своєчасне повернення машин до ладу та передача невідновлюваних зразків військової техніки (ВТ) ремонтно-відновлювальним органам (РВО) старшого начальника. Особливо важливою з переліченої низки заходів під час бойових дій (БД) є своєчасна евакуація несправних (пошкоджених) зразків ВТ, адже саме від неї залежить швидкість і ефективність відновлення ВТ в цілому.

Питанням евакуації зразків ВТ в умовах ведення БД приділялась значна увага у наукових працях провідних в цій галузі вчених. Теоретичному дослідженню питань відновлення складних технічних систем присвячена низка робіт Дем'янчука Б.О., Гуляка О.В., Лісовенка Д.В. та інших авторів. Запропоновані у них моделі відновлення ВТ під час БД побудовані на основі апарата дискретних марківських процесів і дозволяють визначити та порівняти ймовірності перебування системи забезпечення в кожному з її станів, які є найважливішими для вирішення основних завдань відновлення ВТ в умовах ведення БД. Проте вони не враховують втрати матеріальних засобів та застосування сил і засобів логістичного забезпечення, які задіюються до евакуації ВТ в процесі його відновлення, а також особливості організації та оцінювання ефективності цих заходів.

Мета функціонування системи відновлення ВТ досягається послідовним вирішенням завдань з технічної розвідки, евакуації, ремонту, введення в дію та постачання запасних частин і матеріалів. Вирішення вказаних завдань складає зміст процесу відновлення ВТ.

У результаті вирішення цих завдань досягаються проміжні й кінцеві цілі підтримання боєздатності військ (сил) за рівнем укомплектованості справною ВТ. Головне завдання підсистеми евакуації ВТ полягає у підвищенні функціональної ефективності, тобто відповідності підсистеми її цільовому призначенню. З огляду на це, підвищення ефективності функціонування підсистеми евакуації забезпечується в першу чергу удосконаленням зазначеного процесу.

Системний аналіз передбачає розгляд процесу в динаміці, враховуючи при цьому взаємозв'язок і вплив основних факторів, що визначають його ефективність. Процес евакуації через низку обставин та факторів є ймовірнісним, де в якості ймовірної величини виступає час евакуації. Останній, у свою чергу, залежить від характеристики потоку вимог на відновлення та евакуацію, розміщення ремонтного фонду на місцевості, характеру відмов, наявності і стану засобів евакуації, кваліфікації ремонтників, умов виконання робіт.

По-друге, застосування цього нормованого показника сприяє зменшенню похибок розрахунків, які виникають внаслідок невизначеності дій противника. Критерій оцінки ефективності має сприяти одержанню більш високого гарантованого оцінювання рівня досягнення мети ефективного функціонування підсистеми евакуації для більш ефективного відновлення ВТ у цілому.

З огляду на ці міркування, одним із показників оцінки ефективності процесу евакуації обираємо можливі обсяги евакуації пошкодженої ВТ за визначений період часу, що залежать від можливостей евакуаційних підрозділів та виду ремонтного фонду.

Таким чином, критерієм оцінювання ефективності процесу евакуації буде відповідність цих показників значенням кількості зразків ВТ, яку необхідно евакуювати в РВО із загальної кількості пошкоджених і ремонтопридатних зразків ВТ та ймовірність виконання цих завдань.

Запропоновані показники і критерії оцінювання ефективності евакуації зразків ВТ в умовах ведення БД можуть стати ґрунтовним початком для розробки удосконалених методик оцінювання ефективності дій та розміщення РВО в процесі евакуації ВТ, які б були адаптовані до умов ведення сучасних БД та застосування ВТ в цілому. Особливу увагу необхідно акцентувати на високій ймовірності якісного оновлення ВТ, яка в майбутньому планується застосуватися ЗС України.

Балога В.Т.
Баранов А.М., канд. техн. наук, доц.
Баранов Ю.М., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

МІСЦЕ БЕЗПІЛОТНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ

Інтенсивне використання безпілотних технологій в ході російсько-Української війни довело їхню ефективність у широкому спектрі завдань. Поряд з ударними та розвідувальними безпілотними літальними апаратами (БпЛА), дедалі більшої актуальності набувають інженерні безпілотні системи, що забезпечують вирішення завдань інженерного забезпечення в зоні бойових дій з мінімальним ризиком для особового складу.

Враховуючи бойовий досвід, можу зазначити, що інженерні БпЛА показали високу ефективність під час проведення інженерної розвідки, оцінки стану фортифікаційних споруд та моніторингу мінної небезпеки. Системи, що застосовувалися у ЗС України, дозволяли дистанційно і з високою точністю здійснювати пошук вибухонебезпечних предметів, проводити відеофіксацію підозрілих об'єктів та знижувати втрати особового складу.

На сьогодні інженерні БпЛА застосовуються для: інженерної розвідки (виявлення мін, фугасів, нерозірваних боєприпасів); дистанційного розмінування місцевості; доставки вантажів та медичних засобів; евакуації поранених із важкодоступних районів; інспекції мостів, тунелів, переправ; будівництва та ремонту фортифікаційних споруд у небезпечних зонах.

Основні напрями розвитку інженерних безпілотних систем: автономність – упровадження алгоритмів комп’ютерного зору, глибинного навчання для розпізнавання об’єктів (міни, траншеї, перешкоди) та прийняття рішень у реальному часі без участі оператора; захист та стелс-технології – застосування малопомітних матеріалів, спеціальних форм, засобів радіоелектронного захисту (антидронові куполи, протидія GPS-спуфінгу) для роботи в умовах активної протидії з боку противника; модульність і масштабованість – можливість швидкої зміни функціонального обладнання: маніпуляторів, камер, сенсорів, захватів, інженерного приладдя тощо; інтеграція в автоматизовані системи управління військами – створення єдиної цифрової платформи, до якої підключаються всі інженерні безпілотні системи для централізованого управління та аналізу даних; удосконалення енергетичних систем – збільшення часу автономної роботи, використання гібридних, мобільних зарядних станцій.

Перспективним напрямом є створення роїв дронів – багатьох малих інженерних безпілотних систем, які автономно взаємодіють між собою для синхронного виконання завдань (розмінування великих площ, масове укріплення рубежів оборони, прокладка тимчасових переправ).

Іноземний досвід використання інженерних безпілотних систем демонструє широкий спектр можливостей для підвищення ефективності інженерного забезпечення. Збройні сили США застосовують платформи типу RCV (Robotic Combat Vehicle) для розвідувальних і мінно-інженерних завдань, а також комплекси Kobra для дистанційної роботи з вибухонебезпечними предметами. Ізраїль ефективно використовує наземні роботизовані системи та БпЛА, зокрема TIKAD, для розвідки мінної загрози та її нейтралізації. Країни НАТО інтегрують інженерні безпілотні системи у мережецентричні системи управління для досягнення технологічної переваги на полі бою. В Україні також триває активна розробка інженерних БпЛА, зокрема Ironclad, Ratel S, Lobster, які вже проходять бойові випробування та демонструють високу ефективність у зоні бойових дій.

Інженерні безпілотні системи є ключовим елементом майбутнього інженерного забезпечення. Їхній розвиток дозволить знизити ризики для особового складу, підвищити ефективність виконання бойових завдань та сприятиме технологічному прориву в ЗС України.

Інженерні безпілотні системи є важливим напрямом розвитку підрозділів Сил підтримки. Вони дозволяють зменшити ризики для особового складу, підвищити оперативність та точність виконання завдань. Впровадження інженерних безпілотних систем у підрозділи Сил підтримки має стати одним із пріоритетів трансформації ЗС України.

Березовський А.І., канд. техн. наук
Махнюк О.В.
ЦНДІ ОВТ ЗСУ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ

Будь яка країна світу, бажаючи створити сучасну армію, одним із пріоритетних напрямів розбудови її спроможностей розглядає розвиток безпілотних комплексів. Досвід збройних конфліктів, які не вщухають на нашій планеті, підтверджує зростання ролі безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) та наземних роботизованих комплексів (НРК) у війнах сьогодення.

Характер та умови ведення бойових дій в сучасних умовах тісно пов'язанні із зростанням можливостей новітніх технологій. Досвід проведення російсько-Української війни свідчить про суттєве зростання можливостей сучасних систем озброєння та військової техніки, у тому числі БпАК та НРК. Вирішення цих питань впливає на поступове нарощення спроможностей підрозділів Сил оборони України під час виконання бойових (спеціальних) завдань в умовах ведення бойових дій. Безпілотні комплекси відіграють важливу роль на всіх рівнях бойових операцій — від тактичних завдань на передовій до стратегічних ударів по критично важливих об'єктах противника. БпАК та НРК стали ключовим елементом у сучасній війні проти рф завдяки їх здатності виконувати завдання, які раніше вимагали значних людських і матеріальних ресурсів. Їх основними перевагами є висока маневреність, можливість діяти у важкодоступних зонах і суттєве зниження ризику для життя особового складу.

Реалізація ідеї застосування БпАК, НРК з метою дистанційного мінування, виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП) дозволить досягнути високого рівня спроможностей підрозділів Сил оборони України.

В результаті досліджень був проведений аналіз перспектив розвитку безпілотних систем мінування (розмінування) місцевості та відпрацьовані пропозиції щодо особливостей їх застосування при виконання інженерних завдань підрозділами Сил оборони України.

Бисов А.С., канд. біол. наук
Онищук О.Р.
ЦД СП ЗСУ

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ, ЯКІ НАДІЙШЛИ В РАМКАХ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ ДОПОМОГИ, ВРАХОВУЮЧИ СПЕЦИФІКУ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ (СПЕЦІАЛЬНИХ) ЗАВДАНЬ

В умовах повномасштабного вторгнення військ рф в Україну протяжна лінія бойового зіткнення потребує залучення значної кількості військовослужбовців, кожного з яких необхідно забезпечити засобами індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Значна частина протигазів, які перебувають на забезпеченні ЗС України – це старі радянські протигази із перевищеним терміном зберігання.

Україна в рамках матеріально-технічної допомоги (МТД) отримала від країн-партнерів, у тому числі і ЗІЗОД, проте кожна з країн надала певну кількість різних засобів індивідуального захисту органів дихання з власним набором тактико-технічних характеристик (ТТХ).

В умовах обмеженості ЗІЗОД та потреби їх активного використання набуває підвищеної актуальності аналіз засобів індивідуального захисту органів дихання, отриманих в рамках МТД, порівняння їх характеристик, підбір взаємозамінних моделей, розробка рекомендацій щодо застосування в різних умовах хімічної, біологічної, радіаційної, ядерної загроз (ХБРЯ).

Сучасні протигази, які надійшли в рамках МТД (протигаз AVON C50, протигаз AVON M50, протигаз Avon FM50, протигаз MP5, протигаз NBC C4, протигаз Avon FM12&CT12 Reshstor, протигаз ГП-5(ЦП-5), протигаз ГП-7, протигаз F-2, протигаз FMV-90, протигаз SCOTT M95 були розроблені відповідно до останніх військових вимог НАТО щодо ХБРЯ загроз, підтверджує високий

рівень їх захисних властивостей та надійність, перевірену відповідно до військових стандартів та значно переважають застарілі моделі (МП-5, ГП-5, ГП-7) за спектром захисту, часом використання при ХБРЯ загрозах (за умови використання відповідних фільтрів), комфортом та функціональністю. Зазначені моделі мають передові тактико-технічні характеристики, що охоплюють захист, ергономіку, інтеграцію з обладнанням, управління повітряним потоком та простоту обслуговування, роблять їх безкомпромісним вибором для забезпечення безпеки особового складу та підвищення ефективності виконання завдань в умовах високого ризику. Вибір конкретної моделі залежить від специфічних вимог та потенційних загроз. Для професійного використання в умовах високого ризику ХБРЯ загроз перевагу слід надавати сучасним моделям з високими показниками захисту та тривалим часом використання з відповідними фільтрами. Застарілі моделі можуть бути прийнятними лише для базового захисту в умовах низького ризику або як резервний варіант. Їх ефективність проти сучасних ХБРЯ загрозах є значно нижчою. Важливо завжди використовувати сертифіковані фільтри, що відповідають типу загрози, та дотримуватися рекомендацій виробників щодо часу їх використання.

Сьогодні зразки ЗІЗОД, які надійшли в рамках МТД, відповідають наступним критеріям: надійна робота протигазів у різних умовах; збільшення поля зору і можливість використання разом з оптичними пристроями; технологічна сумісність дихальних клапанів і переговорних пристроїв до стандартів НАТО; збільшення захисних характеристик фільтрувально-поглинальної систем щодо захисту від широкого спектра небезпечних хімічних речовин та підвищеними термінами їх захисної дії; стійкість матеріалів ЗІЗОД, до засобів спеціальної обробки, що збільшує їх багаторазовість у використанні; можливість швидкого переведення засобів індивідуального захисту ЗІЗОД у бойове положення; простота використання.

Використання засобів індивідуального захисту організується та здійснюється з метою збереження боєздатності військ (сил) і надання можливості діяти в умовах ХБРЯ загроз.

У зв’язку із вищезазначеним, військовослужбовці ЗС України потребують переозброєння та доукомплектування сучасними зразками ЗІЗОД і оволодіння навичками роботи з ними.

Знання військовослужбовцями ТТХ ЗІЗОД, які надійшли в рамках МТД, їх можливостей, має важливе значення для прийняття правильних рішень для захисту особового складу при ХБРЯ загрозах.

Бідник І.І.
Корольов О.О.
НАСВ

СУЧАСНІ СПОСОБИ ВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ

В ході війни росії проти України, починаючи з 2014 року і досі, утворились та продовжують утворюватись нові, дієві способи ведення бойових дій і принципи управління військами. На зміну принципам управління, заснованим на централізації, все більша увага приділяється управлінню, коли в його основі не тільки звичний об'єкт (людина, машина і т.д.), але і ситуація, в якій здійснюється їх діяльність. Нові підходи в організації бойових дій вимагають нових способів ведення інженерної розвідки.

Одним із шляхів оптимізації інженерної розвідки є пошук і впровадження в теорію та практику нових способів ведення інженерної розвідки, заснованих на застосуванні сучасних засобів добування, обробки та оперативного доведення відомостей про стан місцевості в смузі операції. До значного підвищення можливостей підрозділів інженерної розвідки можна віднести використання безпілотних літальних апаратів.

Розрізняють некеровані, автоматичні і дистанційно пілотовані безпілотні літальні апарати, які поділяються за взаємопов'язаним параметрами:

маса, час, дальність і висота польоту;

та на такі різновиди: клас «мікро» − масою до 10 кг, тривалістю польоту близько години на висоті до 1 км;

клас «міні» - масою до 50 кг, тривалістю польоту в кілька годин на висоті до 3-5 км; середні («міді») - масою до 1000 кг, тривалістю польоту 10-12 годин на висоті до 9-10 км;

важкі - масою понад 1000 кг, з тривалістю польоту 24 години на висоті до 20 км.

Для ведення інженерної розвідки використовують дистанційно пілотовані літальні апарати класу «міні», оскільки маса і габаритні розміри таких апаратів дозволяють вдало їх транспортувати, а висота і тривалість польоту – застосовувати на досить великій дальності польоту (радіуси управління).

З оснащенням підрозділів подібними дистанційно пілотованими літальними, з'являється можливість перейти від об'єктового до ефективнішого - зонального способу ведення інженерної розвідки. Сутність способу полягає у визначенні підрозділами інженерної розвідки зон відповідальності. Так у межах зони (напрямку) будь-який об’єкт буде досяжний для ведення інженерної розвідки завдяки застосуванню дистанційно пілотованого літального апарата. Відповідно, підрозділом інженерної розвідки буде здійснюватись постійний моніторинг місцевості з повним охопленням смуги операції, що в свою чергу передбачає здійснення маневру значною мірою інженерними засобами, а не силами в цілому.

Системний метод ведення інженерної розвідки полягає в комплексній оцінці місцевості до початку бойових дій і прогнозу щодо зміни обстановки в ході виконання бойових завдань по етапах з постійним нарощуванням відомостей від етапу до етапу.

Білоус В.А.
ВА (Одеса)

ПОКРАЩЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРЕДОВИХ СИСТЕМ ПІДВІСКИ

Сучасні бойові дії висувають жорсткі вимоги до мобільності, прохідності та стійкості військових автомобілів. Оперативне пересування у складних дорожніх умовах, висока маневреність, збереження боєздатності екіпажу та обладнання критично важливі характеристики, які прямо залежать від конструкції підвіски автомобіля. Тому вдосконалення ходових систем, зокрема систем підвіски, є одним із пріоритетних напрямів підвищення бойової ефективності військової техніки.

Прохідність є ключовою характеристикою військових автомобілів, що забезпечує виконання бойових завдань у складних умовах, включаючи бездоріжжя, гірську місцевість та екстремальні кліматичні умови. Броньований багатоцільовий автомобіль КрАЗ Spartan, який використовується для транспортування особового складу, вантажів та обладнання, потребує вдосконалення підвіски для підвищення ефективності в зоні бойових дій.

Базова підвіска броньованого автомобіля КрАЗ Spartan забезпечує надійну вантажопідйомність (до 7 тонн) та стабільну роботу в стандартних умовах, але її адаптивність до складного нерівного рельєфу залишається обмеженою. Це спричиняє зниження маневреності на 15–20% порівняно з сучасними аналогами, прискорений знос ключових компонентів (на 25% швидше в екстремальних умовах експлуатації) та підвищений дискомфорт для екіпажу, що знижує їхню працездатність на 10–12% під час тривалих бойових операцій.

Впровадження передових адаптивних систем підвіски, таких як незалежна підвіска з регульованим кліренсом (у діапазоні 360–475 мм) та гідропневматичними амортизаторами, може суттєво покращити прохідність автомобіля. Такі системи дозволяють ефективно долати круті схили (до 45°) та броди глибиною до 1,5 м, підвищуючи прохідність на 30–35% порівняно з базовою конструкцією, що є критичним для операцій у складних умовах.

Інтеграція самоблокувальних диференціалів і колісних редукторів планетарного типу сприяє рівномірному розподілу навантаження між колесами, що покращує маневреність на 20–25% і знижує знос трансмісії на 30%. Використання поліуретанових сайлентблоків, стійких до абразивного зносу та впливу дорожніх реагентів, підвищує довговічність підвіски на 40%, забезпечуючи надійність навіть за екстремальних температур.

Адаптивна підвіска зменшує вібрації та удари від нерівностей на 50%, що значно підвищує комфорт екіпажу та знижує їхню стомлюваність на 15–20% під час тривалих місій. Це не лише

сприяє ефективнішому виконанню бойових завдань, а й забезпечує вищу концентрацію екіпажу в умовах підвищеного стресу, що є важливим для успіху операцій.

Таким чином впровадження передових систем підвіски потребує інвестицій, але скорочення витрат на ремонт (на 25–30%) та підвищення терміну служби техніки (на 35–40%) компенсують витрати. Адаптація до місцевих умов експлуатації, таких як українські ґрунтові дороги, забезпечує оптимальну відповідність конструкції реальним потребам. Модернізація підвіски КрАЗ Spartan шляхом впровадження передових технологій значно покращить прохідність, маневреність, довговічність та комфорт екіпажу. Розрахунки показують зростання загальної ефективності техніки на 30–40%, що є критичним для виконання бойових завдань в екстремальних умовах.

Брянкін С.С., д-р філософії
Озеран Г.П.
Подчерніна В.О.
ДНДІВ і СОВТ

РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ АЕРОЗОЛЬНОГО ПРИКРИТТЯ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

Події сучасного етапу російсько-Української війни переконливо засвідчують стрімке зростання значущості мобільних роботизованих платформ у структурі сил оборони. Висока динаміка бойових дій, необхідність оперативного реагування на змінні загрози та зниження ризику для особового складу зумовлюють зростання попиту на автоматизовані та дистанційно керовані системи. Особливої уваги заслуговують керовані роботизовані комплекси, оснащені телеметричними модулями та системами передачі відеоінформації, які забезпечують ефективну взаємодію з оператором у режимі реального часу.

Однією з перспективних сфер застосування мобільних роботизованих платформ є реалізація завдань з маскування та прикриття військ за допомогою аерозольних засобів. Досвід ведення бойових дій вказує на ефективність використання димових завіс для захисту підрозділів, техніки та об’єктів від візуального спостереження та наведення високоточної зброї противника. Водночас традиційні засоби створення димових екранів (гранати, шашки) мають обмежений час дії та вимагають безпосередньої присутності особового складу в зоні підвищеного ризику.

У цьому контексті актуальним напрямом розвитку є інтеграція на мобільні платформи спеціалізованих компактних аерозольних генераторів, здатних автономно формувати та підтримувати димові завіси протягом тривалого часу. Такі рішення дозволяють реалізувати концепцію малопомітних, мобільних і гнучких засобів маскування, що практично виключають участь людини у небезпечній зоні. Дистанційне керування платформами значно знижує ризики втрат особового складу, підвищує адаптивність до змін тактичної обстановки та забезпечує можливість багаторазового використання систем.

Букін О.В., канд. фіз.-мат. наук
Логвінов Ю.Ф., д-р фіз.-мат. наук, чл. кор. НАНУ
Резниченко М.Г.
Дробна О.В.
Лабазов С.М.
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАНУ

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ПІДПОВЕРХНЕВОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Останнім часом ведуться дослідження щодо застосування радіолокаційного методу для дистанційного (від 0.5 до 10.0 м) пошуку металевих і пластикових мін різних типів, встановлених на поверхні або під поверхнею ґрунту. Радіолокатор або георадар, що використовується з цією метою,

зазвичай має невеликі розміри і може бути переносним, встановленим на спеціальний візок, на автомобіль, на БпЛА. З урахуванням електричних характеристик ґрунту, частота зондувальних радіолокаційних сигналів, що використовується для цих цілей, лежить у діапазоні 0.5 - 3.0 ГГц. Теоретично, роздільна здатність радіолокатора за глибиною в ґрунті в цьому разі може становити 2 см.

Сучасна обробка даних підповерхневого радіолокаційного зондування передбачає використання методів цифрового спектрального аналізу. Найпоширеніший метод спектрального аналізу, що застосовується до обробки даних підповерхневого зондування, - це швидке перетворення Фур'є (ШПФ). Застосування прямого або зворотного ШПФ дає змогу зіставити одержуваний у результаті перетворення частотний спектр або часовий відгук відповідно, з глибиною розташування підповерхневого об'єкта, зокрема міни. Однак, у результаті застосування перетворення Фур'є виникає ефект «розтікання» спектра. Це відбувається тоді, коли відстань до підповерхневого об'єкта не кратна розрахунковій роздільній здатності георадара в ґрунті. Унаслідок цього ефекту реальна роздільна здатність георадара зменшується відносно розрахункової щонайменше у півтора раза.

Нами було проведено математичне моделювання застосування деяких методів спектрального аналізу до обробки даних підповерхневого зондування. Було застосовано такі методи: метод прямого ШПФ, метод періодограми, метод Уелча, метод MUSIC. Порівняння результатів моделювання засвідчило таке: застосування методу періодограми і методу Уелча не призводить до збільшення роздільної здатності відносно методу ШПФ. Застосування методу MUSIC призводить до збільшення роздільної здатності відносно розрахункової мінімум утричі.

Усі наведені методи добре показали себе під час обробки реальних даних підповерхневого зондування за слабкого відбитого сигналу. Застосування будь-якого з цих методів треба розглядати в кожному конкретному випадку, з огляду на поставлені цілі використання георадара.

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

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НОСІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ РАМНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВІЙСЬКОВИХ МОСТІВ ЗА ДІЇ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Під час виконання завдань інженерного забезпечення в зоні бойових дій на російсько-Українському фронті виникає потреба відновлення зруйнованих мостів, а також їх дублювання у стислі терміни. Цим обумовлюється суттєве зростання вимог до підготовки особового складу інженерних підрозділів , що в свою чергу вимагає поглиблення знань як матеріальної частини мостобудівної техніки, так і більш якісного виконання завдань зведення військових мостів. Для забезпечення надійної роботи інженерних систем під час їх експлуатації на стадії проєктування необхідно провести оцінку їх носійної здатності, тобто оцінити міцність, жорсткість і стійкість їх елементів, зокрема і рамних, за дії як статичних, так і динамічних навантажень.

В роботі розглядається мостовий елемент у вигляді плоскої рами, обидва кінці якої шарнірно закріплені. Рама складається з двох вертикальних і одного горизонтального елементів, що жорстко з’єднані між собою під прямими кутами. На горизонтальному елементі рами розміщений електродвигун. Досліджено існування небезпеки виникнення резонансу; обчислені максимальні нормальні динамічні напруження в рамі.

Для визначення статичного переміщення центра мас двигуна, через яке виражається колова частота власних коливань системи двигун-рама, і статичних нормальних напружень у рамі використано метод сил розрахунку статично невизначуваних стрижневих систем. Цей метод, як відомо, зводиться до складання і розв’язування системи канонічних рівнянь, яка є системою лінійних алгебраїчних рівнянь відносно додаткових зусиль, які виникають у таких системах. Коефіцієнти і вільні члени цих рівнянь виражаються через відповідні інтеграли, які обчислюються способом Сімпсона-Корноухова або способом Верещагіна. Кількість цих рівнянь рівна числу додаткових

в`язей, накладених на стрижневу систему (у даному випадку раму). Оскільки розглядувана рама є один раз статично невизначувана, то система канонічних рівнянь для неї вироджується і буде складатись з одного канонічного рівняння, розв`язавши яке визначимо так зване «зайве» зусилля. Таким чином отримаємо вже статично визначувану систему.

Визначені колові частоти власних і змушених коливань системи рама-електродвигун. Проаналізована можливість виникнення резонансних явищ. Встановлено, що для заданих в роботі параметрів системи небезпеки виникнення явища резонансу немає, оскільки колові частоти власних і змушених коливань системи відрізняються більше, ніж на 30%. Визначені коефіцієнт зростання коливань та динамічний коефіцієнт при коливаннях, через який виражаються максимальні динамічні напруження і переміщення у рамному мостовому елементі. Визначені також характеристики циклу напружень, які необхідно знати для оцінки втомної міцності в умовах періодично змінного в часі навантаження. Розглянуто також рамний елемент під дією ударного навантаження. Розрахунок проводився в рамках технічної теорії удару. Проаналізована ситуація, коли міцність рамного елемента в умовах удару не буде забезпечена. Розроблені пропозиції щодо підвищення носійної здатності рамних мостових елементів.

Войцеховський С.І.
Літвінчук Р.В.
ВА (м. Одеса)

ПОКРАЩЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МОДИФІКАЦІЇ ТРАНСМІСІЇ

Актуальність дослідження зумовлена викликами російсько-Української війни, що триває з 2014 року та загострилася у 2022 році, підкреслюючи необхідність модернізації техніки ЗСУ для ефективної логістики в екстремальних умовах бойових дій. Застарілі трансмісії автомобілів, таких як ЗИЛ-131 і КрАЗ-6322, обмежують їхню ефективність, ускладнюючи завдання на бездоріжжі чи зруйнованій інфраструктурі. Впровадження техніки, наприклад, MaxxPro, частково вирішує проблему, але модернізація автопарку ЗСУ є терміновою потребою. Електрична модернізація (е-модернізація) підвищує прохідність, енергоефективність, знижує залежність від пального, що критично в умовах війни. Дослідження спрямоване на вдосконалення трансмісій для бойової готовності ЗСУ.

Аналіз трансмісій військових автомобілів ЗСУ показав, що ЗИЛ-131 має просту та надійну конструкцію, але застарілу механічну трансмісію з ручним перемиканням і без міжосьового диференціала, що знижує зручність і ефективність. КрАЗ-6322 оснащений демультиплікатором і повним приводом 6×6, що забезпечує високу прохідність, але потребує складного обслуговування та не має автоматизації. MaxxPro з автоматичною трансмісією Allison вирізняється надійністю, однак складність ремонту через електронні компоненти створює логістичні труднощі. Дослідження комерційних автомобілів показало, що е-модернізація, як у проєктах Linkker і Pepper Motion, сприяє зниженню викидів і підвищенню енергоефективності. Багатошвидкісні трансмісії в електромобілях забезпечують кращу тягу, прискорення та прохідність порівняно з одношвидкісними. У моделюванні за допомогою VTT Smart eFleet використано мультифізичний підхід для аналізу тягових характеристик, енергоефективності та енергоспоживання дизельних і електричних вантажівок. Моделювання показало, що багатошвидкісна електрична трансмісія забезпечує тягу до 54 кН на першій передачі, дозволяючи долати 19% підйоми, тоді як одношвидкісна — лише 7%. Електричні вантажівки з багатошвидкісними трансмісіями мають вищу енергоефективність (ККД до 97%) порівняно з дизельними (40%). У снігових умовах дизельні вантажівки швидші, але електричні економічніші завдяки рекуперативному гальмуванню.

Крім того змодельовано електромодернізовану вантажівку з багатошвидкісною та одношвидкісною трансмісією для оцінки динамічних характеристик при високих навантаженнях. Моделювання базувалося на переобладнанні дизельної вантажівки на електричну. Досліджено сценарії: максимальна вантажопідйомність і снігоочищення з підвищеним опором. Виконано десять

циклів руху за реалістичними маршрутами з урахуванням кривизни, висоти та обмежень швидкості, використовуючи VTT Smart eFleet.

Таким чином, багатошвидкісні електричні трансмісії значно покращують тягові характеристики та прохідність військових вантажівок, особливо в умовах високого навантаження (перевезення боєприпасів, снігоочищення). Е-модернізація знижує залежність від пального, що критично для ЗСУ в умовах війни, та сприяє економії ресурсів. Рекомендується впроваджувати багатошвидкісні трансмісії в електричних вантажівках, адаптувати VTT Smart eFleet для моделювання бойових умов ЗСУ, враховуючи пошкоджену інфраструктуру, та розробити програми навчання для обслуговування електричних трансмісій. Результати можуть бути використані для модернізації автопарку ЗСУ, оптимізації логістики та підготовки фахівців із військової техніки.

Волох О.П., канд. техн. наук, с.н.с.
КПНУ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ПОДОЛАННЯ РУЙНУВАНЬ І ПЕРЕШКОД

Досвід виконання завдань інженерної підтримки в ході широкомасштабної російсько-Української показує на підвищення важливості підготовки та утримання шляхів руху військ внаслідок зростання значення маневру військами та збільшення щільності руйнувань і загороджень на полі бою. Аналіз характеристик місцевості на сході України показує, що потреба військ в дорогах з твердим покриттям задовольняється в даний час на 40…50%, в зв'язку із їх знищенням противником та перебування під постійним вогневим контролем. Це призводить до збільшення часу висування та розгортання військ в 1,5…2 рази за рахунок використання ґрунтових доріг та підготовки колонних шляхів, що обумовлює широке застосування засобів подолання руйнувань та перешкод. Окрім того, на сьогодні перелік завдань, що виконується підрозділами інженерних військ, значно розширюється за необхідності прокладання проходів у мінних полях і на замінованих ділянках місцевості, застосування противником систем дистанційного мінування, БпЛА та високоточних боєприпасів.

В доповіді автором висвітлено результати аналізу використання як вітчизняних, так і зарубіжних зразків даної групи інженерної техніки та обґрунтовано основні напрями їх розвитку, а саме:

модернізація існуючих шляхопрокладачів та інженерних машин розгородження у напрямку універсалізації за рахунок оснащення змінним робочим обладнанням (екскаваторним ковшем, грейфером, ґрунтовим спіральним буравом, гідравлічним молотом тощо, застосування ножового мінного трала з електромагнітною приставкою);

розробка роботизованого комплексу для виконання інженерних робіт в умовах широкого впливу БпЛА;

модернізація механізованих мостів у напрямі збільшення вантажопідйомності (більше 70 т) та довжини (30 м і більше) мостів за рахунок використання нових конструкційних матеріалів та розробки нових схемних рішень, заміни базових машин перспективними танками та військовими автомобілями підвищеної прохідності, удосконалення системи керування;

розробка і створення комплектів, які включають колісні шасі високої прохідності з декількома мостовими конструкціями різної довжини, що дає можливість використовувати їх для подолання перешкод різної ширини. У перспективі передбачається транспортувати одною машиною два моста, які установлюються на перешкоду послідовно;

пошук способів установлення двох та більше прогонів танкових мостоукладників;

розробка і створення дорожніх покриттів на основі використання легких конструкційних матеріалів: алюмінієвих сплавів, композиційних матеріалів, синтетичних волокон, піноутворювальних і швидкотвердних речовин;

розробка засобів механізації для укладання (зняття) дорожніх покриттів та нанесення спеціальних речовин на важкопрохідній місцевості.

Врублевський І.Й., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ОПТИМІЗАЦІЯ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНУ ВІБРОТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ У МАШИНАХ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Досвід російсько-Української війни показав ефективність впровадження нових пристроїв, розроблених на основі останніх досягнень технічних наук, у вже існуючі бойові машини, що достатньо добре себе зарекомендували, та все ж мають деякі недоліки, позбутися яких і покликані нові пристрої. У якості таких прикладів можна навести використання вібраційних транспортних механізмів для переміщення військових вантажів, зокрема боєприпасів, зброї, у бойових машинах інженерного озброєння. Але для їх ефективного впровадження необхідно розробити нові конструкції пристроїв з безвідривними режимами переміщення, коли вертикальна складова вібраційного пришвидшення робочого органу не перевищує пришвидшення земного тяжіння. Для швидкісного безвідривного транспортування потрібні великі амплітуди горизонтальних коливань і малі амплітуди вертикальних коливань, оскільки швидкість транспортування пропорційна амплітуді та частоті коливань робочого органу транспортного механізму. В існуючих промислових вібраційних транспортерах робочий орган здійснює прямолінійні коливання. Вони достатньо прості за конструкцією і в експлуатації, проте для досягнення великих швидкостей переміщення потребують суттєвого збільшення амплітуди коливань, що призводить до порушення безвідривності транспортування, а також до значної передачі вібрації у довкілля. Цей недолік усувається при використанні окремих приводів горизонтальних і вертикальних коливань зі зсувом фаз між ними, при цьому робочий орган реалізує еліптичні, а не прямолінійні коливання. Ще більші величини швидкості при тій самій амплітуді коливань можна отримати при використанні полігармонічних, зокрема бігармонічних, коливань. Вони дають суттєві переваги не тільки в швидкості, а й у можливих кутах підйому при переміщенні вверх. Найоптимальніші за швидкістю, хоча й більш складні у реалізації – коливання з кусково-сталим пришвидшенням, причому горизонтальні коливання містять три ділянки постійного пришвидшення за період коливань, а вертикальні – дві ділянки з максимально можливою асиметрією.

Як показали численні експериментальні дослідження, процес вібраційного транспортування достатньо точно описує теорія руху під дією вібрації матеріальної точки по нахиленій шорсткій поверхні. Автором були проведені детальні дослідження безвідривного вібротранспортування при різноманітних типах коливань. Визначено оптимальні параметри коливань, зокрема, значення кутів зсуву фаз між складовими коливань, та співвідношення їх амплітуд, які забезпечують максимум швидкості транспортування.

На основі проведених досліджень запропоновано конструктивні схеми вібраційних транспортних пристроїв з електромагнітними приводами горизонтальних і вертикальних коливань з можливістю зміни співвідношення амплітуд складових та кутів зсуву фаз між ними. Конструкція являє собою тримасову коливну систему з пружною системою у вигляді плоских ґратчастих пружин, за допомогою якої пристрій монтується на машині інженерного озброєння в ділянках мінімальної вібрації. Таким чином, навіть при великих амплітудах коливань вібрація на корпус машини практично не передається. Також запропоновано конструктивну схему пристрою з кулачковим приводом, який реалізує оптимальні коливання робочого органу з кусково-сталим пришвидшенням. Описані вібраційні пристрої можуть знайти використання в якості механізмів подачі у машинах інженерного озброєння.

Гайка Ю.А.
Єгоров В.О.
Андрущенко І.С.
ЖВІ ім. С.П. Корольова

УНІВЕРСАЛЬНА СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПОСТАХ РАДІОМОНІТОРИНГУ

Радіомоніторинг відіграє критично важливу роль у забезпеченні національної безпеки, управлінні радіочастотним спектром, виявленні несанкціонованих передач та зборі розвідувальної інформації.

Пости радіомоніторингу є ключовими вузлами цієї системи. Надійність функціонування таких постів безпосередньо залежить від стабільності та якості електропостачання. Будь-яке переривання живлення може призвести до втрати цінних даних, пропуску критично важливих сигналів, порушення координації дій та, в кінцевому підсумку, до зниження обороноздатності та інформаційної безпеки держави.

В сучасних умовах, особливо зважаючи на потенційну нестабільність централізованих енергосистем через природні катаклізми, техногенні аварії або цілеспрямовані атаки під час ведення бойових дій, забезпечення автономності та надійності електроживлення постів радіомоніторингу стає першочерговим завданням. Основним, а часто і єдиним, доступним рішенням для резервного живлення в таких умовах є використання автономних генераторних установок.

Таким чином, бензогенератори є на даний час та на найближчу перспективу залишаться основним резервним елементом живлення постів радіомоніторингу. Їх технічні характеристики, вихідні електричні параметри (стабільність напруги та частоти), ресурс роботи та загальна працездатність визначальною мірою впливають на надійність електропостачання постів радіомоніторингу електроенергією нормованої якості.

На переважній більшості існуючих постів радіомоніторингу апаратура живиться зазвичай від промислової мережі як основного джерела. У якості резервного джерела використовуються генератори різного типу, найчастіше – бензинові або дизельні. Критичною проблемою є те, що штатна комплектація цих генераторів, особливо моделей, що не призначені для стаціонарної установки з інтегрованою автоматикою, не передбачає наявності системи автоматичного вводу резерву (АВР).

Відсутність АВР на постах радіомоніторингу призводить до низки суттєвих проблем. При аварійному відключенні електроенергії від промислової мережі виникає гостра необхідність у максимально швидкому запуску резервного генератора та ручному переключенні живлення апаратури поста. Цей процес вимагає безпосередньої участі оператора (чергового персоналу), що створює кілька ризиків.

З метою вирішення зазначених вище проблем та для кардинального зменшення часу на переключення джерел електроживлення на постах радіомоніторингу, а також для підвищення безпеки персоналу та надійності роботи обладнання, було ініційовано та здійснено розробку універсального блока автоматичного вводу резерву (АВР), спеціально адаптованого для використання з бензогенераторами, що експлуатуються на цих об'єктах.

Ключовою ідеєю розробки було створення саме універсального рішення, яке могло б бути інтегроване з різними моделями бензинових генераторів, що мають електростартер та базові елементи для зовнішнього керування. Це дозволяє уникнути необхідності закупівлі нових дорогих генераторів з вбудованою заводською автоматикою для кожного поста, а натомість модернізувати існуючий парк генераторних установок.

Горчинський І.В.
Величко Л.Д., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ ПОДОВЖЕНИХ ЗАРЯДІВ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ МІННИХ ПОЛІВ

Російсько-Українська війна підтвердила важливість мінно-вибухових загороджень на полі бою. Мінні поля використовують для нанесення ураження рухомій військовій техніки та особового складу. Окрім мінних полів використовують і точкове мінування. Переважно мінні поля розміщують на напрямках, де можливий рух бронетехніки або наступ піхоти. Точкове мінування здійснюють на дорогах, обабіч їх або в місцях переміщення противника. Протитанкові мінні поля можуть бути до 1000 метрів у ширину і до 100 метрів у глибину. Їх встановлюють як з допомогою техніки, так і вручну. Точкове мінування можуть теж реалізовувати і з допомогою безпілотних апаратів. Наявність мінного поля або точкового мінування суттєво сповільнює рух противника і супроводжується втратами як техніки так і особового складу. Коефіцієнт ймовірності ураження БТР, БМП і танків на

мінному полі досягає 0,65–0,75. Це суттєво зменшує атакуючий потенціал наступаючих військ. Для реалізації мети наступаючої військової операції необхідне розмінування повне або хоча б часткове мінного поля.

Для розмінування мінного поля використовують ручне і механізоване розмінування. Ймовірність знешкодження вибухонебезпечних пристроїв з допомогою коткових, бойкових та ножових мінних тралів досягає 95%. Проте використання їх на передній лінії фронту створює можливості для їх ураження противником. Тому для реалізації розмінування мінного поля бажано використовувати подовжені заряди. Вони забезпечують до 90% ймовірності знешкодження мін та створення відносно безпечних проходів у мінному полі як для рухомої військової техніки, так і для особового складу. Оскільки бажане розміщення установки розмінування на якомога більшій віддалі від переднього краю, то виникає потреба в дослідженні динаміки установки розмінування під час руху реактивного двигуна, подовженого заряду і гальмівного канату.

Розглядається математична модель установки розмінування, яка складається з реактивного двигуна, реактивного палива, кабельного заряду і гальмівного канату. На першому етапі руху механічної системи в русі перебуває реактивний двигун, який завдяки їй сходить з напрямної установки і тягне за собою кабельний заряд. На цьому етапі та наступних необхідно враховувати, що маса реактивного палива є змінною величиною. На другому етапі в русі перебувають реактивний двигун, частина реактивного палива, весь кабельний заряд і частина гальмівного канату. На третьому етапі вважається, що реактивний двигун рухається за інерцією, оскільки все реактивне паливо вигоріло.

Записана система нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, яка описує рух механічної системи. Розглядався рух елементів установки розмінування УР-77. На основі співставлення теоретичних результатів дослідження механічної системи з тактико-технічними характеристиками установки УР-77 підтверджується адекватність математичної моделі. Визначено, що найбільша дальність польоту реактивного двигуна спостерігається, якщо кут нахилу напрямних дорівнює 72°.

Гриб Д.А., канд. військ. наук, доц.
Гурєєв І.В.
ХНУПС
Заєць Я.Г., канд. техн. наук, **ст. досл.**
НАСВ

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОКРЕМИХ МАЛОВИСОТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Актуальність продовження вдосконалення методики оцінювання ефективності застосування окремих маловисотних радіолокаційних підрозділів (ОМРЛП) протягом тривалого періоду часу визначена новими тенденціями масованого застосування противником міні і мікро безпілотних ударних літальних апаратів (БпЛА) на гранично малих висотах (ГМВ) та необхідністю прогнозування результатів ведення радіолокаційної розвідки у цих умовах на довгостроковий період.

За результатами досліджень низки авторів щодо визначення залежності результатів ведення радіолокаційної розвідки ОМРЛП від динаміки і якості постачання ресурсів до них, в умовах цілодобового і динамічного застосування противником БпЛА та інших засобів повітряного нападу (ЗПН) різних типів, на малих і гранично малих висотах, розглянуті наступні аспекти вдосконалення методики оцінювання ефективності застосування ОМРЛП:

оцінювання значущості забезпечення максимально необхідного середнього значення ймовірності виявлення вказаних вище типів БпЛА протягом тривалого періоду ведення радіолокаційної розвідки у районі ведення протиповітряної оборони (ППО) окремими маловисотними радіолокаційними підрозділами;

прогнозування результатів застосування ОМРЛП залежно від кількості та якості ресурсів, що постачаються протягом тривалого періоду;

прогнозування процесів змінювання забезпечення застосування ОМРЛП протягом тривалого часу необхідними ресурсами для визначення перспектив розвитку системи радіолокаційної розвідки ЗПН на ГМВ на довгострокову перспективу.

Результати радіолокаційної розвідки ЗПН противника на ГМВ у поточний і наступні періоди виконання бойових завдань ОМРЛП необхідно прогнозувати, враховуючи динаміку змінювання впливів матеріальних і нематеріальних ресурсів на ефективність застосування кожного радіолокаційного підрозділу. Визначення безлічі критеріїв обирання варіанта застосування радіолокаційного підрозділу на декілька періодів ведення ППО потребує подальшого дослідження.

Обирання критеріїв оцінювання впливу ресурсів (що використовуються), на результат радіолокаційної розвідки ЗПН на ГМВ, з урахуванням методики оцінювання ефективності застосування ОМРЛП, має враховувати середнє значення ймовірності виявлення ЗПН на ГМВ протягом усього періоду ведення ППО.

Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доц.
Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗАХИСНИХ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ДІЇ ВИБУХОВИХ ФАКТОРІВ

Захист об’єктів критичної інфраструктури, військової техніки та особового складу, зокрема під час російсько-Української війни, довів необхідність постійного вдосконалення як конструкцій захисних споруд, так і підходів до їх проєктування. З огляду на масоване застосування артилерії, ракетного озброєння, сучасні засоби ураження мають вкрай високу вибухову енергію, здатну руйнувати як тимчасові, так і інженерно обладнані оборонні споруди.

Для забезпечення ефективного захисту використовуються різні типи захисних споруд – від мобільних броньованих укриттів до стаціонарних бетонних капонірів. Ефективність таких засобів залежить від низки чинників: геометричної структури, фізико-механічних властивостей використаних матеріалів, способу фіксації конструкційних елементів, а також від характеру їхньої взаємодії з довкіллям.

Хоча вибуховий вплив має короткотривалу дію, його ударна хвиля може спричинити критичні пошкодження. Особливо це актуально в умовах близького підриву (наприклад, FPV-дронів), коли ударний імпульс досягає високих пікових значень. Традиційне збільшення товщини захисного шару часто виявляється нераціональним через обмеження логістики, ваги та вартості. Ефективнішими є підходи, засновані на вдосконаленні геометрії, конфігурації й кріплення елементів захисту або ж на застосуванні композитних матеріалів з покращеними характеристиками поглинання енергії.

У даній роботі пропонується методика дослідження динамічних процесів, які виникають в елементах захисних конструкцій під дією вибухової хвилі. Елементи захисної споруди моделюються як нелінійно пружні тіла. З метою зниження динамічних навантажень, що виникають внаслідок підриву у безпосередній близькості до об’єкта, запропоновано змінити спосіб закріплення окремих частин захисної системи.

Математична модель, яка лежить в основі дослідження, є крайовою задачею для нелінійного гіперболічного рівняння з частинними похідними другого порядку. Вона враховує широкий спектр чинників: характеристики вибуху, взаємодію вибухової хвилі із ґрунтом та елементами конструкції, властивості матеріалів тощо. Для аналітичного опису процесів використано спеціальні Ateb-функції, що дозволило отримати формули зміни ключових параметрів динаміки, які використовуються для оцінки міцності конструкції та вибору її оптимальних геометричних характеристик.

Одним із практичних результатів таких досліджень стала пропозиція щодо зміни конструктивної схеми кріплення захисних елементів – зміна кута нахилу опорної площини захисного елемента. Такий підхід дозволяє змінити напрямок поширення вибухової енергії, зменшити амплітуду коливань та, відповідно, знизити пікові навантаження, які спричиняють пошкодження конструкції.

Важливим висновком, підтвердженим як розрахунками, так і практичними спостереженнями в зоні бойових дій, є те, що комплексний підхід до інженерного захисту, що поєднує геометричні, матеріалознавчі та динамічні аспекти, дозволяє досягати істотного підвищення живучості об'єктів. В умовах війни це означає не лише збереження споруди, а й життя особового складу, що в ній перебуває.

Давидовський Л.С., канд. техн. наук, ст. досл.
Бісик С.П., д-р техн. наук, проф.
Саковець В.В.
Сєдов С.Г., канд. техн. наук, ст. досл.
Національний університет оборони України

ЗАПЕРЕШКОДНА ДЕФОРМАЦІЯ ШОЛОМІВ БОЙОВИХ БАЛІСТИЧНИХ – ОБОВ'ЯЗКОВИЙ КРИТЕРІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ВІДПОВІДНОСТІ

Згідно з статистикою бойових уражень особового складу, голова та шия — друга за частотою зона ураження після кінцівок. Попри використання військовослужбовцями шоломів бойових балістичних (ШББ), які забезпечують захист від визначених балістичних загроз, вони залишаються вразливими до важких травм голови внаслідок непроникних ударів.

Сучасні ШББ зупиняють кулі завдяки передачі енергії від снаряда до шолома, що спричиняє його деформацію. Заперешкодна деформація (англ. Backface Deformation (BFD) — це явище, при якому шолом деформується з внутрішнього боку під час удару засобу ураження, не допускаючи її проникнення, але передаючи енергію удару на голову користувача. Це може призвести до серйозних черепно-мозкових травм, відомих як "травма від удару за бронею" (англ. Behind Armor Blunt Trauma, BABT). Така травма має комбінований характер і може включати переміщення та струс мозку, внутрішньомозкові гематоми, крововиливи в мозку, прості лінійні переломи кісток склепіння та основи черепа в комбінації з втисненими переломами, і найбільш складними для порятунку пораненого є фрагментація кісткових тканин черепа, що спричиняють вторинні поранення головного мозку.

Заперешкодна деформація (BFD) ШББ є критичним фактором, що впливає на виживаність та безпеку користувача. Проте є низка випадків, які стали зараз широковідомими через кримінальні провадження, де недобросовісними постачальниками постачались ШББ для підрозділів Сил оборони свідомо ігноруючи в умовах контрактів такий критерій оцінки, як BFD. В технічних завданнях прописувались вимоги на відповідність ДСТУ 8835:2019 або NIJ 0101.06, які не передбачають визначення BFD, а у випадку з NIJ встановлюють максимальну допустиму глибину BFD для бронеплит на рівні 44 мм, що є неприйнятним для ШББ. Вимоги зазначених стандартів застосовувались теж вибірково, наприклад, що зразок повинен відповідати певному класу захисту лише в частині кулестійкості до влучання кулі калібра 9×19 мм Parabellum, при цьому зазначений клас захисту передбачає і інші засоби ураження, такі як 9×18 мм Makarov або .44 Magnum, що ігнорувались. При цьому пробиття кулею 9×19 мм Parabellum не було, захисна оболонка шолома фактичного складалась удвоє, а BFD не передбачалось технічним завданням, і ШББ вважався таким, що витримав випробування.

Такі випадки були у окремих підрозділах Сил оборони, проте у Збройних Силах України вдалося запобігти таким порушенням за рахунок застосування Технічної специфікації МОУ "Шолом бойовий балістичний" (ТС А01XJ.34494-419:2023 (01)), яка передбачає методи оцінки відповідності з урахуванням загроз на полі бою, де обов'язково перевіряється протиосколкова стійкість (V50), BFD, застосовуються кулі 9×18 мм Makarov (Пст, 57-н-181с), які є основними пістолетними набоями армії рф та мають більшу пробивну здатність в порівнянні з свинцевою кулею калібру 9×19 мм Parabellum, яка є основною при оцінці BFD через більшу масу і швидкість.

Критично допустима маса ШББ згідно з медико-технічними вимогами становить 1600 г, а бажання військовослужбовців і тенденції щодо її зменшення вимагають балансування з захисними властивостями, оскільки зростає ймовірність більшої BFD.

Жубінський Ф.Ф.
НУОУ

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПОЛЬОВИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СКЛАДІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

У сучасних умовах ведення бойових дій особливої ваги набуває питання збереження матеріально-технічних засобів, зокрема боєприпасів, у безпосередній близькості до лінії бойового зіткнення. Польові артилерійські склади, що розгортаються в оперативній глибині бойових порядків, є уразливими до вогневого ураження з боку противника. З огляду на це, пріоритетним завданням стає забезпечення їх максимальної живучості та захищеності.

Основними загрозами для польових складів в першій смузі логістичного забезпечення є артилерійські обстріли, авіаційні удари, застосування дронів-камікадзе, а також засоби радіолокаційної розвідки, що дозволяють виявляти навіть замасковані об'єкти. Ураження складу зберігання засобів ураження може призвести до детонації великої кількості боєприпасів, що в свою чергу, викликає не лише втрату матеріальних ресурсів, а й загибель особового складу та порушення логістичних ланцюгів.

З метою протидії таким загрозам доцільно впроваджувати низку технічних і організаційних рішень. Одним з ефективних заходів є використання перешкод, які можуть зменшити силу детонації та збільшити допустимий обсяг зберігання вибухових речовин на окремих локаціях. Перешкоди на місці потенційного вибуху зупиняють уламки, які розлітаються під невеликим кутом на високій швидкості. Вони також можуть захистити місця потенційного вибуху від ворожого вогню.

За результатом проведеного аналізу розроблено наступні рекомендації щодо підвищення ефективності захисту місць зберігання засобів ураження:

у ряду місць потенційного вибуху, розділених перешкодами типу габіон з захисним перекриттям, кожне місця потенційного вибуху повинно мати свій окремий дах;

наповнювач для захисних перекриттів не має бути небезпечним для навколишніх місць потенційного ураження в разі його рознесення. Оптимальний матеріал для наповнення не має містити органічних речовин і має складатися з піску чи гравію з максимальним діаметром 20 мм;

шар матеріалу для наповнення має бути товщиною щонайменше 60 см і перекривати всю площу даху кожного місця потенційного вибуху;

колони, які використовуються для підтримки секційного даху, можуть бути вставлені в габіон. Крім того, між верхньою частиною габіона та захисним перекриттям потрібно облаштувати мінімальну вентиляційну щілину висотою 60 см, щоб забезпечити швидке скидання надлишкового тиску вибухової хвилі та забезпечення вентиляції.

До додаткових заходів підвищення живучості можна віднести маскування складів, зміна їх місця розташування (так звані "мобільні склади"), застосування засобів РЕБ для зниження точності наведення ворожих засобів ураження. Не менш важливо забезпечити автоматизований моніторинг технічного стану складу та дистанційне управління з метою мінімізації присутності особового складу в зоні ризику.

Таким чином, підвищення живучості польових артилерійських складів вимагає комплексного підходу, що включає інженерно-технічні, організаційні та інформаційно-аналітичні компоненти. Реалізація таких заходів забезпечить збереження критично важливих ресурсів і підвищить стійкість системи логістики в бойових умовах.

Жукова А.
Медвідь Є.
Приймачук С.
НАСВ

ВІЙСЬКОВІ АБРЕВІАТУРИ ТА СКОРОЧЕННЯ У СИСТЕМАХ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ПРОБЛЕМИ РОЗУМІННЯ Й ПЕРЕКЛАДУ

Події, що відбуваються на сучасному етапі на міжнародній арені та в Україні, посилюють співпрацю нашої держави з найпотужнішим світовим військово-політичним утворенням –

Північноатлантичним альянсом (НАТО) та країнами-лідерами, аби найшвидше досягнути миру й безпеки. Результатом таких політичних відносин стають питання чіткої та адекватної інтерпретації військових термінів. Терміни – це один з головних способів мовного вираження спеціальних знань, що з'являються для того, щоб сприяти процесу спілкування під час професійно-наукової діяльності. Вони «закріплюють наявне знання, пояснюючи наукові поняття, категорії та принципи їх систематизації, закономірності певної галузі знань і діяльності». Сьогодні терміни скорочують, з'являється безліч абревіатур та скорочень, які широко використовуються у військовій сфері.

У військовій сфері абревіатури й скорочення відіграють провідну роль, забезпечуючи стислий, ефективний та стандартизований обмін інформацією. Особливо це стосується систем об'єктивного контролю, де інформація передається оперативно та з мінімальним ризиком втрати сенсу. Однак складність, багатоаспектність та контекстуальна залежність таких скорочень створюють проблеми як для розуміння, так і для перекладу.

Військові абревіатури й скорочення у системах об'єктивного контролю використовуються для економії часу та місця у документації, стандартизації для міжнародного використання, а також для збільшення швидкості передачі даних у стресових умовах. Та сама абревіатура може мати різні значення залежно від контексту, до прикладу, «APC – Armored Personnel Carrier або Automatic Power Control». Відтак, виникають різні проблеми розуміння та перекладу. Так, одне скорочення може мати декілька значень, що ускладнює точне тлумачення, у різних країнах чи військових структурах існують власні набори абревіатур, нові концепції та системи генерують нові скорочення, що робить словники й довідники швидко застарілими. Окрім того, військові скорочення часто мають культурно та контекстуально специфічне значення, іноді доводиться замінювати скорочення на розгорнуті пояснення задля збереження точності, а неправильний переклад може викликати серйозні наслідки, особливо у військових операціях.

Отже, підсумуємо, що військові абревіатури та скорочення у системах об'єктивного контролю є невіддільною частиною комунікації, їх правильне розуміння та переклад вимагають комплексного підходу, включаючи використання сучасних технологій, підготовку кваліфікованих спеціалістів та розробку єдиних стандартів, що дасть можливість забезпечити ефективну й безпомилкову передачу інформації у військовій сфері.

Задорожний Д.М.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Мінна небезпека залишається однією з найбільш серйозних загроз для цивільного населення після завершення бойових дій. Україна, перебуваючи серед найбільш замінованих країн світу, потребує ефективних рішень для очищення територій. Гуманітарне розмінування – комплекс заходів, спрямованих на виявлення, знешкодження та ліквідацію вибухонебезпечних предметів (ВНП), перш за все задля захисту мирного населення. У цьому процесі новітні технології відіграють вирішальну роль.

Сучасні дрони використовуються для попередньої розвідки місцевості. Оснащені мультиспектральними камерами, вони здатні виявляти зміни в рослинності та структурі ґрунту, характерні для замінованих зон. БПЛА також можуть використовуватися для точного картографування та передачі координат небезпечних об'єктів.

Георадар (GPR) – ефективний інструмент для виявлення металевих і неметалевих предметів під землею. Вони особливо корисні в поєднанні з роботизованими платформами, які забезпечують високу точність обстеження територій.

Автономні або дистанційно керовані роботи, такі як DOK-ING MV-4, Bozena 4, Teodor та інші, здатні знешкоджувати міни або очищати великі площі без ризику для людини. Їх використовують для механічного очищення територій або підготовки ділянок до ручної перевірки.

Системи на базі ШІ дозволяють автоматично обробляти зображення з дронів і георадарів, прискорюючи процес і підвищуючи точність. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє розпізнавати патерни, характерні для мін, навіть у складних умовах.

За оцінками, понад третина території України потенційно забруднена мінами та вибухонебезпечними залишками війни. Щороку фіксуються десятки випадків загибелі та поранень мирних жителів, зокрема дітей.

Через обмеженість ручної праці та складність територій (ліси, села, інфраструктура) темп очищення дуже повільний. Часто немає достовірної інформації щодо замінованих ділянок, що ускладнює планування робіт.

Зважаючи на визначені проблеми, треба автоматизувати та пришвидшити процес за рахунок залучення новітньої техніки для розмінування – дронів, роботів, георадарів.

На рівні керівництва держави, Україна активно залучає міжнародні організації з гуманітарного розмінування місцевості та інструкторів із навчання особового складу груп розмінування.

Потрібно збільшити кількість державних навчальних програм для саперів, залучити особовий склад військовослужбовців у якості інструкторів, що мають бойовий досвід з мінування та розмінування місцевості, які за рядом причин не можуть бути залучені до виконання бойових завдань.

Проводити інформаційні кампанії з мінної безпеки для мешканців прифронтових регіонів, які допоможуть зменшити кількість інцидентів мінно-вибухового травмування.

Інтеграція новітніх технологій у процес гуманітарного розмінування дозволяє значно знизити ризик для саперів, підвищити ефективність робіт та скоротити терміни очищення територій. Для України це питання не лише безпеки, але й сталого розвитку та повернення життя в деокуповані райони.

Звонко А.А., канд. техн. наук, доц.
Снітков К.І., д-р філософії
Поліщук А.М.
НАСВ

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛАДНАННЯ ПОЗИЦІЙ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Сьогодні незважаючи на стрімкий розвиток та поширення ударних безпілотних літальних апаратів на полі бою домінуючим засобом ураження противника залишається артилерія. Отже, беззаперечно, вогневі засоби артилерійських підрозділів є пріоритетними цілями для ворога. Це, в свою чергу вимагає від керівної ланки проведення додаткових заходів щодо забезпечення живучості гармат та особового складу розрахунків.

Донедавна ця проблема вирішувалась шляхом швидкої зміни вогневих позицій з метою зменшення ймовірності виявлення проте, на сьогодні, більше 90 відсотків випадків ураження озброєння відбувається саме під час переміщення. Отже, варіант зміни вогневих позицій підвищує ризик виявлення та наражає особовий склад на небезпеку. Одним з шляхів вирішення даного питання є інженерне обладнання основних та запасних вогневих позиції артилерійських підрозділів, обладнання хибних вогневих позицій та організація прикриття району засобами радіоелектронної боротьби та мобільно-вогневими групами протиповітряної оборони з використанням наявних засобів.

Вогневі позиції мінометів обладнуються в бліндажах з перекриттям, з'єднані ходами сполучень з погрібками для зберігання боєприпасів та бліндажами для укриття особового складу.

Позиції самохідних артилерійських установок (САУ) типу 2С22, 2С1, 2С3, Krab, AS-90, Caesar можуть обладнуватися за типом "гараж" або "капонір".

Тип "Гараж" для САУ облаштовуються наступним чином: в районі очікування викопується котлован для САУ на висоту установки, робиться дерев'яне перекриття в три накати та облаштовуються дерев'яними воротами з обов'язковим використанням проти-ланцетних та рибальських сіток. "Гараж", при цьому використовується як скрите місце очікування отримання вогневого

завдання. Вогневі позиції обладнуються на відстані 100-300 м від “гаража” з обов’язковим виконанням заходів маскування, в тому ж числі і в інфрачервоному спектрі. На кожну САУ облаштовуються 2-3 вогневі позиції, які мають різні сектори стрільби. Бліндаж для укриття особового складу, з метою забезпечення живучості, виривається на відстані 50 м від вогневої позиції та “гаража”.

Тип “капонір” для САУ – викопується котлован з обов’язковим перекриттям в три накати, від якого відриваються перекриті ходи сполучення до місця для зберігання боєприпасів та бліндажу для укриття та проживання особового складу. Довжина ходів сполучень складає від 5 до 20 м від САУ.

Вогневі позиції для причіпних гармат обладнуються у земляних валах або в капонірах, що перекриті та замасковані. Бліндажі для особового складу знаходяться на відстані до 50 м та не обов’язково з’єднуються ходами сполучень.

Хибні вогневі позиції, як правило обладнуються в районах дійсних вогневих позицій на відстані не ближче 300 м з метою уникнення можливості виявлення дійсної.

Безперечно, вищезазначені заходи підвищать живучість артилерійських систем та розрахунків, але, з іншого боку, викликає ряд проблемних питань з їх виконанням, таких як час підготовки позицій, наявність особового складу для виконання робіт та матеріально-технічних засобів.

Казмірчук Р.В., канд. військ. наук
НАСВ
Матвєєв Г.А.
НАСВ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА, ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇХ ПОДАЛЬШОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Сучасні виклики збройної боротьби з агресією російської федерації потребують удосконалення методів протидії впливу сил і засобів противника на полі бою. Одним з найбільш ефективним елементом стримування сил противника залишаються протитанкові мінно-вибухові загородження. Проте для встановлення мінних полів навіть на сьогодні переважно використовуються міни радянського виробництва, або їх аналоги що за своїми конструкційними особливостями не забезпечують в повному обсязі вирішення завдань за своїм призначенням. В наведеному нижче аналізі зазначені основні конструкційні недоліки деяких зразків мін та пропозиції щодо їх усунення.

Міна ПТМ-У-01. Радянська протитанкова міна, створена в 1980-х роках. Встановлюється на ґрунт або асфальтовану дорогу за допомогою дистанційно керованих наземних комплексів, що оснащені системою скиду вантажопідйомністю від 5 кг, а також авіаційні системи мінування з БпЛА. За час експлуатації було виявлено наступний недолік: зовнішня заводська запобіжна чека на підривник ПТМ дуже чутлива до температури нижче нуля, внаслідок якої він становиться крихким. Під час встановлення міни дистанційно за допомогою БпЛА зовнішній запобіжник замерзає та обламується, внаслідок чого міна не переводиться в бойове положення. Враховуючи викладене вище, було запропоновано ряд конструктивних змін, а саме:

замінити зовнішню запобіжну чеку підривника ПТМ на більш м’який та гнучкий, внутрішню чеку вивести назовні;

розглянути можливість змін у конструкції щодо скорочення часу при спорядженні та продовження термінів самоліквідації від 60 діб.

Міна МОН-50. Радянська протипіхотна міна, яка в Україні виробляється під назвою ПВП-50. В одному з оперативно-тактичних угруповань було проведено ряд випробувань міни зазначеної серії та встановлено, що під час в зведенні міни в 40% випробуваних мін відбувся розкол корпусу та розкидання вражаючих елементів та вибухової речовини в радіусі 0,7-1,2 м. При застосуванні електродетонатора ЕД-8-Ж міна спрацьовує, але даний електродетонатор не підходить по довжині (довший), що призводить до додаткових дій щодо його закріплення. Під час розбирання міни та порівняння її внутрішньої конструкції з МОН-50 було встановлено, що у ПВП-50 на відміну від МОН-50 відсутній проміжний детонатор, а алюмінієва втулка для вставлення детонатора товща ніж в

МОН-50 (ймовірно, це є причиною не спрацювання). Враховуючи викладене вище, було запропоновано ряд конструктивних змін, а саме:

додати проміжний детонатор та замінити алюмінієву втулку для вставляння детонатора на пластикову (для ефективної передачі детонації);

розробити універсальну втулку для детонатора, для можливості використання як ЕДП(р), так і ЕД-8-Ж, що не буде створювати додаткові маніпуляції та витрату часу в польових умовах;

розглянути можливість зміцнення ”монтажних ніжок” у ПВП-50, які є менш стійкі та міцні в порівнянні з аналогами, що ускладнює монтаж міни.

Каленик М.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Козак С.І.
Семенюк В.В.
НАСВ

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЖИВУЧОСТІ

Сучасний стан розвитку засобів для проведення технічного обслуговування (ТО) інженерної техніки (ІТ) характеризується значним зростанням їх інтенсивності експлуатації, а також підвищенням вимог до безпеки застосування. Тому для підвищення живучості майстерні, якісного та своєчасного проведення ТО ІТ в бойових умовах необхідно обладнати майстерню ТО захисним обладнанням, а також укомплектувати її необхідним інструментом та матеріалами для виготовлення і відновлення такого захисту на інших машинах під час їх ТО.

Досвід російсько-Української війни показав, що обладнання майстерень ТО розгортають на наявних в районах виконання бойових завдань промислових об’єктах, куда доставляють зразки техніки для ТО. Іншим шляхом їх застосування є переміщення майстерень до місць прихованого розташування техніки для надання допомоги у їх ремонті та обслуговуванні. Оскільки противник постійно використовує БПЛА для ураження техніки, потрібно збільшити живучість майстерні ТО ІТ застосовуючи засоби захисту, які набули свого поширення в останній час, в першу чергу, захисні сітки з козирками, а також засобами РЕБ.

На нашу думку, перспективна майстерня ТО ІТ має являти собою: 2 автомобілі на вітчизняній базі КрАЗ-6322 з кранами-маніпуляторами і зйомники кузовами-контейнерами, в одному з яких розміщується усе необхідне обладнання для виконання ТО ІТ, у іншому окрім генератора (380 В, 8 кВт) та решти технічного обладнання обов’язково повинні бути розміщені необхідний інструмент та розхідні матеріали для виготовлення та ремонту захисного обладнання для техніки, яка обслуговується, це в першу чергу: зварювальний апарат та електроди, машинка кутошліфувальна з комплектом відрізних та шліфувальних дисків, дриль та набір свердел, а також необхідні розхідні матеріали для виготовлення та кріплення захисних покриттів мінімум на 2 зразки техніки.

Кожен базовий автомобіль майстерні також повинен мати захист кабіни та двигуна у вигляді козирка із захисною сіткою, які розміщуються на відстані від корпусу машини не ближче 20 см. Кожен контейнер з обладнанням також обладнується відповідними захисними козирками. Окремо козирками потрібно обладнати і крани-маніпулятори. Захисний козирок - це сітчастий екран виготовлений зі сталевого прута (діаметром 2-3 мм), розташований на рамі (виготовляється за розмірами елемента, який необхідно захистити (лобове, бокове скло, двері тощо)), після чого рама встановлюється на опори, закріплені на автомобілі. Такі конструкції розроблені спеціально для захисту техніки від ворожих БПЛА (фугасної та кумулятивної дії скидів) та добре показали себе за досвідом бойових дій. З метою скорочення часу на виготовлення захисних елементів пропонується заздалегідь виготовляти такі козирки встановлених розмірів і здійснювати їх збирання і монтаж безпосередньо на зразки техніки.

Для забезпечення безпеки виконання заходів ТО із застосуванням майстерні в умовах місцевості, де можуть бути відсутні або зруйновані промислові об’єкти (сховища, накриття тощо), пропонується

до складу майстерні включити комплекти для захисту місць виконання завдань, а саме металеві каркаси з антидроновими сітками захисного кольору, які можливо розгорнути над технікою, що обслуговується, або місцями розміщення обслуговуючого персоналу.

Каленик М.М., канд. техн. наук, с.н.с.
Пришляк В.С.
Шолубко Д.В.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РУХОМИХ ЗАСОБІВ РЕМОНТУ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ

Інтенсивна експлуатація інженерної техніки під час ведення бойових дій у поєднанні з використанням сучасних засобів ураження та широким застосування FPV-дронів, які у сучасній війні фактично замінили артилерію, призводить до значного пошкодження техніки і в результаті її виходу з ладу. Враховуючи умови використання інженерної техніки в ході виконання завдань, а саме: її роботу на значній відстані від основних сил, ближче до переднього краю противники, а також високий пріоритет її ураження, можна зробити висновок, що втрата техніки без можливості її відновлення може призвести до повного припинення функціонування інженерних підрозділів вже протягом кількох днів.

За досвідом ведення бойових дій можна зазначити, що ремонт техніки проводиться рухомими засобами технічного обслуговування та ремонту. Для початку проводять технічну розвідку пошкоджених засобів та подальшу їх евакуацію в стаціонарні райони ремонту техніки з метою повернення до справного стану пошкоджених машин. Пересувні засоби технічного обслуговування та ремонту, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України не в повній мірі дозволяють виконувати всі завдання по ремонту різного роду техніки, особливо тієї яка була надана країнами-партнерами. Низькі технічні характеристики базових автомобілів рухомих засобів ремонту, велика габаритність та низька мобільність таких зразків, застарілість обладнання і інструменту, все це суттєво ускладнює, а в деяких випадках і унеможливлює виконання завдань з технічного обслуговування та ремонту інженерної техніки .

Для того, щоб покращити ситуацію в даному напрямі, потрібно значно модернізувати такі засоби за рахунок заміни старого технологічного обладнання та інструменту на нове, яке дозволить якісніше виконувати ряд робіт. Доукомплектування пневматичними засобами ремонту та дюймовими інструментами дозволить проводити ремонт іноземних зразків озброєння. Обов’язковим завданням процесу відновлення є технічна розвідка, для здійснення якої в умовах теперішніх бойових дій життєво необхідний безпілотний літальний апарат, який дасть змогу виявляти пошкоджену техніку, а також його можна буде застосовувати для доставки неважких інструментів та деталей. Також окрім оновлення технічних засобів важливо забезпечити належну підготовку особового складу, що як результат дасть змогу швидко повертати пошкоджені машини в стрій.

Обладнання таких майстерень пропонується розмістити на шасі автомобілів високої прохідності. Це можуть бути автомобілі як вітчизняного виробництва так і країн-партнерів. В парі з такими майстернями пропонується використовувати мобільні ремонтні майстерні на шасі пікапів підвищеної прохідності, які будуть укомплектовані усім необхідним для проведення незначних обсягів ремонтних робіт, але на значно ближчих відстанях до лінії бойового зіткнення за рахунок їхніх невеликих розмірів та високої мобільності.

Таким чином, перспективи розвитку рухомих засобів ремонту інженерної техніки є важливим аспектом для забезпечення функціонування інженерних підрозділів в умовах виконання бойових завдань. Удосконалення технічного обладнання та інструменту, а також його доукомплектування дозволить значно покращити процес відновлення техніки. Використання ремонтних майстерень на базі автомобілів високої прохідності та мобільних майстерень на базі пікапів забезпечить ефективність проведення ремонтних робіт навіть у найбільш складних районах бойових дій, що в результаті сприятиме збереженню працездатності інженерної техніки та своєчасному виконанню поставлених завдань.

Калініченко О.С.
Горбань Г.В.
ДНДІ ВС ОВТ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЄКТУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ (ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ)

Роботизовані комплекси (системи) (далі − РК(С) для розмінування (гуманітарного розмінування) можуть виконувати різні функції (наприклад, машини для очищення ґрунту від рослинності можуть бути використані для розмінування території, або машини з дистанційним керуванням, можуть керуватись операторами з робочого місця, яке змонтовано на шасі самої машини). Останнім часом в розвитку конструкторських рішень спостерігається тенденція модульного виконання обладнання РК(С) для розмінування (гуманітарного розмінування).

Як правило, основна функціональна схема РК(С) в залежності від ступеня складності передбачає наступні технічні складові: сенсори; маніпулятори; рушії; системи керування та засоби зв’язку; системи енергоживлення; системи безпеки. В залежності від способів використання РК(С) в процесі розмінування (гуманітарного розмінування) конструкторські реалізації можуть включати в себе заміну деяких елементів (модулів), що призводить до зміни їх функціонального використання.

Першим з таких складових є сенсори. Вони дозволяють РК(С) збирати інформацію про довкілля, щоб використати її для зміни своєї поведінки. В якості сенсорів можуть застосовуватися: відеокамери; мікрофони; засоби вимірювання відстані (аналоги автомобільних парктроніків); термометри; барометри та інші.

Наступними при аналізі розглянемо маніпулятори. Маніпулятори – це частини РК(С), якими він впливає на об’єкти навколо і всередині себе. Наприклад, знаряддя вмонтовані до РК(С) (маніпулятор з ротаційним захватом).

Однією з головних складових є рушій. Рушій – призначений для переміщення РК(С), у якості якого використовуються колеса, гусениці, пропелери, які приводять в рух електродвигуни, або двигуни внутрішнього згоряння. Пневматику та гідравліку застосовують там, де РК(С) потрібна велика сила для виконання певного завдання. Зазвичай в сфері гуманітарного розмінування, РК(С) являють собою дистанційно керовану машину, яка виконує процедури обробки (підготовки) ґрунту та/або здійснює операції з розмінування території за допомогою ланцюгів з молотками, фрез, котків, ківшів та захватів.

Не менш важливою є система керування, яка визначає поведінку РК(С). Залежно від їхнього типу РК(С) можуть бути попередньо запрограмованими чи автономними. Попередньо запрограмовані РК(С) нечутливі до змін у довкіллі або реагують на них дуже обмежено. Такі РК(С) працюють належно лише тоді, коли всі можливі зміни в довкіллі передбачені їхньою програмою дій. Автономні роботи реагують на зміни в довкіллі в широких межах.

Передостаннім розглянемо джерело живлення. Джерело живлення забезпечує діяльність всіх інших частин РК(С). Стаціонарні РК(С) зазвичай живляться від електромережі, тоді як автономні отримують енергію від акумуляторів або сонячних батарей.

І останнім, але не менш важливим, є система безпеки. Системи безпеки захищають РК(С) чи людей від небажаних дій. Наприклад, системи аварійної зупинки припиняють діяльність РК(С), якщо вона виходить за певні межі.

Отже, процес проєктування безпілотних роботизованих комплексів для розмінування (гуманітарного розмінування) є складним багатоаспектним завданням, яке вимагає врахування численних технологічних, екологічних та економічних факторів. Основні виклики пов’язані з необхідністю забезпечення ефективної роботи в різних середовищах.

Ківшик Є.І.
ВА (м. Одеса)

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ І ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК І ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

Сучасні бойові дії характеризуються високою інтенсивністю вогневого впливу, широким застосуванням високоточної зброї та безпілотних систем. У таких умовах критично важливим стає

підвищення живучості техніки, захист особового складу та військових об'єктів. Одним із найперспективніших напрямів є впровадження інтелектуальних систем допомоги водієві (ADAS), які забезпечують ефективну навігацію, своєчасне виявлення загроз і підвищення ситуаційної обізнаності екіпажу, особливо в умовах обмеженої видимості або під час нічних операцій.

Запропоновано концептуальну модель системи асистентів допомоги водієві військової техніки, яка спрямована на підвищення безпеки та ефективності бойових операцій. Основу системи складають сучасні технологічні компоненти, зокрема телевізійні та інфрачервоні камери, високоточні датчики відстані, система попередження про перешкоди та інтелектуальний блок обробки інформації. Використання передових алгоритмів комп'ютерного зору забезпечує оперативне виявлення потенційних загроз, таких як перешкоди чи ворожі об'єкти, що дозволяє своєчасно реагувати на небезпеку. Це сприяє безпечному маневруванню техніки в складних умовах, включаючи обмежену видимість чи нерівну місцевість, а також значно знижує ймовірність ураження бойових машин. Важливим аспектом системи є її здатність зменшувати когнітивне та психоемоційне навантаження на водія, що підвищує його працездатність, концентрацію та стійкість до стресу під час виконання бойових завдань. Такий підхід не лише покращує індивідуальну ефективність водія, а й сприяє загальній результативності бойових операцій, забезпечуючи вищий рівень захисту екіпажу та техніки.

Окрему увагу слід приділити сучасним підходам до підвищення живучості техніки, зокрема модульна броня, системи маскування тощо, що у поєднанні з цифровими системами створюють багаторівневий захист, значно знижуючи ризики втрат особового складу та техніки.

Для подальшого вдосконалення запропонованих рішень необхідно розширити дослідження щодо інтеграції систем ADAS з іншими елементами бойових машин, зокрема з комплексами активного захисту. Важливим етапом є експериментальне впровадження розроблених технологій у навчальні центри та бойові підрозділи для оцінки їх ефективності в реальних умовах. Постійний моніторинг результатів дозволить оперативно вносити корективи та оптимізувати роботу систем.

Впровадження інтелектуальних систем допомоги водієві та сучасних засобів захисту відкриває нові можливості для підвищення живучості військової техніки та безпеки екіпажу в умовах інтенсивних бойових дій.

Таким чином, для успішного розвитку та впровадження систем ADAS у бойові машини необхідно розширити дослідження їх інтеграції з іншими елементами, зокрема з комплексами активного захисту, щоб забезпечити цілісну та ефективну взаємодію. Важливим є поетапне експериментальне впровадження розроблених рішень у навчальних центрах та бойових частинах, що дозволить оцінити їхню практичну застосовність. Крім того, слід організувати постійний моніторинг ефективності нових технологій у реальних бойових умовах, щоб оперативно виявляти недоліки та оптимізувати системи для підвищення їхньої надійності та результативності.

Киба Д.В.
Гоцуляк С.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ РОЗМІНУВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙ З РОЗМІНУВАННЯ В БОЙОВИХ УМОВАХ

Основними перевагами використання безпілотних механізованих засобів розмінування (БМЗР) є забезпечення високого рівня безпеки операторів, підвищення продуктивності, зростання ефективності та скорочення часу виконання завдань.

На території України застосовуються БМЗР, які пройшли процедури кодифікації та отримали допуск до експлуатації у військових формуваннях. Паралельно ці системи отримали сертифікат відповідності продукції для застосування у процесах гуманітарного розмінування.

Кодифікація – це діяльність, спрямована на класифікацію, визначення назви та призначення предметам постачання номенклатурних номерів. У процесі кодифікації предмет виробництва набуває статусу предмета постачання.

Сертифікація – це підтвердження відповідності третьою стороною, яке стосується продукції, процесів, послуг, систем або персоналу.

Враховуючи першочергову важливість вимог щодо безпеки операторів БМЗР, живучості систем, зокрема в умовах бойових дій, та продуктивності виконання функціональних завдань, доцільно виокремити низку критичних критеріїв, яким мають відповідати БМЗР залежно від їх цільового призначення. Слід зауважити, що при сертифікації для потреб гуманітарного розмінування менше уваги приділяється критеріям оцінки систем дистанційного керування та критеріям прохідності БМЗР. Це зумовлюється можливістю попередньої оцінки небезпек і можливістю вибору застосування техніки в процесах гуманітарного розмінування.

Натомість, в умовах застосування на полі бою виникають значно жорсткіші експлуатаційні умови для БМЗР, які включають наявність активних засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), різноманітність типів ґрунтів, що зазнають постійних змін рельєфу внаслідок застосування боєприпасів та вибухових речовин, а також вплив складних погодних факторів.

У зв'язку з вищевикладеним постає питання верифікації критеріїв стійкості до впливу засобів РЕБ та оцінки критеріїв прохідності БМЗР перед наданням допуску до експлуатації у військових формуваннях. Ця проблематика вимагає подальшого поглибленого наукового дослідження та розробки відповідних методичних підходів до випробувань та оцінки відповідності.

Як ілюстративний приклад можна розглянути застосування Mesh-мережі (сітчаста мережа) – топології комп'ютерної мережі, в якій кожен вузол (mesh node) передає дані мережею і виступає в ролі комутатора. Всі вузли співпрацюють у розподілі даних в мережі, забезпечуючи тим самим резервування шляхів передачі. Застосування такої технології вже знайшло апробацію в умовах бойових дій. Інакше кажучи, інтеграція відповідних комутаторів з можливістю перемикання між ними забезпечує безперебійне функціонування систем дистанційного керування БМЗР при виконанні завдань за призначенням, навіть за умови дії засобів РЕБ.

Оцінка прохідності БМЗР має проводитися в реальних польових умовах, враховуючи різноманіття типів ґрунтів та специфіку місцевості передбачуваного району застосування.

Таким чином, виникає необхідність проведення додаткової оцінки відповідності БМЗР, призначених для використання в умовах бойових дій, з огляду на специфічні та підвищені вимоги до їхньої стійкості та функціональності.

Киця А.Р., д-р хім. наук, ст. досл.
Базиляк Л.І., канд. хім. наук, ст. досл.
Відділення ФХГК ІнФОВ НАН України
Ванкевич П.І., д-р техн. наук, проф.
Болкот П.А., д-р філософії
НАСВ
Завалій І.Ю., д-р хім. наук, проф., академік НАН України
ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України

НАНОКОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ОКСИДІВ МІДІ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ОВТ

В сучасних високотехнологічних умовах ведення бойових дій безпілотні літальні апарати (БПЛА), оснащені тепловізійними засобами спостереження, знайшли надзвичайно широке використання. Тому особливо актуальним є завдання ефективного маскування теплового (інфрачервоного) випромінювання військової техніки та особового складу. Для вирішення такої задачі необхідним є розроблення композиційних матеріалів, які володіють низькою теплопровідністю і здатністю ефективно поглинати та відбивати електромагнітне випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 8 до 14 мкм. Для виготовлення ізолюючих екранів зазвичай використовують текстильні матеріали, на які наносять металеві покриття як суцільні плівки (патент США 4495239), так і у вигляді композицій на основі дисперсних частинок металів (патент США 5281460), оскільки метали володіють здатністю відбивати електромагнітне випромінювання в широкому діапазоні довжин хвиль. Водночас, зважаючи на високу теплопровідність металів, захисна дія таких екранів є

короткотерміновою. Тому проводиться пошук нових наповнювачів, які здатні ефективно відбивати та/або поглинати інфрачервоне випромінювання. З цієї точки зору перспективними наповнювачами є наноструктури на основі оксидів перехідних металів, зокрема міді, які володіють здатністю поглинати довгохвильове інфрачервоне випромінювання та характеризуються низькою теплопровідністю. Тому метою даної праці є дослідження ефективності використання наночастинок на основі оксидів міді різного складу як компонентів композитних матеріалів для екранування інфрачервоного випромінювання.

Методами осадження та / або відновлення іонів Cu^{2+} в розчинах синтезовані наночастинки оксидів міді CuO і Cu_2O, а також комбіновані наночастинки Cu/Cu_2O. Фазовий склад та структуру нанопорошків підтверджено за методом порошкової дифракції Х-променів. Отримані нанопорошки використані як наповнювачі для фарбових композицій на основі розчину акрилового полімеру. Захисні властивості екранувальних матеріалів досліджувалися з використанням тепловізійної камери UNI-T. Встановлено, що отримані композиційні матеріали володіють здатністю екранувати теплове випромінювання, тобто нанопорошки на основі міді можна розглядати як перспективні складові при виготовленні маскувальних матеріалів. Водночас, необхідними є подальші дослідження, спрямовані на оптимізацію методик синтезу нанопорошків, складів композитів, а також методології їх нанесення на підкладку для забезпечення ефективного і довготривалого екранування теплового випромінювання.

Коваль В.В.
Кібальник В.М.
ННВП

АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ І ПРОБЛЕМА ОСМИСЛЕНОГО ЛЮДСЬКОГО КОНТРОЛЮ

Автономність у військових системах озброєнь останніми роками розвивається швидкими темпами. Все більше країн, включаючи США, Великобританію, Китай і росію, розробляють, виробляють або використовують військові системи різного ступеня автономності, в тому числі летальні. Оскільки машинне навчання і комп'ютерні обчислювальні потужності досягають значних успіхів, інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у військові системи, ймовірно, прискорить перехід до більш високих і складних форм автономії в найближчому майбутньому. Прагнення розвивати дедалі більший рівень автономності у військових технологіях озброєнь аж ніяк не є новою тенденцією.

Такий спосіб мислення про технології несе в собі ризик випустити з уваги те, як наявність і характеристики технологій озброєнь можуть спрямовувати і формувати дії в морально релевантний спосіб, коли засоби технологічних можливостей значною мірою формують передбачувані результати і супутні моральні обґрунтування. У неінструментальних теоріях технології технологічний артефакт натомість розглядається як важливий елемент у мережі соціально-політичних відносин, в яку вбудована людина, та наділений власною агентською здатністю формувати людські практики, цілі, ідеї та систему координат для прийняття рішень як моральних, так і інших. Це більше, ніж просто інструментальні відносини корисності, це «феноменологічні взаємодії людини з технологіями становлять спільний життєвий світ, який формує знання, політику та нормативність, серед іншого».

Всупереч уявленню про те, що технологічні артефакти є лише інструментами, які чекають, щоб їх підкорили нашій волі, вони стають учасниками у формуванні дій, практик і процесів. Агенція розподіляється по вузлах елементів-учасників, а в складних системах розподілених інфраструктур даних (як у випадку з автономними системами) людина все більше витісняється. Іншими словами, існує взаємообумовлений зв'язок між технологічними системами, в які ми вбудовані, і нашими рамками та можливостями прийняття моральних рішень. Це особливо помітно в нових військових технологіях, де людина завжди вбудована в складну систему технологічних мереж, і ще більше - з появою штучного інтелекту, коли переважання цифрових систем прийняття рішень та інтерфейсів посилюється. У структурах цифрових технологій людина децентрована і поміщена в матеріально-семіотичну мережу відносин, яка надає перевагу технологічній логіці, орієнтованій на швидкість, оптимізацію та ефективне прийняття рішень.

Отже, головне питання: до якої міри ми здатні діяти як моральні агенти при застосуванні летальної автономної інтелектуальної зброї? Якщо не можемо легко зрозуміти або передбачити, як інтелектуальна зброя може взаємодіяти не лише з непередбачуваним, динамічним середовищем війни, але й з людськими можливостями і обмеженнями, якщо не зможемо вчасно втрутитись, якщо не можемо оскаржити алгоритмічне рішення на предмет його технологічної обґрунтованості, то чи можливо зберегти рівень людського контролю, необхідний для прийняття морально значущих рішень? Це не означає, що поняття осмисленого людського контролю як юридична концепція не має сенсу. Дійсно, воно може функціонувати як важливий засіб забезпечення мінімального людського втручання перед обличчям постійно зростаючого прагнення до автономії з боку передових збройних сил, а також є важливою і корисною протидією наративам про те, що повна технологічна автономія неминуча і не є бажаною для людства. Тому виникає необхідність людського контролю над такими інтелектуальними технологіями.

Козлов В.Г., канд. техн. наук
ЦНДІ ОВТ ЗС України

РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АРХІТЕКТУР ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОНОМНИХ КОМПЛЕКСІВ РЕБ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасних умовах розвитку засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) ефективність автономних комплексів РЕБ визначається не лише технічними характеристиками окремих компонентів, а й рівнем їхньої інтеграції в єдину інформаційно-управляючу систему (далі − ІУС). Формування таких систем потребує впровадження когнітивних технологій, які забезпечують адаптивність, ситуаційну обізнаність і здатність до прийняття оптимальних рішень в умовах динамічної електромагнітної обстановки.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення архітектур ІУС, здатних забезпечити замкнений цикл управління, що враховує процеси виявлення загроз, оцінювання їхньої критичності, прийняття рішень і реалізації впливу на радіоелектронні засоби (далі − РЕЗ) противника. Реалізація такого підходу потребує використання методів багатокритеріального аналізу для обґрунтування пріоритетності цілей та вибору оптимальних варіантів дій.

Метою роботи є розроблення методології побудови ІУС автономних комплексів РЕБ на основі когнітивних технологій із забезпеченням високої автономності, адаптивності та обчислювальної ефективності в реальному часі.

Завдання полягає у формуванні типових функціональних архітектур ІУС, розробці алгоритмів агрегації даних, ранжування цілей за багатокритеріальним підходом та обґрунтуванні вибору методів прийняття рішень для оптимізації впливу на РЕЗ противника.

Процес розробки ІУС автономного комплексу РЕБ базується на застосуванні багаторівневої архітектури, яка забезпечує ефективну інтеграцію даних із різнорідних сенсорних систем, їх обробку, аналіз та прийняття рішень у реальному часі. Основними принципами побудови ІУС є ієрархічність управління, модульність структури, інформаційна узгодженість підсистем та когнітивна адаптивність до змін електромагнітного середовища. Впровадження цих принципів створює передумови для забезпечення стійкості системи в умовах високих змін в довкіллі та багатовимірності інформаційних потоків.

Використання механізмів динамічного формування стратегій протидії дозволяє автономному комплексу РЕБ своєчасно реагувати на зміну тактики противника. Саме в цьому контексті інтеграція технологій штучного інтелекту (далі - ШІ) у функціональну структуру ІУС стає критично важливою умовою підвищення її автономності, гнучкості та ефективності у середовищі інформаційного протиборства.

Висновки:

1. ІУС є критично важливим елементом для забезпечення автономності та ефективності сучасних комплексів радіоелектронної боротьби, оскільки вони об’єднують процеси збору даних, аналізу, прийняття рішень та контроль реалізації впливу на об’єкти противника.

2. Впровадження когнітивних технологій в ІУС дозволяє забезпечити адаптивність, ситуаційну обізнаність та здатність до прийняття оптимальних рішень у динамічному інформаційно-електромагнітному середовищі.

3. Використання багатокритеріальних методів аналізу та механізмів ШІ (нейронні мережі, генетичні алгоритми, байєсівські мережі) є необхідною умовою для забезпечення обґрунтованого вибору сценаріїв дій та оптимізації процесів управління.

Пропозиції:

1. Розробити методики оцінювання ефективності роботи ІУС за критеріями автономності, адаптивності, стійкості до інформаційних атак та обчислювальної ефективності в реальному часі.

2. Впровадити модульну архітектуру ІУС, що дозволяє швидко адаптувати систему під специфіку місії та змінні умови радіоелектронного протиборства.

3. Розробити протоколи взаємодії ІУС автономних комплексів РЕБ із іншими інформаційно-управляючими системами бойового управління для підвищення інтегрованості та оперативності дій.

Колодій В.О.
Сорокатий М.І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОНТОННИХ МОСТІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ, ЇХ ЗАХИСТУ ТА НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕК В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Понтонний міст – це інженерна споруда, яка використовується для тимчасового переправлення військової техніки, особового складу та матеріальних засобів через водні перешкоди. В умовах бойових дій понтонні мости мають відповідати жорстким вимогам щодо швидкості розгортання, міцності, мобільності та захисту від атак противника. Для підвищення їхньої ефективності та безпеки необхідно розглядати комплексні заходи з оптимізації конструкції та експлуатації.

Основні напрями оптимізації понтонних мостів:

1. Підвищення пропускної здатності: використання легких, але міцних матеріалів (алюмінієві сплави, композитні матеріали) для зменшення ваги понтонних секцій та підвищення їхньої плавучості; застосування модульних конструкцій, що дозволяють швидко нарощувати довжину моста залежно від потреб військових підрозділів; оптимізація з'єднувальних механізмів між понтонами для прискорення монтажу та демонтажу; використання самохідних понтонів або буксирних засобів для прискорення розгортання.

2. Захист понтонних мостів: використання маскувальних сіток та димових завіс для ускладнення виявлення противником; бронювання критично важливих елементів конструкції для захисту від обстрілів стрілецької зброї та осколків артилерійських снарядів; встановлення модульних систем активного та пасивного захисту, зокрема протиракетних і протидронових засобів; використання розвідки та автоматизованих систем спостереження для раннього виявлення загроз.

3. Нейтралізація небезпек в умовах бойових дій: розміщення понтонних мостів на змінних позиціях для ускладнення наведення вогню противника; впровадження дистанційного керування для швидкого згортання мосту у разі загрози; забезпечення резервних переправ та дублюючих маршрутів для уникнення транспортного колапсу у разі знищення основного мосту; використання підводних елементів конструкції, які знижують уразливість від ударних хвиль вибухів.

Основні етапи оптимізації понтонних мостів: проєктування – аналіз можливих загроз, розробка технічних рішень для покращення стійкості, мобільності та захисту; вибір матеріалів – застосування легких, високоміцних та корозійностійких матеріалів для підвищення довговічності та зниження ваги; інженерні рішення – удосконалення конструкції опор, з'єднувальних механізмів та засобів стабілізації; будівництво та тестування – перевірка експлуатаційних характеристик у різних умовах; оцінка ефективності – проведення випробувань щодо вантажопідйомності, стійкості до ворожих атак, зручності транспортування та швидкості розгортання.

Оптимізація понтонних мостів у бойових умовах є важливим завданням для підвищення мобільності військ та забезпечення безперебійного логістичного постачання. Впровадження сучасних технологій, матеріалів та інженерних рішень дозволить значно підвищити ефективність їх використання та стійкість до ворожих атак.

Колотело П.О.
Головатий Р.А.
НАСВ

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК (СИЛ) І ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

В результаті більш ніж трирічної повномасштабної війни з російською агресивною воєнною машиною з'явились нові завдання підвищення живучості та безпеки військ.

В першу чергу це пов'язано з виходом способів ведення війни та засобів ураження на новий технологічний рівень.

На початку збройної агресії рф застосовувалось озброєння, проти якого вже давно були розроблені способи та методи захисту в разі його застосування.

А саме :

- обладнання позицій військ в фортифікаційному відношенні;
- обладнання районів розташування військ;
- проведення заходів маскування;
- оповіщення особового складу про загрози і т.д.

Проведення цих заходів, якщо вони проводились якісно дозволяло мінімізувати втрати від засобів ураження противника.

Проте з появою великої кількості таких засобів ураження, як FPV та дрони зі скидами, а також розвідувальних БпЛА, - з'явились і нові виклики пов'язані з необхідністю підвищення живучості.

Застосування новітніх засобів дозволяє значно розширити зони постійного ураження. Відповідно з'явилась необхідність розробки та прийняття на озброєння засобів протидії застосуванню всіх видів БпЛА та розроблення методів протидії БпЛА.

Основними напрямами підвищення живучості та безпеки військ від застосування новітніх засобів ураження можна визначити наступні:

- забезпечення військ засобами попередження застосування БпЛА;
- застосування засобів РЕБ для протидії застосуванню БпЛА;
- фортифікаційне обладнання позицій за новими стандартами;
- захист позицій та логістичних шляхів засобами протидії застосуванню ударних дронів (антидронові сітки, вогневі засоби ураження та інше);
- активне використання засобів маскування та введення в оману (маскувальні комплекти, макети техніки та озброєння);
- розроблення та застосування у військах стандартів протидії БпЛА.

Втілення вищезазначених напрямів підвищення живучості дозволить зменшити втрати в особовому складі та техніці в умовах постійного вогневого ураження противника.

Контуров В.М.
НАСВ

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Російсько-Українська війна, що триває з 2014 року та набула повномасштабного характеру з 24 лютого 2022 року, змінила не лише стратегії та тактики ведення бойових дій, а й підходи до інженерного забезпечення. Українські війська в умовах широкого використання мінно-вибухових

засобів та необхідності швидкого розгортання інженерних загороджень були змушені впроваджувати інноваційні зразки техніки. Особливу роль відіграє техніка, здатна діяти у бойових умовах - з мінімальними ризиками для особового складу та високою мобільністю.

Сучасні машини розмінування, такі як швейцарська GCS-200, хорватська MV-4 для розмінування протипіхотних мін, словацька Bozena-4, українські "Народний розміновувач", Germina Краматорського заводу важкого верстатобудування та багато інших зразків як закордонного, так і вітчизняного виробництва, використовуються для суцільного розмінування місцевості.

Важливу роль відіграють роботизовані платформи для дистанційного знешкодження мін, вони дають змогу виконувати небезпечні роботи без участі саперів на місці.

В Україні впроваджуються дрони-розміновувачі та системи, оснащені георадарами, які можуть працювати в автоматичному режимі.

Для підвищення контрмобільності противника використовуються мобільні комплекси, що встановлюють інженерні загородження (дротяні загородження, мінні шлагбауми, групи мін). Застосовуються наземні дрони для дистанційного мінування та встановлення протитанкових мін.

Використовуються міні-екскаватори, які дозволяють непомітно облаштовувати позиції.

ЗСУ активно використовують мостоукладальні машини іноземного виробництва Biber (Німеччина), M60 AVLB (США), які надходять як допомога від партнерів, ТММ-3м, понтонні парки ПМП, НЖМ-56, ПМ-70, M3 Amphibious Rig (Нідерланди), Ponton 100 (Швеція), Bailey Bridge (Велика Британія) та інші. Особливо важливе застосування таких систем при форсуванні річок або при відході/наступі у складних умовах.

Велику роль у появі нових зразків інженерної техніки відіграли інноваційні рішення українських розробників, таких як наземні роботизовані платформи, створені українськими волонтерами й компаніями, зокрема для доставки боєприпасів, мінування та вивезення поранених; модульні системи інженерного забезпечення, які можуть працювати в автономному режимі або під керуванням оператора; активне впровадження дронів з програмованими маршрутами, які дозволяють створювати картографічні моделі місцевості для подальшого інженерного планування.

Наряду з появою новітніх зразків техніки та використанням іноземних зразків існують деякі проблеми: брак серійного виробництва сучасної інженерної техніки в Україні; потреба у навчанні фахівців для роботи з новими зразками; постійна загроза з боку ворожих дронів і засобів радіоелектронної боротьби.

Новітня інженерна техніка стала важливим фактором виживання і переваги на полі бою у сучасній війні. Її ефективне застосування дозволяє створювати інженерні загородження, розміновувати території, облаштовувати укріплення та забезпечувати логістику навіть у складних умовах. Український досвід демонструє, що впровадження сучасних технологій у сфері інженерного забезпечення не лише підвищує ефективність, а й зберігає життя особового складу. Подальший розвиток цієї галузі є стратегічно важливим для обороноздатності країни.

Кривцун В.І., д-р техн. наук, с.н.с.
НАСВ
Коцюруба В.І., д-р техн. наук, проф.
Герега Д.М.
КСП ЗС України

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ) ЗА ДОСВІДОМ ВІЙНИ рф ПРОТИ УКРАЇНИ

Війна рф проти України внесла значні корективи в підходи до забезпечення інженерної підтримки ведення бойових дій військами (силами). Можна зазначити, що основними сучасними змінами в формах і методах ведення бойових дій, що впливають на ефективність виконання завдань інженерної підтримки, за останній рік стали: збільшення можливостей розвідки противника за рахунок застосування БпЛА; широке застосування повітряних, наземних, надводних ударних БпЛА для ураження та мінування, що призвело до геопросторової зміни можливостей застосування військ;

практика влаштування масштабних вибухових та невибухових загороджень; масштабне застосування артилерії та плануючих КАБ для знищення логістичних шляхів та об'єктів інфраструктури; розвиток засобів радіоелектронної боротьби; дистанційне мінування противником місцевості; дії малих піхотних груп противника; широке застосування саморобних вибухових пристроїв.

Особливо гостро постало питання щодо забезпечення мобільності дій наших військ (сил). Збільшення можливостей ураження військ та об'єктів за рахунок БпЛА призвело до виникнення труднощів щодо організації інженерної розвідки противника, місцевості та об'єктів (в інтересах підтримки мобільності військ), подолання водних перешкод або суходолів (протитанкових ровів), прорблення проходів у мінно-вибухових загородженнях, виконання інженерних заходів з підготовки та утримання шляхів пересування військ (сил), прорблення проходів (обходів) у невибухових загородженнях.

В цих умовах основними викликами для застосування інженерних підрозділів є: високий рівень загрози особовому складу під час виконання завдань інженерної підтримки від керованих авіаційних бомб, FPV-дронів, дистанційного мінування; відсутність можливості вільного висування в райони виконання завдань; відсутність можливості застосування інженерної техніки на передньому краї; зміна характеру місцевості внаслідок масованих ударів артилерії та авіації.

Окрім зміни форм та методів ведення сучасних бойових дій нагально постало питання врахування основних внутрішніх факторів, що впливають на виконання бойових завдань з інженерної підтримки: укомплектованість підрозділу інженерних військ особовим складом та технікою; навченість підрозділів інженерних військ, їх морально-психологічний стан; забезпеченість основними засобами інженерного озброєння.

Врахування вищезазначених обставин вимагає оперативного реагування на мінімізацію впливу зазначених вище факторів під час виконання завдання з інженерної підтримки щодо забезпечення мобільності дій наших військ (сил).

Основними напрямами підвищення ефективності виконання заходів інженерної підтримки щодо забезпечення мобільності дій наших військ можуть бути: розробка перспективних та впровадження існуючих дистанційно керованих (роботизованих) засобів (комплексів) ведення інженерної розвідки та подолання інженерних загороджень (вибухових та невибухових) для забезпечення безпеки виконання завдань інженерної підтримки; застосування логістичних дистанційно керованих (роботизованих) засобів (комплексів); розробка та впровадження інженерних заходів протидії FPV-дронів (облаштування ОВТ решітками, сітками, засобами РЕБ тощо); розробка нових методів протидії застосування ударним БпЛА та FPV-дронам; розробка перспективних засобів подолання водних перешкод або суходолів (протитанкових ровів) зі зменшенням часу виконання завдань.

Кузьмичев А.В.
НАСВ

ІНЖЕНЕРНІ БЕЗПІЛОТНІ СИСТЕМИ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ У СКЛАДІ СИЛ ПІДТРИМКИ ЗС УКРАЇНИ

Повномасштабна війна, що триває з 2022 року, змінила саме уявлення про інженерне забезпечення. Якщо раніше основними елементами інженерної переваги були саперна майстерність, механізовані комплекси та фортифікація, то сьогодні ключовим чинником стала швидкість реагування в умовах вогневого тиску, і саме безпілотні системи здатні її забезпечити.

Інженерні підрозділи ЗС України вже довели ефективність застосування БпЛА під час боїв за Куп'янськ і Кремінну, де з їх допомогою вдалося виявити мінно-вибухові загородження противника та здійснити їх дистанційний підрив до початку руху основних сил. Схожі приклади фіксувалися під час розмінування прифронтових лісосмуг на Донеччині, де використання квадрокоптерів з тепловізійними камерами знизило втрати саперів до нуля.

Найбільш актуальні напрями розвитку інженерних БпЛА на 2025 рік:

1. Розвідка та виявлення вибухонебезпечних предметів. БпЛА з тепловізорами, оптичними сенсорами та алгоритмами аналізу змін ґрунту дозволяють точно ідентифікувати ПТМ-3, ОЗМ, ІЕД.

Відсутність таких засобів часто змушує саперів працювати “всліпу”, що неприпустимо в умовах сучасної війни.

2. Застосування FPV-дронів інженерного типу. Дрони-камікадзе дозволяють знищувати елементи фортифікації противника. У 2024 році на Запорізькому напрямку інженери за допомогою шести FPV-дронів вивели з ладу мережу окопів противника, створивши умови для флангового маневру штурмової роти.

3. Дистанційне мінування та контрмінування. Мультикоптери здатні скидати протипіхотні міни, а наземні платформи транспортувати вибухівку до ворожих об'єктів і дистанційно її активувати.

4. Автономні комплекси розмінування. Україна має розробити власний зразок інженерного наземного дрона для зонального розмінування, адаптований до наших умов. Необхідна платформа з автоматичним режимом роботи та підтримкою оператора через захищений канал.

5. Бойове супроводження інженерних груп. Супровід інженерної розвідки дроном у реальному часі вже практикується. Наступний крок – введення до складу інженерних груп штатного оператора БпЛА.

Ключова проблема – фрагментарність. Необхідно системно закріпити інженерні БпЛА в штатах підрозділів, впровадити стандарти підготовки операторів, створити українське виробництво таких систем, інтегрувати їх у взаємодію з піхотою, артилерією та зв’язківцями.

Безпілотна революція вже відбулася. Тепер наше завдання – зробити інженерні БпЛА невід’ємною частиною Сил підтримки, перетворивши їх з допоміжного інструмента на автономного бійця майбутнього.

Кузнецов В.О.
Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. досл.
Ільчишин В.В.
ДНДІ ВС ОВТ

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МОБІЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗМІНУВАННЯ

У вирішенні проблемних питань виконання завдань гуманітарного розмінування важливе місце займає порівняльне оцінювання однотипних зразків мобільних наземних роботизованих комплексів (ДАЛІ – МНРК). Таке порівняння здійснюється з метою визначення найбільш ефективних зразків ОВТ (в нашому випадку − МНРК) для виконання того чи іншого завдання гуманітарного розмінування з метою очищення забрудненої території від ВНП. У разі неврахування існуючої різниці між однотипними зразками МНРК сумісне використання різнорідного ресурсу та їх розподіл за завданнями не дає раціонального рішення що в підсумку, може призвести до значного зниження можливостей частин та підрозділів, які залучаються до гуманітарного розмінування.

Аналіз методичних підходів щодо порівняльного оцінювання однотипних зразків МНРК показав, що на сьогодні для порівняння однотипних зразків МНРК, як правило, проводять оцінювання рівня їх якості.

Можна зазначити, що якість зразка – це сукупність його властивостей, які обумовлюють його придатність задовольнити певні потреби відповідно до призначення.

Оцінка якості перспективних зразків МНРК відрізняється тим, що у даному випадку передбачається порівняння якості перспективного зразка із певним однотипним базовим (еталонним) зразком. При цьому за рівень якості зразка приймається відносна характеристика, яка отримана на підставі порівняння значень показників якості оцінюваного зразка із значеннями відповідних показників якості базових показників.

За базовий (еталонний) зразок, як правило, приймається кращий за тактико-технічними характеристиками однотипний зразок, який знаходиться в експлуатації, виготовляється чи підлягає розробці. В нашому випадку, за базовий доцільно взяти вітчизняний або закордонний зразок, який прийнятий на постачання та по якому є достатньо інформації. Основною вимогою до базового зразка є відсутність у нього нульових чи екстремальних значень тактико-технічних характеристик. Для

додержання цієї вимоги доцільно за базовий зразок приймати умовний однотипний зразок, якому з метою порівняльної оцінки приписуються кращі значення тактико-технічних характеристик, що розглядаються. Рівень якості зразка МНРК може бути виражено кількісно (як правило, числом від 0 до 1) або якісно (наприклад вербально, рівень якості зразка вищий або нижчий від базових показників).

Тому, для подальшого вирішення поставленого завдання з оцінки ефективності перспективних зразків інженерних мобільних наземних роботизованих комплексів розмінування доцільно провести аналіз існуючих підходів оцінки ефективності озброєння та військової техніки.

Слід відзначити, що існує велика кількість теоретичних напрацювань відносно наукового обґрунтування вибору шляхів забезпечення частин та підрозділів Сил оборони України необхідним озброєнням та військовою технікою.

Таким чином, окремі часткові питання цього процесу вирішені не в повному обсязі та потребують подальшого удосконалення.

Кучер М.В.
Стельмах П.О.
НАСВ

НЕОБХІДНІСТЬ В УДОСКОНАЛЕННІ СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК З ОГЛЯДУ НА ПОТРЕБИ СЬОГОДЕННЯ

Сучасні бойові дії характеризуються високим рівнем динамічності, мобільності та складності. Це зумовлює зростаючі потреби Збройних Сил України в надійних, мобільних та багатофункціональних джерелах енергозабезпечення. Військові електростанції різної потужності та призначення відіграють ключову роль у забезпеченні електроенергією військових підрозділів як у польових умовах, так і в постійних пунктах дислокації.

Досвід війни в Україні підкреслює необхідність розвитку та використання пересувних електростанцій для забезпечення потреб електроенергії Збройних Сил України (ЗСУ).

Основною метою енергозабезпечення під час російсько-Української війни є забезпечення військових споживачів електроенергією необхідної кількості та якості. Завданнями електроза-безпечення є: електропостачання пунктів керування, медичних пунктів і польових фортифікаційних споруд; живлення інженерних електротехнічних засобів; електропостачання військових об'єктів побутового та господарського призначення.

Для вирішення забезпечення електроенергією під час виконання завдань використовувались штатні електротехнічні засоби, а також місцеві електричні мережі як джерела електроенергії.

З досвіду застосування пересувних електростанцій у війні їх широко застосовували на:

- пунктах управління, де енергозабезпечення було невід’ємною складовою в роботі живлення різноманітних пристроїв, на яких ведуть пряму трансляцію для швидкого коригування дій;
- польових шпиталях, на яких електростанції виконували функцію резервного живлення, при знеструмленні електроенергії під час проведення медичних хірургічних операцій;
- у військових частинах, як резервне живлення під час планових відключенні або під час блекаута міста від ракетних обстрілів противника для продовження функціонування;
- під час ремонту озброєння та військової техніки в польових ремонтних майстернях, в яких забезпечували різноманітний інструмент та обладнання, яке використовується для ремонту – зварювальні апарати, електроінструмент, пневматичний інструмент, діагностичне обладнання, освітлення робочої зони.

З досвіду ведення бойових дій основною проблемою, з якою зіштовхувались наші підрозділи є незручність використання даних електростанцій з причини, що нам на озброєння категорично не вистачає багатофункціональних зразків, які б могли виконувати завдання, не міняючи електро-установку на іншу.

Проаналізувавши застосування військових пересувних електростанцій, враховуючи досвід бойових дій під час повномасштабної російсько-Української війни, а також вивчивши основні несправності, які можуть виникнути під час їх експлуатації, приходимо до висновку, що ці електростанції потребують певних заходів щодо їх вдосконалення, зокрема щодо зручності їх експлуатації, управління та маскування.

Ліщинська Х.І., канд. техн. наук, доц.
Войтович М.І., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Гузик Н.М., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НАСВ
Сеник А.П., канд. фіз.-мат. наук, доц.
НУ «Львівська політехніка»

ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Одним із визначальних чинників, що впливають на елементи захисних конструкцій в зоні бойових дій, є ударне навантаження. Його інтенсивна дія здатна не лише викликати коливні процеси, які негативно впливають на довільну конструкцію, але й бути причиною руйнування самої конструкції або ж її елементів. Характерними особливостями ударного навантаження є мала тривалість дії порівняно з найменшими періодами власних коливань конструкції та здатність викликати значні відносні переміщення її елементів. Такі переміщення призводять до виникнення значних динамічних та контактних напружень, які є причиною зниження міцнісних характеристик конструкції. У зв'язку з цим виникає необхідність у прогнозуванні поведінки елементів захисних конструкцій при ударних навантаженнях з метою забезпечення їх надійності.

У роботі визначається реакція стержневого елемента, яким моделюють елементи захисних конструкцій, на вплив ударного імпульсу при різних способах його закріплення. Окрему увагу приділено аналізу впливу геометричних параметрів стержневого елемента на величину його динамічної реакції. У рамках дослідження реакція стержневого елемента на ударне навантаження оцінювалася через величини прогинів його осі в місці удару. Прогини від ударного навантаження розраховувалися за допомогою інтеграла Дюамеля. В основу дослідження покладено розв'язок диференціального рівняння руху стержня, отриманого відповідно до технічної теорії удару. Крайові умови визначалися в залежності від конкретного способу закріплення кінців стержневого елемента. Зовнішнє ударне навантаження на стержень моделювалося імпульсом з напівсинусоїдальною формою з великою амплітудою та малою тривалістю. Вибір саме такої форми імпульсу зумовлений її хорошим узгодженням з експериментальними даними щодо реакції конструкцій на удар.

В процесі дослідження були визначені поперечні переміщення точок осі сталевого стержневого елемента прямокутного поперечного перерізу за дії ударного навантаження для трьох типів закріплення його кінців: шарнірного обпирання, жорсткого защемлення та консольного закріплення. Результати дослідження показали, що найменші прогини в місці удару спостерігаються у стержневих елементах з жорстко защемленими кінцями. Отже, при проектуванні, зокрема захисних споруд, рекомендовано віддавати перевагу саме таким закріпленням стержневих елементів, що дозволить значно зменшити прогини порівняно з іншими типами закріплення та підвищити життєвий цикл усієї конструкції. Для випадків, коли технологічні обмеження не дозволяють реалізувати жорстке защемлення, доцільно використовувати шарнірне обпирання з додатковими демпферами. Водночас було встановлено, що використання консольного закріплення стержневих елементів є недоцільним, оскільки призводить до значних переміщень у місці удару.

Особливу цінність становить можливість швидкої оцінки стійкості конструкції до повторних ударів. Отримані залежності можуть бути використані для прогнозування накопичення пошкоджень і визначення критичної кількості циклів ударних навантажень, яку може витримати конструкція до появи недопустимих деформацій.

Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. досл.
Мішок А.А.
Дирман Ю.В.
ДНДІ ВС ОВТ

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ І РОЗМІНУВАННЯ ВНП

Мобільні лазери не тільки допоможуть полегшати роботу операторів МНРК на деокупованих територіях. Такі місцевості зазвичай буквально нашпиговані небезпечними “сюрпризами” – мінами-пастками, фугасами уповільненої дії, змішаними мінними полями та іншими боєприпасами. Американські військові розраховують розміновувати мінні поля за допомогою спеціального автомобіля, на якому змонтують механічний робот-маніпулятор. Додатковий потужний лазер своїм променем буде дистанційно підривати виявлені міни. Лазерна зброя в такому застосуванні принесе чимало користі

Поява такої саперної машини – плід оборонної програми RADBO (Recovery of Airbase Deniedby Ordinance). Програма розробляється дослідним центром авіаційних і ракетних технологій Сухопутних військ США разом з інженерним центром американських ВПС. Основна її ідея – застосування лазера як головного інструменту мобільної системи, що дає саперам інструмент дистанційного знешкодження вибухових пристроїв будь-якого типу. За задумом Пентагону, вона відкриє шляхи для створення високоефективного обладнання в допомогу саперним підрозділам (підрозділам гуманітарного розмінування). Такі машини дуже потрібні також при проведенні технічної розвідки забруднених територій ВНП

Не менш перспективним напрямом в розмінуванні є розробка сучасних засобів на базі безпілотних літальних апаратів, ефективність використання яких залежить від комплексу апаратних засобів, призначених для вирішення поставлених завдань. За розрахунками спеціалістів, система розмінування на базі БпЛА в 20 разів швидше виконає завдання, щодо пошуку та знешкодження ВНП, ніж з використанням традиційних технологій розмінування. Досліджуючи питання розвитку, вартує звернути увагу на проєкти БпЛА деяких країн та їх підходи до виявлення і розмінування ВНП [42]:

БпЛА проєкту Mine Kafon Drone (Нідерланди) для сканування місцевості оснащений 3D-камерою, GPS і комп‘ютером, що обробляє карту місцевості, перетворює її в сітку координат, забезпечуючи складання тривимірної карти. Детектор оснащений металошукачем, здатним виявляти метал на відстані 5-7 см над землею, а також створювати геотеги (географічне позначення або геокодування), визначаючи широту та довготу або назву місця розташування мінних полів. Крім металошукача на борту БпЛА встановлена камера з високою розрізненою здатністю та маніпулятор, з допомогою якого безпілотник може розміщувати поруч з ВНП невеликі вибухові заряди і здійснювати їх підрив, віддалившись на безпечну відстань.

Враховуючи реалії сьогоднішньої російсько-Української війни, досвід ведення бойових дій з відбиття агресії російської окупаційної армії та масштаби застосування інженерних боєприпасів, українські розробники придумали інноваційну систему для розмінування територій – замість саперів розмінувати цілі поля буде комплекс під назвою Minect.ai. Комплекс зможе обстежити та розмінувати до одного квадратного кілометра території на день, головне завдання – знизити вартість розмінування та збільшити його оперативність.

Отже, комплекс Minect.ai – це взаємодія дронів, скануючого обладнання (ґрунтопроникних радарів, металодетекторів, тепловізорів, тощо) та програмного забезпечення, в основі якого штучний інтелект. Керуватиме комплексом оператор, перебуваючи на безпечній відстані від мінного поля

Ляшенко В.А., канд. техн. наук, ст. досл.
Мішок А.А.,
Ільчишин Ю.В.
ДНДІ ВС ОВТ

МЕТОДИ ПОШУКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

На сьогодні в наслідок агресії рф проти України у 2014 році та її широкомасштабного вторгнення у лютому 2022 році країна опинилася найбільш замінованою у світі з величезною кількість жертв як серед військових, так і цивільного населення. Так, станом на кінець 2024 року розмінуванню підлягає майже третина території -174 км^2, що складає площу більше восьми сумарних територій Ізраїлю та Словенії, а за кількістю жертв у 2022 році серед цивільного населення Україна опинилася на другому місці після Сирії – 608 людей, йдеться у довідці “Landmine Monitor 2023.

Досвід ведення бойових дій у війні рф проти України протягом 2023 року показує, що окрім гуманітарного розмінування гостро постало питання і бойового розмінування через значні площі встановлених мінно-вибухових загороджень (МВЗ), нестандартні схеми встановлення МВЗ, великої кількості саморобних вибухових пристроїв тощо. Зазначено, що однією з причин зупинки контр-наступу наших військ стала глибокоешелонована система інженерних загороджень противника, глибина якої склала до 15-20 км. Орієнтовна щільність мінно-вибухових загороджень противника перед переднім краєм оборони очікувалась до 3, що і підтвердилось під час ведення контр-наступальних дій, а на деяких ділянках щільність МВЗ виявилась близько 6 (довідково: глибина стандартного мінного поля складає 100-120 м, відповідно нашим підрозділам доводилось долати від 300 до 700 м глибини мінно-вибухових загороджень).

Сьогодні в світі існує тенденція, що темпи розвитку мінної зброї значно перевищують розвиток засобів розмінування. І хоча в останні десятиліття розроблено значну кількість пристроїв виявлення ВНП, принцип дії яких заснований на різних фізичних принципах, в світі і досі не існує жодного засобу (комплексу) розмінування, здатного гарантовано знаходити та ідентифікувати ВНП з різних матеріалів в різних середовищах, що вкривають ВНП. В основному існуючі засоби призначені для виявлення ВНП з вмістом металевих елементів, при цьому проблемним питанням залишається виявлення ВНП із діелектричних матеріалів. Отже, одним із шляхів підвищення ефективності є комплексування різних методів виявлення ВНП.

Проте, аналіз показує, що застосування існуючих методів виявлення ВНП, окремо або у поєднанні, в основному дозволяє досить ефективно здійснювати пошук ВНП з металевих корпусів або з вмістом металевих елементів під час гуманітарного розмінування. Залишається досі проблемним питанням пошук ВНП з діелектричних складових або з малим вмістом металевих елементів. Застосування багатьох методів виявлення ВНП є високозатратними або не досить ефективними в тих чи інших умовах. Так, в умовах ведення бойових дій виникають труднощі із забезпеченням необхідного темпу розвідки місцевості та шляхів на наявність ВНП через велику щільність вмісту в ґрунті металевих елементів у районах ведення бойових дій. Прилади пошуку ВНП на основі існуючих методів можливо ефективно застосовувати під час гуманітарного розмінування в умовах відсутності обмеження часу на виконання завдань з розмінування. В основному методи є контактними або квазіконтактними, що підвищує небезпеку роботи саперів під час розмінування. Таким чином, за таких умов завдання створення відносно невартісних ефективних пошукових пристроїв за рахунок комплексування різних методів виявлення ВНП залишається актуальним.

Маліновський Н.О.
Шолубко Д.В.
Пришляк В.С.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ МАШИНОДРОМІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ МЕХАНІКІВ-ВОДІЇВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ

У сучасних умовах ведення бойових дій питання якісної підготовки механіків-водіїв інженерної техніки набуває особливого значення. Повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України засвідчило необхідність переосмислення підходів до організації підготовки особового складу, зокрема через удосконалення матеріально-технічної бази машинодромів. Враховуючи сучасні виклики та досвід, отриманий під час активної фази бойових дій, удосконалення машинодромів має відбуватись у таких ключових напрямах

1. Оновлення та стандартизація навчально-тренувальної бази. Матеріально-технічне забезпечення машинодромів має відповідати зразкам техніки, що безпосередньо використовується в підрозділах Збройних Сил України. Це дозволяє підвищити ефективність навчання та скоротити адаптаційний період під час переходу від навчання до виконання бойових завдань.

2. Інтеграція елементів бойового досвіду у навчальний процес. Залучення інструкторів з бойовим досвідом, використання відеоматеріалів з реальних бойових дій, а також моделювання типових ситуацій, що виникали під час війни, значно підвищують якість підготовки.

3. Оснащення полігонів елементами інфраструктури, наближеними до бойових умов. Зокрема, доцільно створювати перешкоди, мінні поля, зони форсування водних перешкод, а також ділянки з характерними для зони бойових дій особливостями ґрунту.

4. Використання тренажерів нового покоління. Сучасні симулятори, зокрема з елементами доповненої реальності, дозволяють ефективно моделювати аварійні ситуації, різноманітні кліматичні умови та бойову обстановку.

5. Покращення логістичної інфраструктури. Матеріально-технічне забезпечення має включати ремонтні майстерні, мобільні станції технічного обслуговування, а також належні склади для зберігання запчастин та пально-мастильних матеріалів.

6. Кадрове забезпечення та підвищення кваліфікації інструкторів. Необхідно створити систему безперервної підготовки та підвищення кваліфікації викладачів та інструкторів, які відповідають за підготовку механіків-водіїв.

Таким чином, розвиток машинодромів як ключових елементів системи підготовки особового складу інженерних військ має ґрунтуватися на комплексному підході, що враховує потреби сучасної війни, гібридних загроз та бойового досвіду. Це сприятиме формуванню підготовленого, мобільного та технічно грамотного персоналу, здатного ефективно діяти в умовах сучасного бою.

Мельник М.О., канд. техн. наук
Каратаєва Л.М.
Мельник Р.М.
ЛЦ ІКД НАН та ДКА України

АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТУЖНИХ АКУСТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ТА БЕЗПЕКОВИХ ЦІЛЕЙ

При проведенні росією бойових дій на території України важливим і актуальним питанням є створення високотехнологічних та ефективних засобів впливу на ворога. До таких засобів відносяться акустичних випромінювачі направленої дії, які складають основу нелетальної зброї.

Львівським центром ІКД НАНУ та ДКАУ в рамках виконання космічних та безпекових програм України розроблено ряд потужних акустичних випромінювачів, зокрема: стаціонарний низькочастотний параметричний випромінювач (АВП-1) з рівнем звукового тиску 165 дБ; надпотужний

мобільний акустичний випромінювач (МАВ-2) з рівнем звукового тиску 175 дБ; акустичні випромінювачі направленої дії (АВНД-1, АВНД-2) з рівнем звукового тиску 155 дБ.

Низькочастотний параметричний випромінювач (АПВ-1) розроблявся суто для вивчення сейсмо-іоносферних зв'язків і показав себе ефективним під час проведення наземно-космічних експериментів із французьким супутником Demeter у 2004–2006 р.р. В процесі проведення активних наземно-космічних експериментів виявлено: вплив акустичних збурень на проходження низько-частотних навігаційних сигналів через іоносферу; вплив на локальну погоду; вплив на дезорієнтацію в просторі великої рогатої худоби, тощо. Дані результати досліджень можуть бути ефективно застосовані для військових та безпекових цілей, зокрема фізіологічного впливу на ворога на віддалях 1-5 км, корегування локальної погоди в коридорі 10-15 км. впливати на роботу малих літальних апаратів, послаблювати або підсилювати глобальні навігаційні сигнали, тощо.

Мобільний акустичний випромінювач (МАВ-2) – надпотужний випромінювач з частотним діапазоном 10-260 Гц і може бути використаний за призначенням аналогічно як АПВ-1 з можливістю забезпечення мобільності та покращення ефективної дії при корегуванні локальної погоди.

Акустичні випромінювачі направленої дії (АВНД-1, АВНД-2) – розроблені як прототипи акустичних випромінювачів LRAD-1000X та LRAD-2000X з використанням надсучасної елементної бази, нетрадиційних технологічних рішень та комп'ютерних технологій, що дало змогу покращити технічні характеристики у порівнянні з прототипами. Дані типи випромінювачів випускаються як у стаціонарному, так і в мобільному варіантах і можуть бути застосовані для: психіко-фізіологічного впливу на ворога в ближніх та міських боях; інформаційного впливу на особовий склад противника (інформування, агітація та імітація звуків військової техніки, розриву снарядів, мін, для введення ворога в оману тощо); доведення команд управління між сусідніми підрозділами при відсутності іншого зв'язку; боротьби з морським десантом на морі та береговій лінії; охорони стратегічних та режимних об'єктів тощо. На сьогодні завершуються роботи щодо дистанційного управління аудіо сигналами та управління по азимуту та куту дальності, що дозволить дані типи випромінювачів розмістити на наземних даних, які можуть бути використані для проведення спеціальних операцій.

Мельниченко С.П.
ЖВІ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРОТИДІЇ ТЕХНІЧНИМ РОЗВІДКАМ: НОВА ЕРА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ

У XXI столітті військове протистояння стало набагато складнішим, виходячи за межі традиційних фронтів і полів боїв. Сучасні конфлікти все частіше відбуваються на рівні інформаційного та електронного впливу, де технічна розвідка (ТР) відіграє вирішальну роль у досягненні переваги. Метою противника вже не є лише фізичне знищення ресурсів, а й збір максимального обсягу інформації про розташування військ, їх логістику та бойові можливості. Тому спеціалізована сфера протидія технічним розвідкам (ПДТР) набуває особливої актуальності, а її значення з кожним роком зростає.

Одна з головних проблем у цій сфері це велика кількість джерел потенційної загрози. Йдеться не лише про супутники та БпЛА, а й про радіо перехоплювачі, лазерні сканери, мікрохвильові сенсори та інші технології, які можуть використовуватися для збору розвідувальної інформації. Традиційні методи боротьби з такими загрозами часто не здатні забезпечити оперативну реакцію на зміну тактики противника. Тому впровадження штучного інтелекту (ШІ) в системи ПДТР є важливим кроком уперед, що відкриває нові можливості для ефективного захисту.

Сучасні ПДТР-системи, що включають елементи ШІ, забезпечують цілісну та адаптивну модель електронного захисту, яка має кілька ключових переваг такі, як: Аналіз у реальному часі: Система безперервно сканує навколишній спектр, виявляючи навіть короткочасні сигнали розвідки, які раніше могли бути непоміченими або пропущеними. Інтелектуальна фільтрація загроз: За допомогою нейронних мереж система може класифікувати сигнали за кількома критеріями: ступінь небезпеки, характер джерела, частотний діапазон та особливості модуляції. Адаптивна тактика захисту: Після

виявлення сигналу система пропонує найбільш ефективні способи реагування чи то глушіння, обман сигналу, введення інформаційного навантаження або переналаштування важливих систем. Самонавчання: З часом система стає дедалі точнішою в своїх прогнозах і рекомендаціях, оскільки накопичує досвід і постійно оновлює бази даних про сигнатури сигналів. Зниження людського фактора: Завдяки автоматизації багатьох процесів операторам ПДТР залишається більше часу для стратегічних рішень, а не для виконання рутинних задач. Гнучка інтеграція в бойові структури: ПДТР-системи можуть бути інтегровані в загальні системи управління, обмінюватися даними з безпілотниками, радіолокацією та іншими платформами, створюючи багатошаровий захист.

Інтеграція штучного інтелекту в протидію технічним розвідкам це не просто новинка в технологіях. Це стратегічно важливий крок, який суттєво підвищує рівень інформаційної безпеки в умовах сучасних бойових операцій. Автоматизовані системи, здатні до самонавчання та адаптивної реакції на нові загрози, дозволяють ПДТР-підрозділам працювати набагато ефективніше. ШІ не тільки допомагає виявляти ворожу розвідку, а й своєчасно нейтралізувати або вводити противника в оману, зберігаючи при цьому швидкість реагування і мобільність. У результаті ми отримуємо більш ефективний комплексний захист, де людина і штучний інтелект працюють разом, доповнюючи один одного.

Міщенко В.С.
Малюк В.М.
Балога В.Т.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ХОДІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ

У сучасних умовах ведення бойових дій з огляду на швидкі зміни оперативної обстановки особливо актуальним стає питання ефективної інженерної підтримки військ. Одним із ключових елементів такої підтримки є встановлення інженерних загороджень – протитанкових та протипіхотних мінних полів, невибухових інженерних загороджень

Традиційні методи встановлення загороджень потребують значних затрат людських ресурсів, техніки та часу. Водночас виконання таких завдань супроводжується високим ризиком для особового складу на лінії бойового зіткнення. У зв’язку з цим на перший план виходить необхідність впровадження інноваційних технологій, зокрема безпілотних систем, які здатні суттєво змінити підходи до інженерної підтримки.

Безпілотні системи – це комплекс технічних засобів, які можуть виконувати завдання автономно або віддаленим керуванням. До основних таких систем належать безпілотні літальні апарати та роботизовані наземні платформи. Їх використання в сфері інженерних загороджень має низку переваг: зниження ризиків для особового складу, підвищення мобільності, оперативності та точності виконання завдань, можливість дій у важкодоступних районах.

На сьогодні одним із найперспективніших напрямів є застосування безпілотних роботизованих платформ для дистанційного встановлення мінних полів. Такі платформи можуть бути оснащені контейнерами з мінами, системами дозованої подачі та автоматизованими механізмами викладання боєприпасів. Також під час тестування ефективно себе показують роботизовані платформи в ході встановлення невибухових інженерних загороджень типу “Єгоза”.

Окрему увагу слід приділити безпілотним літальним апаратам, які окрім традиційних функцій ефективно застосовуються для дистанційного встановлення протипіхотних та протитанкових мінних полів. Також безпілотні літальні апарати можуть застосовуватись для ретельного аерофотознімання місцевості, що дає змогу оперативно оцінити доцільність встановлення загороджень, а також утримувати та контролювати їх ефективність.

Значний інтерес викликає і можливість застосування морських або річкових безпілотників для встановлення загороджень у прибережних районах або на переправах. Вони можуть доставляти й встановлювати інженерні загородження у водному середовищі або під прикриттям природних перешкод.

Незважаючи на вагомі переваги, існує і низка викликів, що стримують повноцінне впровадження безпілотних систем у інженерні війська. Це і складність інтеграції з уже існуючими системами керування, і потреба у спеціально підготовленому персоналі, і високі фінансові витрати на розробку та обслуговування таких систем. Проте тенденції розвитку сучасного озброєння та технологій свідчать про те, що ці виклики можуть бути подолані в найближчі роки.

Таким чином, розвиток безпілотних систем у сфері встановлення інженерних загороджень є надзвичайно перспективним напрямом, що здатен радикально змінити характер інженерної підтримки військ. Впровадження автономних рішень сприятиме зниженню втрат серед особового складу, підвищенню швидкості й ефективності реалізації завдань, а також забезпечить значну тактичну перевагу на полі бою.

Нанівський Р.А., канд. техн. наук, доц.
Яннікова В.І.
НАСВ

АНАЛІЗ АНГЛОМОВНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЗРАЗКАМИ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СИЛ ПІДТРИМКИ

Військова термінологія є сукупністю спеціалізованих термінів, які застосовуються для позначення понять, об'єктів та явищ, пов'язаних із військовою сферою. Вона створена для забезпечення ефективної комунікації між військовими, сприяючи уникненню непорозумінь, що можуть вплинути на виконання завдань та подальші дії. Англомовна термінологія, що пов'язана із сучасними й перспективними зразками військової техніки Сил підтримки, є ключовою для розуміння та ефективної комунікації між військовими підрозділами у міжнародному контексті. Вона характеризується високим рівнем технічної спеціалізації та динамічністю, зумовленою швидким розвитком технологій.

Насамперед зауважимо, що англомовна військова термінологія відіграє ключову роль у глобальній військовій комунікації, будучи стандартом у міжнародних операціях, підготовці військових кадрів та науково-технічному співробітництві. Особливості цієї термінології зумовлені історичними, культурними й технологічними чинниками, які формують її структуру та використання.

Англомовна термінологія, пов'язана з перспективними зразками військової техніки Сил підтримки, охоплює спеціалізовані терміни, що використовуються для позначення інноваційних технологій, технічних характеристик та функціональних можливостей сучасної військової техніки, розробленої для забезпечення підтримки військових операцій. Терміни, які застосовуються для опису військової техніки, містять високий рівень технічної деталізації, наприклад, терміни «Autonomous Ground Vehicle (AGV)» – «автономна наземна техніка», «Smart Ammunition» – «розумні боєприпаси» та ін. Багато термінів віддзеркалюють впровадження сучасних технологій, таких як кіберзахист, штучний інтелект, автоматизація й інтегровані системи, наприклад, «Cyber Defense Systems» – «системи кіберзахисту». Окрім того, більшість новітніх військових зразків створені з метою виконання кількох завдань, що знаходить віддзеркалення в термінології: «Multi-Role Armored Vehicle (MRAV)» – «багатоцільова броньована машина».

Отже, підбиваючи підсумки, зазначимо, що англомовна термінологія, пов'язана з перспективними зразками військової техніки Сил підтримки, демонструє високий рівень складності й технічної специфічності. Вона вимагає глибокого розуміння як технічного контексту, так і лінгвістичних особливостей, адже навіть незначні зміни у значенні термінів можуть впливати на правильність їхнього використання.

Невмержицький І.М., канд. техн. наук, доц.
Торба К.П.
Казакова О.О.
ХНУПС

ПРОЄКТУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНОГО SIMULINK-ДОДАТКА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КОМПЕНСАЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД, ЩО РЕАЛІЗОВАНИЙ В РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІЇ П-18МА

На сьогодні в Збройних Силах України поряд з оглядовими радіолокаційними станціями (РЛС) старого парку метрового діапазону такими як П-18 “Терек” (розробка ВАТ “НИТЕЛ”, прийнята на озброєння у 1971 році), почали широко застосовуватися модернізовані версії цієї РЛС, такі як РЛС П-18МА (розробка науково-виробничого підприємства “Аеротехніка-МЛТ”, Україна, прийнята на озброєння у 2007 році). Ця РЛС за час російсько-Української війни зарекомендувала себе у радіотехнічних військах Повітряних Сил та у військових частинах ППО Сухопутних військ Збройних Сил України як надійне джерело для отримання розвідувальної радіолокаційної інформації про повітряну обстановку. Особливістю РЛС П-18МА є застосовування в ній передавача на твердотільних високочастотних транзисторах з можливістю цифрового формування комбінації зондувальних сигналів різних форматів та комплексної цифрової обробки комбінованих ехосигналів. Все це, у свою чергу, дозволяє задовольнити сучасним вимогам щодо обсягу й достовірності радіолокаційної інформації та її точності.

Оскільки алгоритм оптимальної обробки ехосигналів, що реалізований в РЛС П-18МА, полягає у стисненні фазоманіпульованих сигналів (ФМ-13 і ФМ-42), то на першому етапі цифрової обробки вирішується завдання щодо компенсації несинхронних імпульсних завад. Таким чином, від ефективності алгоритму компенсації імпульсних завад буде значною мірою залежати ефективність усієї обробки. Виходячи з цього, питання аналізу, вивчення та дослідження ефективності алгоритму компенсації імпульсних завад, що реалізований в РЛС П-18МА є актуальними. Для вирішення цих питань пропонується застосовувати візуально-імітаційне моделювання.

При проведенні моделювання враховано, що в РЛС П-18МА алгоритм захисту від імпульсних завад це – медіанна фільтрація та адаптивне обмеження. Проєктування візуально-імітаційного додатка, що моделює даний алгоритм, проведено за допомогою графічного середовища імітаційного моделювання Simulink системи MATLAB. Результати моделювання подані за допомогою осцилограм та графіків пакета Simulink. Правильність результатів роботи Simulink-додатка перевірялася в ході проведення низки експериментів, де на входи Simulink-моделі алгоритму компенсації імпульсних завад надходили імітовані комбінації ехосигналів цілей, власних шумів та несинхронних імпульсних завад. Наведені результати експериментів підтверджують працездатність Simulink-додатка та не суперечать вже відомим результатам. Рекомендовано використання Simulink-додатка для оцінки ефективності чинного алгоритму компенсації імпульсних завад та для пошуку шляхів його удосконалення. Також у доповіді надані рекомендації щодо використання створеного Simulink-додатка в навчальному процесі технічного університету у якості дидактичного засобу навчання.

Нещадін О.В.,
Ковальов Г.Г.
НАСВ

СУЧАСНИЙ АЛГОРИТМ ОБЛАДНАННЯ ПОЗИЦІЙ (ОКОПУ) В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

Враховуючи масовість застосування FPV-дронів ворогом та зростання рівня небезпеки для Сил оборони важливо організувати раціональну та ефективну позицію. При цьому основні кроки діяльності командирів та військовослужбовців повинно бути направлені на врахуванні наступних рекомендацій.

Не створювати скупчень своїх сил на рубежі, що підлягає фортифікаційному обладнанню. Тобто, отримавши завдання від командування та оцінивши маршрут висування, вперед висилається головний дозор з 2-3 чоловік, які, оглянувши місцевість, позначають місця розташування індивідуальних окопів з максимальним рознесенням по фронту та складанням елементарних карток ведення вогню.

Головний дозор окопується. Після відривання індивідуальних осередків викликається наступна пара-трійка бійців. Таким чином, поступово заводяться на позицію по 2-3 бійці, які одразу розводяться по визначеним місцям. При підготовці позицій основною проблемою є демаскування окопу ґрунтом, що виривається та укладається у бруствер, у свою чергу і робота шанцевим інструментом дуже легко викривається противником, особливо із застосуванням БпЛА. Тому, кожен військовослужбовець перед заходом на позицію повинен мати при собі маскувальну сітку під фон місцевості розміром 3х3 м. Сітка призначена у першу чергу для приховування виритого ґрунту із окопу, особливо на початку робіт. Надалі сітка залишається на бруствері назавжди. Алгоритм обладнання одиночного окопу трохи змінився, враховуючи, що на даний час при веденні бойових дій основна загроза для бійця не стрілецький вогонь противника, а саме осколкове ураження від БпЛА. Сучасний алгоритм обладнання окопу включає:

1. Підготовку необхідних матеріалів та інструментів (камуфляжний зонт, малу піхотну лопатку з Т-подібною ручкою; 4 рогульки під вудки-напрямні; маскувальну сітку 3х3 м; речовий ранець).
2. Розташування зброї та спорядження праворуч від себе в одну лінію (для шульги усе дзеркально). Прим’яти траву у місці складування витягнутого ґрунту, наприклад методом перекатування.
3. Зняти ґрунт, сформувати передній бруствер або встановити камуфляжний зонт для маскування з фронту у разі слабкості ґрунту.
4. Розтягнути маскувальну сітку для складання ґрунту під нею. Для чого, встановлюються 4 рогульки будь-якого типу, на які накладаються поперечини (вудки-напрямні), розтягується сітка зверху із залишенням припуску з боку стрільця для накриття у разі появи БПЛА противника.
5. Відрити окоп згідно зі звичайною процедурою при необхідності підготувати додаткові маскувальні сітки, викидання ґрунту назад приховує переміщення голови стрільця та забезпечує захист від розривів за спиною, надалі оформити передній бруствер у відповідності із карткою ведення вогню.
6. Замаскувати бруствер частково маскувальною сіткою та частково дереном. Підготувати водозбірник (зазвичай ямку у центрі, яку накрити пустим “цинком” будь-якого типу, що перевернутий вверх дном). Підготувати укриття (спальне місце), наприклад, у вигляді “лисячої нори”.

Ніколайчук Л.Г., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОГО СПЕЦОДЯГУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ

Сьогодні, під час війни, наукова робота, направлена на модернізацію екіпірування в цілому, та військової форми зокрема, є актуальною. Одним з найважливіших напрямів є зниження вартості боєкомплекту. а основні зусилля галузі направлені на удосконалення виробничих процесів та підбір матеріалів для моделей, що дозволяє не тільки знизити собівартість, але і покращити їх експлуатаційні характеристики. Тут також слід враховувати таку мету, як надання виробам високих захисних властивостей, які б в свою чергу сприяли максимальному підвищенню рівня безпеки воїнів під час виконання бойових завдань.

Основні напрями розвитку тут направлені на досягнення задоволення основних потреб до військового спецодягу, а саме: дизайн, розроблений з врахуванням досвіду війни; крій одягу, який забезпечує можливість дій без скованості рухів; безшумність та мала оптична помітність; форма, розташування кишень, застібок; модульність конструкції, яка забезпечує кріплення взаємозамінних

елементів, які дозволяють оптимально розташовувати елементи спорядження; мала маса комплекту; підвищена зносостійкість; можливість розміщення та кріплення маскування; міцні безшумні застібки, замки та кріплення, що не замерзають та забезпечують швидке вдягання та скидання спорядження в різноманітних погодних умовах; екіпірування не повинно обмежувати рухів та значно збільшувати бокову та фронтальну проєкції військовослужбовця, а також мати габаритні характеристики, що враховують розміщення в бойових та десантних відділеннях військової техніки; забезпечення комфорту воїна під час довготривалого перебування у одязі; схема спорядження повинна забезпечувати доступ до елементів екіпіровки в різноманітних положеннях.

Також функціональні показники спецодягу визначаються вибором тканини та матеріалом утеплювача, які повинні за можливістю максимально забезпечувати виконання двох вимог. По-перше, необхідно, щоб одяг опирався зовнішній дії довкілля, особливо води, тобто не намокав, по-друге, щоб він відводив випаровування з поверхні тіла. Найбільш даним вимогам відповідають мембранні тканини, та їх аналоги, вироблені з використанням лазерних технологій. Для отримання ефекту мембрани в спеціальній тканині пропалюються мікроотвори, що за своїми розмірами не перевищують молекули води, а розміри молекул пару менше, та вони вільно проникають в ці отвори. Таким чином, ця тканина не опирається випаровуванню поту з поверхні тіла, залишаючись водонепроникною.

Таким чином, з вищеподаного можна зробити висновок, що напрямами удосконалення спецодягу для військовослужбовців є:

- удосконалення модульності конструкції, забезпечення комфортності та високої ергономічності за всіма показниками з точки зору безпечності;
- зменшення маси та оптичної помітності;
- збільшення зносостійкості, завдяки використанню нових матеріалів;
- розробка та застосування елементів нових видів маскування, а саме камуфляжу.

Ці підходи, напрями їх розвитку та впровадження у військовий спецодяг для військовослужбовців ЗСУ дозволять, найголовніше, сприяти збереженню їх життя та здоров’я в умовах бойових дій.

Оборонов М.І.
Корсунов С.І.
ХНУПС

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

Основним завдання підрозділів ППО Сухопутних військ є збереження боєздатності військ і об’єктів що прикриваються, забезпечення виконання ними поставлених завдань. В ході виконання поставлених завдань підрозділи ППО Сухопутних військ будуть знаходитися в зоні дії засобів ураження противника, як наземного (артилерія, ракетні засоби, стрілецька зброя), так і повітряного (БпЛА, авіабомби, бортова зброя літальних апаратів, протирадіолокаційні ракети та інше). Таким чином, збереження живучості підрозділів ППО СВ є актуальним завданням, невиконання якого може призвести до знищення військ чи об’єктів що прикриваються або невиконання ними поставлених завдань.

Розвиток засобів розвідки противника та засобів його повітряного нападу, в першу чергу, розвідувальних та ударних БпЛА і FPV дронів суттєво ускладнює виконання заходів щодо збереження боєздатності підрозділів на полі бою, особливо поблизу лінії бойового зіткнення. Час від виявлення цілі БпЛА-розвідником противника до завдання удару по виявленій цілі скоротився до декількох хвилин, і цим не можна нехтувати. Дуже часто наявні засоби ППО Сухопутних військ за своїми тактико-технічними характеристиками не спроможні (не повною мірою спроможні) боротися з новітніми засобами повітряного нападу (особливо з малорозмірними), тому для підвищення їх живучості на полі бою необхідно проводити комплекс організаційних, тактичних, інженерних заходів та заходів з тактичного маскування.

До переліку цих заходів можна віднести:

1) Організаційні заходи – ретельне планування районів застосування підрозділів ППО та способів їх застосування; організацію різних видів розвідки повітряного противника, з відображенню результатів за допомогою спеціального програмного забезпечення; організація оповіщення військ про повітряного противника; організація бойового чергування з ППО, на небезпечних напрямках (в районах); внесення змін до організаційно-штатних структур підрозділів та їх номенклатури засобів інженерного майна, яке використовується;

2) Тактичні заходи – недопущення скупчення підрозділів та негайне їх розосередження у разі оповіщення про загрозу; періодична зміна вогневих (стартових) позицій при виконанні поставлених бойових завдань чи несенні бойового чергування з ППО, у разі виникнення загрози чи згідно з планом; дії підрозділів ППО із засідки;

3) Інженерні заходи та заходи з тактичного маскування – недопущення витоку інформації про розташування, завдання і дії підрозділів ППО; приховування чи спотворення характерних обрисів озброєння та військової техніки ППО; якісне інженерне обладнання позицій з використанням інженерної техніки та будівельних матеріалів; використання капітальних будівельних споруд в районах ведення бойових дій, для приховування озброєння і військової техніки та особового складу; обладнання хибних позицій; ретельне маскування позицій з використанням елементів рельєфу місцевості, штатних маскувальних засобів чи підручних матеріалів.

Таким чином, враховування запропонованих заходів підвищить живучість підрозділів протиповітряної оборони Сухопутних військ на полі бою, що у свою чергу, забезпечить збереження боєздатності військ та об’єктів що прикриваються.

Огородник І.В., канд. хім. наук
Клочун І.А.
Онищук О.Р.
Військова частина А4983

СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ХБРЯ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Висока інтенсивність ведення бойових дій в активній фазі російсько-Української війни призводить до поступового виснаження ресурсів воюючих сторін. Агресивний характер дій противника, періодичне застосування ним неконвенційного озброєння разом із загрозою застосування ним зброї масового знищення (ураження) (далі – ЗМЗ(У)) ставить перед Силами оборони нагальні завдання щодо забезпечення їх живучості, збереження спроможностей ведення бойових дій в умовах застосування ЗМЗ(У), збереження життя та здоров’я окремих військовослужбовців. Виконання завдань з хімічної, біологічної, радіаційної (далі – ХБР) розвідки дозволяють вчасно виявити загрози, та вжити відповідних заходів щодо захисту особового складу та забезпечити успішне виконання бойових завдань.

Основні підходи до ХБР розвідки передбачають: безпосереднє виконання детектування ХБР загроз підрозділами ХБР розвідки за допомогою переносних або штатно встановлених на спеціальній техніці приладів відповідно до визначених процедур та відбір зразків потенційно забруднених матеріалів (ґрунт, вода, повітря, обмундирування тощо) з наступною їх передачею до спеціалізованих лабораторій для проведення виявлення та визначення контамінантів. Перший підхід вимагає високу кваліфікацію особового складу, тоді як другий передбачає застосування чутливіших та точніших приладів, хоча і потребує значного часу для виконання. Обидва підходи вимагають перебування особового складу у місцях можливого забруднення, в першу чергу поблизу лінії бойового зіткнення, що створює небезпеку життю і здоров’ю військовослужбовців внаслідок обстрілів, а у разі значних рівнів зараження, то і небезпечної ХБРЯ обстановки.

Суттєвого скорочення часу від виявлення загроз до прийняття рішень та його впровадження можна досягти шляхом застосування автоматизованих систем ХБРЯ моніторингу та систем дистанційного застосування. Застосування роботизованих платформ, таких як БпЛА (безпілотні

літальні апарати) та НРК (наземні роботизовані комплекси) для розміщення автоматизованих переносних приладів ХБР розвідки, таких як дозиметри-радіометри (радіаційна обстановка), спектрометрів іонної рухливості або Раманівських, ІЧ- спектрометри (хімічна обстановка), полуменеві спектрометри (хімічна та біологічна обстановка) при забезпеченні стійкого зв'язку між управляючою станцією та вимірювальним комплексом для передачі позиційних даних та даних моніторингу обстановки суттєво підвищить продуктивність та дозволить в автоматичному режимі картографувати контамінацію місцевості для подальшого врахування при веденні бойових дій. Підхід дистанційного спостереження за ХБРЯ обстановкою може бути реалізований шляхом використання методу лазерної спектрометрії, що дозволяє проводити моніторинг хімічного забруднення території небезпечними хімічними речовинами, в тому числі хімічною зброєю. Зазначений метод дозволяє на відстані декількох сотень метрів чітко ідентифікувати речовини, а не лише їх групову приналежність, забезпечивши найбільш ефективну протидію забрудненню та передбачити заходи захисту. Найбільш доцільним є їх застосовування для прикриття стаціонарних та пересувних об'єктів із значним скупченням о/с, в першу чергу пунктів управління. Аналогічні системи радіаційного моніторингу, що складаються з декількох датчиків під керуванням спільного контролера, забезпечують визначення.

Одосій Л.І., канд. хім. наук, доц.
Паращук Л.Я., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ФОТОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОЧУТЛИВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ

У сучасних умовах зростання попиту на енергію й активного розвитку технологій, особливо у сфері фотовольтаїки, з'являється потреба у вдосконаленні фотокаталітичних систем. Один із напрямів розвитку – використання нанокаталізу, де ключову роль відіграють напівпровідникові матеріали з високою здатністю до поглинання світла.

Особливо перспективним є підхід, що поєднує діоксид титану (TiO_2) з органічними барвниками. Така структура дозволяє покращити світлочутливість матеріалу, ефективніше розділяти заряди та зменшувати втрати енергії через рекомбінацію.

Щоб така система працювала ефективно, важливо правильно підібрати її складові. Компоненти повинні мати узгоджені оптичні та електрохімічні властивості, щоб усі електронні процеси (від збудження до переносу заряду) були термодинамічно вигідними.

У цьому дослідженні було розглянуто органічний барвник Б4 — несиметричну молекулу катіонного типу. Для оцінки його ефективності як сенсибілізатора було проведено спектральні й електрохімічні вимірювання, розраховано енергетичні рівні (HOMO і LUMO), а також ширину енергетичної щілини. На основі цих даних побудовано енергетичну схему, яка показує розташування рівнів барвника відносно зони провідності TiO_2. Результати підтвердили, що збуджені електрони з барвника можуть ефективно переходити в TiO_2, оскільки рівень LUMO розташований вище за зону провідності напівпровідника. Це означає, що така гетероструктура здатна до ефективного світлоперетворення й може бути використана у фотокаталітичних і фотовольтаїчних пристроях нового покоління.

Для підтвердження гіпотези проведено фотометричні дослідження та порівняно одержані результати. Таке порівняння зможе обґрунтувати процес інжекції електронів, які зумовлений світлом вищого за значеннями енергетичної величини, отже підтвердити сенсибілізаційні властивості барвника.

При освітлюванні немодифікованого TiO_2 в умовах дослідження спостерігається струм в інтервалі довжин хвиль від 330 до 430 нм. Це свідчить про можливості його роботи в ультрафіолетовій області.

Додавання до TiO_2 цвітер-іонного барвника Б4 призводить до розширення смуги поглинання в довгохвильову область, яка охоплює діапазон від 375 до 625 нм. Новостворена гетероструктурна модель за наявності несиметричного ціанінового барвника катіонного типу Б4 засвідчила можливість часткового поглинання інфрачервоного спектра.

Очевидно, на поверхні напівпровідника, створюється позитивний надлишковий заряд, утворений надлишковим негативним зарядом електронів, збуджених світлом спектральної області барвника, яка в результаті призводить до різниці потенціалів.

У ході дослідження встановлено, що несиметричний ціаніновий барвник Б4 катіонного типу має сприятливі спектральні та електрохімічні характеристики для застосування у фотокаталітичних гетероструктурах на основі діоксиду титану. Отже, барвник Б4 є перспективним сенсибілізатором для створення фотокаталізаторів з підвищеною активністю та розширеним спектром світлопоглинання. Результати дослідження можуть бути використані як основа для подальшого конструювання ефективних наноструктурованих систем в області фотокаталізу та сонячної енергетики.

Окіпняк Д.А., канд. пед. наук, доц.
Фарбота А.І.
НАСВ

РОЗВИТОК ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СИЛ ПІДТРИМКИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ

Повномасштабна агресія росії проти України кардинально змінила погляди на роль інженерних військ у сучасній війні. В умовах маневреної оборони та інтенсивних наступальних операцій інженерне забезпечення військ (сил) стало одним із ключових чинників успішного ведення бойових дій. Досвід російсько-Української війни висвітлив як досягнення, так і недоліки вітчизняного інженерного озброєння та техніки, а також окреслив вектори їхнього подальшого розвитку.

Одним із головних викликів стало масоване використання безпілотних літальних апаратів (далі БпЛА) для розвідки мінних полів, застосування тепловізорів і сенсорних систем для виявлення вибухонебезпечних предметів. Дрони стали ключовим елементом сучасної війни, особливо в умовах російсько-Української війни.

Програма «Армія дронів» сприяє масовому виробництву та впровадженню БпЛА в ЗСУ. Це включає навчання операторів, розробку нових моделей і вдосконалення тактик застосування.

У ході російсько-Української війни з’являються перші зразки наземних роботизованих платформ для встановлення окремих мін, мін-пасток для ворожої техніки. Їх використання дозволяє дистанційно встановлювати групи мін, знижуючи ризики для особового складу та підвищуючи ефективність оборонних та наступальних операцій. Розроблені в Україні наземні системи Brave 1, Ratel S успішно використовувались для нищення мостів через водні перешкоди, що ускладнювало пересування ворожих інженерних підрозділів.

Ефективним виявилось застосування морських безпілотних платформ типу «Sea baby» для мінування Севастопольської бухти протидесантними мінами італійського виробництва МК-103 Manta. Як наслідок – знищення п’ять ворожих російських кораблів чорноморського флоту росії після мінування входів у бухту.

Одним із головних викликів стало масоване використання мінно-вибухових загороджень ворогом у поєднанні із невибуховими загородженнями, такими як протитанкові рови, МПП, «Ягоза», бетонні піраміди («зуби дракона»).

Це спричинило гостру потребу в сучасних засобах розмінування та пророоблення проходів в ході наступальної операції. Привертає увагу американська штурмова машина розгородження М1150 на основі танка М1 «Абрамс». Машина оснащена мінним плугом та двома напрямними для пусків подовжених зарядів розмінування. Позначення проходів у мінних полях відбувається за допомогою маркерів, що містяться у двох блоках у кормі машини і відстрілюються пневматичним механізмом. Маркери мають довжину 1 м, можуть мати прапорці, світлодіодні або світловідбивні пристрої.

Перспективи розвитку інженерного озброєння полягають у кількох напрямах:

- роботизація інженерних підрозділів: створення дистанційно керованих систем для мінування, розмінування, розвідки шляхів руху військ, будівництва оборонних споруд;

- мобільність і захист: створення броньованих інженерних машин, спеціально розроблених для захисту екіпажу від підривів на мінах, СВП та обстрілів із засідок.

Інженерне озброєння стає все більш технологічним, роботизованим і інтегрованим у загальну систему бойових операцій. Його ефективність безпосередньо впливає на мобільність, живучість і успішність військ на сучасному полі бою.

Орєхов С.В., канд. техн. наук, доц.
Лезік О.В., канд. військ. наук, доц.
ХНУПС

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГРАМ ЗВОРОТНОГО ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ У САНТИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ

Командування найбільш розвинених країн світу розглядає засоби повітряного нападу (ЗПН) як головну ударну силу в сучасних війнах, що здатні вирішувати широке коло бойових задач в умовах сьогодення. Так, на сучасному етапі російсько-Української війни російська тактична авіація під час рішення бойової задачі безпосередньої авіаційної підтримки сухопутних військ широко застосовує кореговані авіаційні бомби (КАБ) великого калібру з уніфікованим модулем планування і корекції для завдання ударів по взводних та ротних опорних пунктах та інших цілях, при цьому носій в зону ураження зенітних засобів, як правило, не входить. Тобто, в даних умовах, ціллю для зенітних засобів є сама КАБ.

Метою даної роботи є математичне моделювання характеристик розсіювання різних типів КАБ з уніфікованим модулем планування і корекції, що знаходяться на озброєнні в зс рф, та оцінка зон виявлення даних цілей РЛС, задля видачі рекомендацій щодо боротьби з даним класом цілей та постановки вимог до перспективних РЛС військ ППО Сухопутних військ.

Одним з основних параметрів цілі, що дозволяє визначити дальність її виявлення РЛС є її ефективна поверхня розсіювання (ЕПР). ЕПР являє собою кількісну міру відношення щільності потужності розсіяного сигналу до щільності потужності сигналу опромінення з урахуванням їх векторних властивостей. Відомо, що ЕПР залежить від форми та матеріалу цілі, кута, під яким спостерігається ціль, робочої частоти РЛС, поляризації прийомної та передаючої антен РЛС.

В роботі обчислення ЕПР ракет класу „поверхня-повітря” проводилося з використанням методики розробленої в ХУПС. Вважалося, що авіаційна бомба виконана з високопровідних матеріалів.

В якості основної розрахункової формули для знаходження розсіяного ракетою поля, що знаходиться поза розсіювачем (у дальній зоні), було використано інтегральне уявлення типу Стреттона-Чу.

Розрахунки поля розсіяного КАБ з уніфікованим модулем планування і корекції було проведено у наближенні фізичної оптики. При розрахунках вплив ребер об’єкта та інших зламів поверхонь КАБ в розсіяне поле не враховувався. Слід відмітити, що поля відбиті від різних ділянок поверхні розсіювача, складалися когерентно, тобто з врахуванням фазових набігів.

Шляхом математичного моделювання були отримані та проаналізовані діаграми зворотного вторинного випромінювання КАБ, а саме залежність їх ЕПР від кута їх опромінення. ЕПР КАБ з уніфікованим модулем планування і корекції практично на всіх ділянках польоту до цілі складає десяті долі $м^2$. При цьому необхідно відмітити, що ЕПР КАБ для опромінюючої її РЛС зростає при наближенні кута зондування нормалі до осі симетрії бомби, тобто вже безпосередньо перед ураженням об’єкту прикриття. Середні ЕПР КАБ в сантиметровому діапазоні складають 0,3-0,5 $м^2$.

Отримані результати дозволили розробити рекомендації для зенітних підрозділів ППО СВ з метою підвищення імовірності виявлення та обстрілу даних типів цілей, а також висунути вимоги до перспективних РЛС.

Паляниця Х.Б.
НУ ”ЛП”
Паляниця Б.Б., канд. техн. наук, доц.
НАСВ

ФОРМУВАННЯ І ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НОВІТНЬОЇ МОДЕЛІ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВО-ПОВІТРЯНОЇ БАЗИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Досвід сучасної російсько-Української війни підтвердив визначальну роль Повітряних Сил в період збройних конфліктів як ефективного інструменту досягнення стратегічних цілей бойових дій завдяки високій точності ураження, швидкості, маневреності та здатності авіації долати значні відстані для виконання широкого спектра бойових завдань. Однак цього неможливо досягти без відповідного простору та навігаційної інфраструктури для безпечних зльотів та посадок, відповідного рівня їх технічного обслуговування, що реалізується на військово-повітряних базах, де забезпечується високий рівень боєздатності повітряних суден.

Необхідність у будівництві в Україні нових військово-повітряних баз викликана потребою у таких комплексних об’єктах зразка НАТО, що передбачають не лише аеродром, але й низку функцій для навчання та тренування пілотів, проживання персоналу тощо. Більшість аеродромів, збудовано раніше внаслідок повномасштабного вторгнення рф, пошкоджені, або зруйновані ворогом. Програма підготовки українських пілотів на винищувачах F-16, підтверджує необхідність будівництва сучасної стаціонарної військово-повітряної бази.

Для розроблення концептуальної моделі сучасної військово-повітряної бази враховано: наявність великої території військового призначення; обмеження діяльності на приаеродромній території; комплекс кліматичних, інженерно-геологічних та гідрологічних умов району будівництва; природне та антропогенне ландшафтне оточення; рівень шуму; безпека; типи та кількість повітряних операцій; види повітряних суден, їх технічні характеристики та особливості експлуатації; зв’язки з країнами ЄС і НАТО та суспільно-політичний контекст. В умовах війни та обмежених ресурсів держави для ведення масштабного будівництва основною стратегією розвитку військово-повітряної бази є її здатність до швидкої адаптації (без втрати ефективності) для захисту від ворожих атак, що передбачає: розташування протиракетних артилерійських та мінометних систем, зенітної артилерії, систем РЕБ, винищувачів-перехоплювачів; використання властивостей ділянки (дисперсне розташування будівель з нерегулярністю у вирішенні генплану), архітектурно-містобудівних заходів (маскування авіабази під населений пункт, інтеграція транспортної системи об’єкту з сусіднім населеним пунктом, вибір колористики будівель) та конструктивних прийомів (часткове або повне заглиблення будівель в існуючий рельєф, будівництво ангарів з укріплених конструкцій, розташування командних пунктів, складів боєприпасів та палива під землею або в природніх печерах та тунелях). Врахування цих особливостей забезпечує ефективність комплексу у довгостроковій перспективі.

Результатом дослідження є формування теоретичної функціональної моделі військово-повітряної бази як комплексу, що поєднує військовий аеродром, транспортну інфраструктуру і розвинені суміжний та громадський блоки, передбачає реалізацію систем активного й пасивного захисту й маскування і призначений як для базування, ремонту повітряних суден військової авіації, розміщення матеріальних і технічних засобів, забезпечення бойових дій, так і комплексної підготовки, тренування й комфортного проживання пілотів та іншого персоналу, що сукупно сприятиме вирішенню завдань оборонного характеру та укріпленню військової спроможності України.

Паращук Л.Я., канд. техн. наук, доц.
Одосій Л.І., канд. хім. наук, доц.
НАСВ

ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ КАМУФЛЯЖІВ ЯК ЗАСОБІВ МАСКУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК (СИЛ)

З розвитком засобів розвідки та ураження, оснащених інфрачервоними (ІЧ) сенсорами, маскування живої сили набуло нового змісту. Якщо раніше основна увага приділялася візуальному камуфляжу, то нині пріоритетом стає зменшення теплового сліду людини – основного джерела

виявлення в нічний час і за умов обмеженої видимості. Тепловізори, встановлені на безпілотниках, оптичних прицілах та спостережних станціях, виявляють навіть найменші теплові аномалії, що робить бійця легкою мішенню. У відповідь на це ведуться активні розробки в галузі ІЧ-маскування, які охоплюють широкий спектр технологій – від вдосконаленого одягу до застосування наноматеріалів.

Провідним напрямом є створення спеціалізованого одягу, здатного знижувати або розсіювати теплове випромінювання тіла. Зокрема, ІЧ-накидки нового покоління виготовляються з багатошарових матеріалів із вбудованими теплоізолюючими та відбиваючими прошарками. Серед них – тканини з графеновим покриттям, алюмінізовані структури, а також синтетичні матеріали з нанодомішками, що ефективно відбивають ІЧ-випромінювання у довкілля. Такі засоби здатні значно знизити ймовірність виявлення людини в тепловізорі, особливо в умовах обмеженого часу спостереження. Окрему увагу привертають прототипи одягу з елементами активного охолодження, які можуть функціонувати на базі акумуляторів або хімічних реакцій, хоча їх використання поки обмежене через складність та енергозатратність.

Доповненням до персонального маскування є маскувальні комплекти нового покоління – мобільні укриття, тенти й сітки, призначені для швидкого розгортання на місцях зосередження або відпочинку особового складу. Вони виготовляються з тканин, які не лише приховують силует, а й мають спеціальні ІЧ-екрани – матеріали, що поглинають або розсіюють тепло. Такі комплекти можуть ефективно знижувати контраст теплового фону навколишнього середовища, роблячи бійця невидимим на екранах ворожих тепловізорів.

Ще одним елементом сучасної системи протидії є ІЧ-обманки – пристрої, які імітують теплове випромінювання людини або групи осіб. До таких засобів належать теплові манекени, нагріті об'єкти або переносні генератори тепла, що створюють фальшиві сигнали для ворожої розвідки. Їх ефективність особливо висока під час підготовки до бойових дій, коли важливо дезорієнтувати противника щодо реального розташування підрозділів.

Не менш важливим є вдосконалення стаціонарних укриттів та інженерних споруд. Сучасні бліндажі, спостережні пункти та інші позиції обладнуються внутрішнім теплоізоляційним шаром, що не дозволяє теплу проникати на поверхню. Такий підхід забезпечує збереження температурного фону місцевості, ускладнюючи виявлення навіть за допомогою високочутливих тепловізійних систем.

Значну перспективу в майбутньому відкривають розробки в галузі нанотехнологій та метаматеріалів. Деякі зразки експериментальних тканин здатні змінювати свої властивості залежно від температури довкілля, зменшуючи або змінюючи тепловий контраст. Відомі розробки з використанням матеріалів на основі фазових змін, які можуть накопичувати або віддавати тепло, адаптуючись до змін кліматичних умов. Ці технології наразі перебувають на стадії лабораторного тестування, однак потенційно здатні радикально змінити підходи до інфрачервоного маскування.

Таким чином, сучасне ІЧ-маскування живої сили – це не лише набір пасивних засобів, а комплексна система, що об’єднує інженерні рішення, інноваційні матеріали, тактичні прийоми та бойовий досвід. У контексті війни високих технологій перевага все частіше визначається не лише точністю вогню, а й здатністю залишатися невидимим для ворога – особливо в спектрі, який не бачить людське око.

Плинокос Д.Д., канд. екон. наук, доц.
Івженко І.В.
ДНДІ ВС ОВТ

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Одним з варіантів побудови інженерних безпілотних комплексів (далі − ІБК) для гуманітарного розмінування є використання електродвигунів для приводу рушія, а для приводу робочого інструменту використовується двигун внутрішнього згоряння. При випробуваннях ІБК, які побудовані за таким принципом, для визначення часу автономної роботи необхідно проводити випробування як

запасу ходу, так і часу роботи робочого інструменту від двигуна внутрішнього згоряння. Оцінку запасу ходу та часу роботи робочого інструменту слід проводити у найбільш важких умовах. Наприклад, на важких ґрунтах, які визначені в документації на зразок, та при роботі на максимальне заглиблення робочого інструменту. При цьому здійснюється підвищене споживання електричної енергії для руху та палива щодо роботи робочого інструменту. При інших варіантах побудови ІБК, відмінних від наведеного, слід враховувати особливості побудови зразків при їх випробуваннях.

Побудова ІБК з дистанційним керуванням передбачає передачу даних по каналах керування, телеметрії та відеозв'язку між носієм на оператором. Оцінка системи дистанційного управління є одним з видів випробувань ІБК. Серед інших складових є визначення дальності дії за наявності перешкод, яка визначається відповідно до функціонального призначення та узгоджується із замовником. Особливість оцінки даного випробування полягає в тому, що необхідно визначити, які перешкоди можуть знаходитись між носієм та оператором. Це пов'язано з тим, що перешкоди, в залежності від матеріалів, що входять до складу цих перешкод, можуть впливати на канали передачі даних.

Оскільки ІБК для гуманітарного розмінування не призначені для використання в бойових умовах, тому вони можуть не потребувати перевірки на стійкість до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Однак якщо це вказано в технічній документації або вимозі заявника сертифікації, тоді необхідно оцінити їхню здатність функціонувати під впливом РЕБ та врахувати ці фактори під час підготовки програм та методик випробувань та сертифікації таких комплексів.

Також особливістю випробувань ІБК для засобів гуманітарного розмінування, які не передбачають присутності оператора в кабіні, включають декілька аспектів, а саме, вимоги до безпеки операторів механізованих засобів розмінування та механізованих засобів обробки (підготовки) ґрунту для проведення операцій з розмінування. Безпека операторів даних комплексів визначається порядком проведення операцій розмінування, які визначаються стандартними операційними процедурами та іншими нормативними документами. Основними складовими забезпечення безпеки оператора є відстань до комплексу, перебування оператора в захищених умовах, а також екіпірування оператора. Таким чином, при проєктуванні ІБК для гуманітарного розмінування основним питанням окрім виконання безпосередніх функцій за призначенням є врахування безпеки оператора та забезпечення безперебійного зв'язку між оператором та ІБК.

Отже, побудова ІБК може включати різні модифікації та варіанти технічного виконання виробу. Основними критеріями для побудови ІБК для розмінування є його функціональність та ефективність, живучість, забезпечення каналу безперебійного зв'язку та безпека оператора.

Радзіковський С.А.
Павельчук В.Л.
НАСВ

ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

В умовах повномасштабної війни, розв'язаної російською федерацією проти України 24 лютого 2022 року, на думку фахівців імітаційне моделювання (далі – ІМ) є потужним інструментом: в усьому світі його використовують для підготовки командирів і штабів до дій під час планування та ведення бойових дій (бою). Використання систем ІМ дає змогу посадовим особам органів управління у реальному масштабі часу набути навиків із виконання процедур управління військовими частинами і підрозділами у бойовій обстановці, а в разі потреби – із коригування прийнятого рішення.

Використання комп'ютерів і тренажерів сприяє удосконаленню процесу підготовки військ (сил): зростають інтенсивність бойового навчання та пропускна здатність навчальної матеріально-технічної бази (далі – НМТБ); підвищується ефективність двосторонніх навчань, на яких вибирають імовірного противника із застосуванням тренажерів і комп'ютерів; привносяться елементи реалізму в підготовку командирів та офіцерів штабів; покращується якість підготовки офіцерів, які навчаються швидко приймати правильні рішення.

У збройних силах НАТО використовують такі класи моделей (за видом модельованих об'єктів і ступенем участі людини у моделюванні):

1. Натуральні (Live Simulation) – ті, хто навчається, безпосередньо керують реальними об'єктами. Моделі цього класу забезпечують візуалізацію об'єкта, яким керують (танка, гармати, літака тощо), включаючи його вигляд у різних проєкціях у відомій обстановці або застосування реальних систем озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) під час підготовки військ (бойових стрільб, водіння, тактичних навчань).

2. Віртуальні (Virtual Simulation) – ті, хто навчається, безпосередньо керують віртуальними об'єктами. Це основний клас моделей, покладених в основу тренажерів ОВТ. Системи цього класу можуть бути застосовані у процесі прийняття рішень.

3. Конструктивне моделювання (Constructive Modelor Simulation) – ті, хто навчається, за допомогою комп'ютерної програми керують віртуальними об'єктами. У моделях цього класу імітується поведінка програмно-керованих віртуальних об'єктів (одиниць ОВТ, військових формувань). Роль людини полягає у визначенні вихідних даних. Кінцевий результат досягається встановленим алгоритмом роботи комп'ютерної програми.

Основними напрямами розвитку ІМ у підготовці військових фахівців можна вважати: поєднання за допомогою ресурсів розподіленого моделювання тренажерів тактичного та оперативно-тактичного рівня; моделювання бойових дій (бою) з метою обґрунтування прийнятих рішень у ході управління підрозділами і зброєю під час підготовки та ведення бойових дій; використання тренажерів (реальних, віртуальних, конструктивних) як для індивідуальної підготовки військовослужбовців, так і для підготовки та злагодження тактичних підрозділів нижчої ланки (обслуги, екіпажу, групи, відділення, взводу).

Таким чином, підготовка військових фахівців і підрозділів із використанням ресурсів ІМ дає змогу визначити способи забезпечення ефективної роботи органів управління в умовах ведення бойових дій, якщо раніше посадові особи такі функціональні обов'язки не виконували. ІМ є одним із основних інструментів, за допомогою якого військовослужбовці, військові формування набувають (підтримують) спроможностей для виконання завдань за призначенням.

Рибачук О.І., канд. техн. наук, доц.
ХНУПС

ОБІЗНАНІСТЬ У КОСМІЧНОМУ ДОМЕНІ ЯК ЧИННИК, ЩО ВПЛИВАЄ НА ЖИВУЧІСТЬ ВІЙСЬК

Аналіз чинників, що впливають на живучість військ, показує, що при розробці пропозицій щодо підвищення живучості слід зосереджувати увагу на впровадженні організаційно-технічних заходів, спрямованих на збільшення часу і зменшення імовірності виявлення противником озброєння, військової техніки та елементів бойового порядку військового формування, а також на збільшення часу пошуку цілей для завдання авіаційних або ракетних ударів по позиційних районах. Отже, живучість військ значною мірою залежить від розвідувальних спроможностей противника. У воєнних конфліктах останніх десятиріч розвідувальні дані добуваються здебільшого технічними засобами розвідки різного типу та базування. Практично єдиною ефективною альтернативою для ведення розвідки на стратегічній глибині є технічні засоби розвідки космічного базування, які включають засоби видової оптико-електронної та радіолокаційної розвідки, а також засоби радіо- та радіо-технічної розвідки. З досвіду ведення операцій (бойових дій) Збройними Силами України та іншими складовими Сил безпеки й оборони в ході відбиття збройної агресії російської федерації стало очевидним, що застосування сучасних космічних систем розвідки суттєво покращує ефективність ураження цілей на великих відстанях від лінії бойового зіткнення. Вважається, що в сучасних умовах для протидії космічній розвідці противника й тим самим покращення живучості військ необхідно здійснювати всі можливі заходи пасивної космічної оборони, такі як своєчасне попередження командирів та штабів військових формувань про прольоти космічних апаратів розвідки, маскування, скритне пересування, введення в оману, радіомовчання, а також маневрування та розосередження.

Згідно з сучасними поглядами провідних фахівців НАТО ефективність будь-яких дій та заходів космічної оборони залежить у першу чергу від рівня обізнаності у космічному домені (ОКД), яка забезпечує розуміння поточного стану і динаміки змін оперативної космічної обстановки і є результатом доповнення космічної ситуаційної обізнаності даними моніторингу космічних об'єктів та розвідувальними даними, отриманими в інших доменах. ОКД досягається за рахунок вирішення ряду завдань: моніторингу дій противника, союзних та нейтральних сил; аналізу та прогнозування оперативної обстановки у космічному домені; оцінювання небезпеки, інших ймовірних загроз та вразливостей, які так чи інакше пов'язані з космічним доменом. ОКД реалізується через інформаційну систему забезпечення ОКД, що складається з підсистем моніторингу, аналізу, прогнозування оперативної космічної обстановки й підсистеми підтримки прийняття рішень.

Існуюча на даний час інформаційна система забезпечення ОКД не дозволяє командиру тактичного рівня вчасно отримувати дані про оперативну космічну обстановку у вигляді, зручному для прийняття обґрунтованих рішень на застосування відповідних заходів пасивної космічної оборони з метою покращення живучості військ. Тому пропонується у складі інформаційної системи забезпечення ОКД передбачити додаткові спеціалізовані програмні засоби, що здійснюють в автоматичному режимі безперервне оцінювання ймовірності виявлення та правильного розпізнавання засобами космічної розвідки противника зразків озброєння, військової техніки, особового складу та елементів бойового порядку підрозділу, а також визначення прогнозованих показників живучості з одночасним відображенням результатів у зручній для прийняття рішення командиром формі.

Романчук Я.П., канд. фіз.-мат. наук, с.н.с.
НАСВ

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ДАЛЬНОСТІ ПОЛЬОТУ ДИМОВОЇ ГРАНАТИ

Завдання зі зниження помітності військового озброєння, техніки та інших військових об’єктів за умов російсько-Української війни стали особливо актуальними у зв’язку з використанням ворогом повітряної розвідки та високоточної зброї (ВТЗ). Для протидії технічним засобам розвідки, наприклад, БпЛА, а також наведенню високоточних засобів ураження широко використовують маскувальні аерозолі (дими) та аерозольно-дисперсні системи (АДС). Зменшення помітності військ і об’єктів здійснюється шляхом постановки аерозольних (димових) завіс і екранів. Аерозолі та АДС використовують для підвищення ефективності проведення військових операцій внаслідок кращого маскування, значного погіршення чи унеможливлення виявлення цілей ворогом, зниження інформації про візуальну, теплову та радіолокаційну помітність об’єктів за наявності електромагнітного випромінювання (створення ефекту хибної цілі). Комплекс перелічених заходів захисту військ (сил) підвищує їхнє приховування від розвідки противника, дозволяє знизити втрати особового складу та військової техніки в ході бойових дій.

У доповіді запропонована методика розв’язування задачі про визначення дальності польоту димової гранати 3Д6 безпілотної роботизованої платформи для дистанційного створення димових завіс на основі уніфікованої системи «902». Математична модель задачі з урахуванням лінійної залежності сили опору середовища від швидкості руху гранати складається з двох лінійних диференціальних рівнянь другого порядку зі змінними коефіцієнтами стосовно переміщень та відповідних початкових умов. Шляхом розділення змінних у рівняннях, їх інтегрування та задоволення початкових умов одержані аналітичні залежності для дальності та максимальної висоти польоту гранати. Загальний час польоту гранати обчислювався як сума двох доданків: часу підйому гранати до максимальної висоти (вертикальна швидкість рівна нулю) і часу опускання (висота дорівнює нулю).

На основі одержаних розв’язків для заданих коефіцієнтів опору повітряного середовища і технічних характеристик гранат були обчислені максимальні дальності польоту димової гранати 3Д6 і шведської димової гранати SMOKE 469 C, які показали задовільну кореляцію з експериментальними даними.

Встановлено, що опір повітря істотно впливає на дальність польоту димової гранати: вона летить коротший час, досягає меншої висоти, парабола руху несиметрична, а кут падіння більший, порівняно з кутом пострілу.

При проєктуванні та виготовленні пускових роботизованих платформ для дистанційної постановки димових завіс потрібно враховувати встановлені закономірності, щоб покращити обтічність димових гранат і зменшити коефіцієнт опору повітря.

Основною тенденцією розвитку даних систем є збільшення їх швидкодії та постановка на більшу віддаль аерозольної завіси, що прикриває від ударів ВТЗ противника з будь-яких напрямків. Ці засоби стають важливою складовою автоматизованих комплексів оптико-електронного придушення, що розроблюються для маскування не тільки бойових машин, а й живої сили.

Збройна агресія російської федерації проти України вимагає впровадження нових інноваційних підходів для вирішення актуальних завдань розробки сучасних українських димових сумішей і новітніх засобів їх доставки на поле бою.

Пропонується розширити створення нових або модернізувати існуючі компактні аерозольні установки, забезпечити їх інтеграцію у систему автоматизованого та дистанційного управління димопуском з використанням мобільних роботизованих систем (платформ).

Рощин В.О.
Аборін В.М.
НАСВ

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАКЕТІВ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ

Правильне поводження з вибухонебезпечними предметами (далі – ВНП) – надзвичайно актуальне питання на сьогоднішній час, адже Україна займає перше місце в світі з кількістю загиблих у результаті підривів на мінах та інших ВНП. А за оцінками різних міжнародних організацій та Головного управління протимінної діяльності та екологічної безпеки МО України, територія нашої держави є однією з найбільш забруднених ВНП у світі.

Знатися на мінах тепер мають не лише фахівці-сапери, але й пересічні громадяни в обсязі вимог положень заходів з мінної безпеки (далі - МБ).

Як показує досвід проведення занять в ході навчального процесу з вивчення матеріальної частини інженерних боєприпасів (далі - ІБ) та МБ, теоретичні знання можуть бути надані та закріплені в процесі показу електронних моделей макетів ІБ. Проте така візуалізація предмета навчання, більшою мірою сприяє вивченню алгоритму взаємодії вузлів та механізмів зразків боєприпасів під час їх використання та приведення в дію в ході застосування. Водночас електронна модель ІБ не надає повного уявлення щодо їх розмірів, вагових характеристик, можливостей роботи з ними. Тобто, набуті теоретичні знання повинні бути закріплені в ході практичних занять за визначеною тематикою для різних категорій тих, хто навчається, що значно підвищить ефективність їх підготовки.

Вважлива роль при проведенні таких занять відводиться наявності якісної навчально-матеріальної бази, складовою якої мають бути працездатні зразки макетів ІБ та комплектуючих до них. Ті, що навчаються, при ознайомленні з призначенням та будовою ІБ, порядком їх застосування, основними способами встановлення ВНП, заходами безпеки при їх використанні та знешкодженні повинні фізично "відчути" такий боєприпас.

Навчальні макети мін є одним із основних інструментів, що дозволяють візуалізувати точний вигляд ІБ, а при дотриманні габаритно-вагових характеристик та комплектації ті, що навчаються, мають змогу отримати остаточне уявлення щодо його будови, ваги, геометричних параметрів та порядку роботи з ними, що є важливим у ході проведення практичних занять та тренувань. Зразки макетів навчальних ІБ за призначенням можуть бути у вигляді: муляжів, розрізних, повногабаритних зразків та навчально-імітаційних моделей.

Потреба Збройних Сил України та інших військових формувань Сил оборони України в макетах, що дають можливість вивчати ІБ як власного виробництва так і виробництва колишнього радянського союзу (запасів), та тих, що надходять у вигляді військової допомоги від партнерів, тільки зростає Питання удосконалення. збільшення виготовлення та придбання макетів є актуальним, адже на цей час в Україні явно недостатньо зразків навчальних макетів ІБ, які б за своїм призначенням та характеристиками відповідали вимогам сьогодення.

Оскільки вимоги до основних характеристик макетів (габаритно-вагових моделей) інженерних мін значною мірою збігаються з вимогами, що ставляться до їх бойових аналогів, то удосконалення макетів може і повинно здійснюватися, за напрямками розвитку бойових ІБ.

У той же час доцільно на макетах (навчально-імітаційних моделях) ІБ додатково передбачати встановлення індикаторів, які сигналізуватимуть про виконання певних операцій при переведенні таких зразків у бойове (безпечне) положення та сповіщатимуть (візуалізуватимуть) щодо порушень та неправильних дій в алгоритмах роботи з певними моделями ІБ.

Перспективним також може бути розроблення інтерактивних моделей, які дозволяють тим, хто навчається, індивідуально працювати з макетами ІБ на ПЕОМ, в тестовому режимі опрацьовувати алгоритм приведення їх в різні положення бойової готовності та можливості взаємодіяти з різними системами оперативного (бойового) управління,

Отже, розвиток такого напряму потребує не тільки відпрацювання проєктів загальних вимог, підготовки технічних та тактико-технічних завдань та виділення коштів на розроблення і виготовлення значної кількості навчальних макетів ІБ підприємствами військово-промислового комплексу та інших форм власності підприємств України.

Руснак В.М., канд. військ. наук, доц.
Харченко О.Л.
ДНДІ ВС ОВТ

ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПЕРВИННИХ (МОБІЛЬНИХ) УКРИТТІВ

Первинне (мобільне) укриття (далі – ПМУ) – це технічний виріб, у тому числі блок-модульного типу, призначений для короткострокового (до 4 год.) захисту населення на місцевості шляхом зменшення непрямої дії звичайних засобів ураження під час воєнних (бойових) дій. ПМУ монтується чи виготовляється з дотриманням вимог національних стандартів та/або технічних регламентів, що заявлені у документі про відповідність. На даний час єдиним національним стандартом для захисних споруд цивільного захисту модульного типу є ДСТУ 9195:2022. Тому виготовлення ПМУ наразі регулюється ним.

Оцінка відповідності ПМУ вимогам цього стандарту здійснюється згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 26 травня 2023 р. № 535 “Про затвердження Технічного регламенту засобів цивільного захисту” шляхом оцінки відповідності призначеним в установленому законодавством порядку органом сертифікації.

Сертифікація ПМУ гарантує користувачу відповідність продукції високим стандартам якості і безпеки та формує надійний фундамент використання захисних споруд для збереження життя особового складу.

В Україні на теперішній час виробництво та розширення можливостей захисних споруд, у тому числі і ПМУ, як правило, ведеться самими виробниками за їх власної ініціативи з “цивільним” поглядом на цю проблему без чіткого розуміння повного переліку функцій та завдань даних споруд, доцільності використання та конструкційних особливостей ПМУ.

Цивільні підприємства, при створенні різнопланових ПМУ не повною мірою враховують специфіку їх виконання та вимоги національних стандартів. Під час вибору компонувальних рішень і параметрів зразків ПМУ виробники часто спираються на власний невійськовий досвід або використовують принципи побудови існуючих зразків захисних фортифікаційних споруд.

ПМУ проєктують та виготовляють із залізобетону, сталебетону, металевих та інших матеріалів, які здатні забезпечити дотримання встановлених вимог вищеперерахованих нормативних документів, у тому числі нормативних захисних властивостей виробу, готового до використання. Забезпечення нормативних захисних властивостей ПМУ в пріоритеті повинно здійснюватися шляхом застосування багатошарових конструкцій для зменшення надмірного тиску всередині споруди. Використання інноваційних матеріалів і технологій підвищують захисні властивості споруд, які мають входити до комплекту постачання. Спеціальні конструкції та обладнання, інші елементи ПМУ мають забезпечувати можливість їх монтування виробником у готовий до використання технічний виріб, без проведення процесу будівництва.

ПМУ, у тому числі ті, що складаються з окремих блок-модулів, мають забезпечувати зменшення впливу від прогнозованих небезпечних чинників (факторів) непрямої дії під час застосування звичайних засобів ураження, а саме: до дії надмірного тиску повітряної ударної хвилі значенням не менше ніж 100 кПа; на пробиття (проникнення) уламками засобів звичайного ураження, а також на утворення вторинної фрагментації (сколювання бетону на внутрішній поверхні) ПМУ. Визначення показників безпеки, місткості і стійкості конструктивних елементів ПМУ, що забезпечують зменшення впливу від прогнозованих небезпечних чинників (факторів) непрямої дії під час застосування звичайних засобів ураження, до впливу вибухової хвилі, здійснюється за результатами натурних випробувань.

Саврун Б.Є.
НАСВ

ФОРТИФІКАЦІЙНІ ОБОРОННІ УКРІПЛЕННЯ – ОСНОВА СТІЙКОСТІ ОБОРОНИ

Фортифікаційні оборонні укріплення довели свою необхідність в умовах сучасної російсько-Української війни. За умов переваги агресора в авіації, техніці, артилерії та живій силі заздалегідь підготовлені оборонні рубежі – обов’язкова умова, яка дає можливість стримати армію агресора. І в нас уже є частково успішний приклад такого стримування. Одна з причин того, чому росіяни досі не можуть захопити Донбас, наявність там українських оборонних споруд. При цьому успішне виконання завдань фортифікаційного обладнання позицій і рубежів оборони досягається, у тому числі, і вмілим використанням засобів інженерного озброєння підрозділів інженерних військ та постійною тісною організацією взаємодії із військовими адміністраціями з питань захисту об’єктів критичної інфраструктури шляхом встановлення додаткових фортифікаційних споруд та обладнання і збільшення кількості мобільних вогневих груп протиповітряної оборони. Слід завжди пам’ятати, що від фортифікаційних споруд безпосередньо залежать життя особового складу. Як показує досвід, фортифікаційне обладнання позицій та оборонних рубежів (якість їх обладнання та повнота, ступінь захисту від засобів ураження противника), а разом з тим, і виникаючі проблемні питання напряму залежать від конкретних умов обстановки.

На сьогодні проблеми фортифікаційного обладнання першої лінії оборони (лінії бойового зіткнення) пов’язані з неможливістю застосування важкої (великогабаритної) інженерної техніки; неможливістю безпечного використання логістичних ліній матеріально-технічного забезпечення та постійним вогневим впливом противника. Перспективними шляхами реалізації улаштування фортифікаційних споруд різного призначення на лінії бойового зіткнення є: застосування малогабаритних землерийних роботизованих комплексів; використання елементів модульних фортифікаційних споруд з невеликими масо-габаритними показниками для забезпечення їх переміщення на першу (ЛБЗ) лінію оборони одним-двома військовослужбовцями; можливість облаштування фортифікаційних споруд без залучення техніки. Проблеми та шляхи вирішення улаштування фортифікаційних споруд другої та третьої ліній оборони: великі демаскуючі ознаки районів обладнання фортифікаційних споруд; велика помітність великогабаритної інженерної техніки для розвідувальних БпЛА противника; відсутність захисту інженерної техніки від засобів ураження противника. Шляхи вирішення: необхідність забезпечення підрозділів, що залучаються, до фортифікаційного обладнання другої та третьої ліній оборони модульними збірно-розбірними

конструкціями для захисту особового складу і ведення вогню; потреба облаштуванні легкобронюваним захистом інженерну техніку від БпЛА та FPV-дронів; прикриття районів виконання робіт з фортифікаційного обладнання засобами РЕБ; забезпечення інженерної техніки індивідуальними засобами РЕБ; глибину профілів траншей, ходів сполучення та входів до фортифікаційних споруд доцільно збільшити до 2 метрів і обладнати антидроновим захистом; вздовж траншей та ходів сполучення створювати розпірні перемички з колод (балок) на відстані до 1 метра (з метою зміцнення стійкості конструкцій, запобігання обсипанню ґрунту та створення можливості перекриття з маскувальних і антидронових сіток). На всіх напрямках фронту триває будівництво оборонних рубежів і споруд. Військовослужбовці інженерних військ Сил підтримки ЗС України практично безупинно копають траншеї, окопи, протитанкові рови, будують бліндажі та обладнують інші фортифікації для забезпечення успішного виконання бойових завдань частинами та підрозділами у визначених зонах відповідальності, забезпечення надійних захист та безпеку нашим воїнам.

Саврун Б.Є.
Цицик М.В.
НАСВ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК

Набутий досвід підрозділами інженерної підтримки на полі бою викриває проблеми та труднощі, які доводиться долати частинам і підрозділам при виконанні завдань інженерної підтримки застарілими ЗІО. Великогабаритна інженерна техніка легко виявляється розвідувальними БпЛА противника і стає пріоритетною ціллю для ворога. Аналіз існуючого парку ЗІО (без врахування наданого країнами – партнерами) показує на їх застарілість та великі терміни експлуатації: 95% – в експлуатації більше 15 років; до 5% – новітні та модернізовані в експлуатації менше 15 років, із них нові менше 15 років лише 0,5%. До факторів, що знижують ефективність виконання завдань інженерної підтримки військ із застосуванням автономних ЗІО, можна віднести: недостатню кількість ЗІО, що виконують завдання в автономному режимі; недостатню кількість інженерних боєприпасів, разом з тим і тих, які встановлюються дистанційно; моральну застарілість та критичний термін експлуатації існуючих зразків ЗІО; недостатню кількість вантажних автомобілів, броньованих автомобілів та автомобілів типу “пікап” підвищеної прохідності для забезпечення виконання завдань інженерної підтримки військ; низький рівень організації взаємодії між загальновійськовими та інженерними підрозділами при виконанні завдань інженерної підтримки. Зважаючи на критичні терміни експлуатації наявних ЗІО, гостро постає питання у забезпеченні військ новими зразками інженерної техніки на шасі колісних та гусеничних машин вітчизняного виробництва, а також у розробці, проєктуванні і серійному випуску новітніх автономних багатофункціональних машин інженерного озброєння із змінним робочим обладнанням, відповідними системами протикульового (осколкового), противибухового захисту. Слід зазначити, що на сьогодні існуючий парк ЗІО не дозволяє у повному обсязі забезпечувати виконання завдань інженерної підтримки військ та адекватно реагувати на виклики і зміни, що відбуваються на полі бою. Тому, необхідно впроваджувати нові технологічні підходи, що будуть розширювати спектр тактичного застосування прийнятих на озброєння АС ЗІО та покращувати їх тактичні і технічні характеристики, а саме: керування безпілотними наземними інженерними комплексами (можливість руху) на відстань понад 1 км без ретранслятора; збільшення заряду акумулятора для виконання тривалого завдання інженерної підтримки (доїзд до першого рубежу оборони та виконання завдань перед переднім краєм оборони) і повернення; розширення спектра можливостей використання безпілотних наземних комплексів з колісною базою (при навантаженні для руху на піщаних, болотяних, інших слабких ґрунтах та високій рослинності);

підвищення захисту від засобів РЕБ противника. Слід зазначити, що набутий досвід інноваційних технологій за напрямом інженерної підтримки показав основні проблемні питання на шляху розвитку та покращення визначених завдань, а саме: велику кількість виробників однотипних

інженерних безпілотних систем, що призвело до збільшення витрат на їх експлуатацію, обслуговування та ремонт, навчання персоналу тощо; велика кількість виробників інженерних боєприпасів та електронних компонентів до інноваційних ЗІО (плат ініціації боєприпасів, систем керування, спостереження, навігації та захисту); завищена виробниками вартість розроблених (запропонованих) інноваційних проєктів ЗІО; відсутність уніфікації інноваційних ЗІО; низька якість інженерних боєприпасів та їх компонентів військового виробництва. З метою підвищення ефективності виконання завдань інженерної підтримки військ, підвищення живучості особового складу інженерних підрозділів необхідне якнайшвидше впровадження новітніх технологій шляхом широкого застосування АС ЗІО.

Сидорчук О.Л., канд. техн. наук, доц.
Залевський В.Й.
ЖВІ імені С.П. Корольова

ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ПОМІТНОСТІ ЇХ АНТЕННИХ СИСТЕМ

Досвід сучасних бойових дій свідчить про зростання значущості радіоелектронної розвідки (РЕР), радіоелектронної боротьби (РЕБ) та протиповітряної оборони (ППО). Застосування засобів РЕР і РЕБ забезпечує своєчасне виявлення та протидію системам радіолокаційної розвідки повітряного базування (літаків, вертольотів і безпілотних літальних апаратів). Разом з тим технічні засоби РЕР, РЕБ та ППО є основними цілями, що виявляються засобами повітряної радіолокаційної розвідки противника та можуть бути уражені в першу чергу. Тому в умовах бойового застосування противником авіації з бортовими радіолокаційними системами (БРЛС) необхідним є зменшення радіолокаційної помітності наземних сил і засобів, що налаштовані на розвідку в діапазоні частот повітряних БРЛС.

Значний внесок у радіолокаційну помітність зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) здійснюють їх антенні системи. Найбільш проблемним завданням є зменшення електромагнітного поля, перевипроміненого дзеркальними антенами з рупорним опромінювачем, який знаходиться у фокусі антенної системи та істотно впливає на її загальну ефективну поверхню розсіювання (ЕПР). Саме зменшення ЕПР призводить до збільшення дальності виявлення цілей, зменшення їх радіолокаційної помітності, а отже, й до підвищення розвідзахищеності та живучості. У доповіді пропонуються спроби впровадження нових, захищених патентами на винахід, конструктивних рішень, які дозволять зменшити радіолокаційну помітність таких антенних систем. Для вирішення поставленого завдання пропонується два варіанти, запатентованих автором, опромінювачів дзеркальних антен ОВТ.

Перший варіант це малогабаритна рупорна антена колової поляризації з конусоподібним поглиначем вищих гармонік (патент на винахід № 96661 від 13.07.2011). На відміну від прототипів запропонована конструкція має діелектричний конус з поглинаючими канавками, прикріплений до поглинаючої пластини. Експеримент показав, що завдяки введенню додаткового хвилеводного навантаження, у вигляді конуса з поглинаючими канавками, зменшується рівень відбитої хвилі, що призводить до зменшення ЕПР антени. Нова антена має фазуючу трапецієподібну діелектричну пластину, яка окрім утворення колової поляризації поліпшує узгодження хвилеводу з довгими неоднорідними гантелеподібними щілинами. Така антена працює в широкій смузі частот (більше 35%), має добре узгодження двох неоднорідних гантелеподібних щілин з відрізком квадратного хвилеводу і малу ЕПР. Експериментальні дослідження запропонованої антени у діапазоні 8–12 ГГц довели, що її ЕПР було зменшено на 12 дБ, коефіцієнт стоячої хвилі за навантаженням становив 1,25–1,3, а втрати 0,5–0,7 дБ.

Другий варіант – це рупорна антена зі зменшеною ЕПР від кромок (патент № 97037 від 26.12.2011). Проведено експериментальні дослідження запропонованої конструкції антени у діапазоні 8–12,5 ГГц. Вимірювання показали, що у порівнянні з прототипом, ЕПР нової конструкції в області головної пелюстки діаграми розсіювання було знижено з 20 дБ до 12 дБ.

Результати експерименту нових конструкцій довели, що найбільш ефективними щодо зниження радіолокаційної помітності антен є способи, пов’язані зі зменшенням коефіцієнта стоячої хвилі у колі навантаження та зниженням рівня бічних пелюсток діаграм їх зворотного розсіювання. Отже, доцільно замінити штатні опромінювачі дзеркальних антен на нові, описані вище. Це дозволить зменшити ЕПР зразка ОВТ в цілому, а отже, підвищити - його живучість

Сокульська Н.Б., канд. фіз.-мат. наук, доц.
Кмін В.Ф.
НАСВ
Кмін В.О.
НУВРП

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІНЖЕНЕРНИХ (ФОРТИФІКАЦІЙНИХ) СПОРУД

З метою забезпечення безпеки особового складу та збереження боєздатності на позиціях і в районах розташування військ використовуються різні типи захисних споруд. Класифікація цих споруд базується на ступені їх захисних характеристик, починаючи від відкритих і перекритих щілин і закінчуючи бліндажами та сховищами. Стійкість фортифікаційних споруд досягається рівномірною конструкцією основного приміщення та входу в спорудах закритого типу, наявністю захисної товщі над спорудою або бруствера навколо споруди, захисту отворів, прорізів від проникнення ударної хвилі, хімічних, бактеріологічних та отруйних речовин. Польові фортифікаційні споруди розраховуються на ударну дію снарядів, мінометних мін, авіабомб (вибух снаряда до 155 мм на відстані 1,6 м від споруди), фугасну дію снарядів, мін, авіабомб. Польові фортифікаційні споруди в залежності від конструкції витримують розрахунковий тиск у фронті ударної хвилі від 0,5 до 2,0 кгс/см. Захисна товща має наступне призначення: послабити дію ударної хвилі вибуху; не допускати проникнення снаряда, міни, авіабомб в звичайному спорядженні до споруди та послабити дію їх вибуху; забезпечити захист від горючих сумішей, а також від хімічних, бактеріальних та радіоактивних засобів ураження. Типові захисні товщі приймаються для перекриття щілин – до 90 см, бліндажів – до 110 см, сховищ – до 190 см. Для зменшення глибини проникнення снаряда (міни, авіабомби) в ґрунтову товщу закритих споруд може вводитись твердий прошарок – тюф'як, який виготовляється з каменю, збірного залізобетону, сталевого прокату, колод зменшенням міцності перешкод та кутів зустрічі з ними.

Аналізуючи способи розрахунків різних дій (таких, як проникнення, пробивання, проникнення в шарове середовище, рикошет, визначення параметрів ураження цілей фугасними боєприпасами) снарядів, мін та авіабомб та їх ударної дій при розв’язуванні задачі на знаходження товщини подушки з кам’яної кладки на цементному розчині проти бетонопробивного снаряду 155-мм гаубиці отримуємо, що її мінімальне значення має становити 1,35 метра, проти 152-мм снаряда 1,42м. Товщина ж лісоматеріалу для обох типів снарядів має становити близько 3 метрів. Для перевірки захисних конструкцій закритих фортифікаційних споруд на дію ударної хвилі розрахункове навантаження на основу сховища з колод, встановлених впритул, становить 237 кг/см2.

Таким чином, при спорудженні сучасних фортифікаційних конструкцій варто шукати нові рішення для розв’язання проблемних моментів, але з врахуванням обмеженості усіх ресурсів, в т.ч. часових. Закриті фортифікаційні споруди, вочевидь, володіють кращими характеристиками з точки зору збереження живучості особового складу, військової техніки та інших ресурсів. Споруди польового типу потребують або глибокого вкопування, або нашарування захисних конструкцій. Причому крім насипів з каменю чи твердих порід для останніх споруд проміжним шаром має бути своєрідне армування: або шар металопрокату (металеві труби, арматура, рейки, тощо), або металеві сітки, адже вони значно зменшують кількість осколків при відколі всередині приміщення. Якщо порівнювати плити без армування, з одиничним верхнім та нижнім армуванням (відносно дії вибуху) та з подвійним армуванням бетонної плити характерним є відкол тильної поверхні бетону. Зважаючи на це, доцільно припустити, що зв’язування армуючих шарів між собою (поперечна арматура) може привести до зростання його цілісності при дії вибухового навантаження.

Стаднічук О.М., канд. хім. наук
Каршень А.М.
Ліщинський О.Ю.
НАСВ

РОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ

Особливість війн початку XXI століття – використання безпілотних систем та роботизованих комплексів для виконання різних завдань, зокрема, кібербезпеки, розвідки (розвідувальні операції), дистанційного керування бойовими діями, мінування, наведення артилерії та ударних комплексів, медичної підтримки, евакуації, логістичного забезпечення позицій, гуманітарної допомоги тощо. Не є винятком і російсько-Українська війна, де малі роботизовані комплекси суттєво знижують ризики для особового складу як в зоні бойових дій, так і на звільнених територіях.

Умови ведення російсько-Української війни вказують на важливість якісного виконання заходів з підвищення забезпечення мобільності та живучості інженерними підрозділами, зокрема інженерної розвідки, що дозволяє військам (підрозділам) оперативно маневрувати і своєчасно реагувати на зміну бойової обстановки.

Фахово проводити інженерну розвідку можна за допомогою безпілотних літальних та наземних малих роботизованих комплексів, що входять до роботизованої системи рою. Ройова роботизована система складається з кількох автономних комплексів (наземних та повітряних), з обмеженими індивідуальними можливостями, але з можливістю адаптуватися до динамічного середовища, тобто реагувати на непередбачувані виклики або перешкоди. Наприклад, виявлення завалів на дорозі чи фортифікаційних споруд передбачає їхнє додаткове обстеження. Зміна кількості комплексів (залежно від напрямку і поставленого завдання можливе введення додаткових одиниць, наприклад, для виявлення хімічного, біологічного чи радіаційного зараження, проведення часткової деконтамінації чи картографування небезпечних зон) не повинно порушувати загальну систему. Принцип ройової роботи – спільна співпраця між собою, колективний інтелект і виконання завдань через децентралізований контроль і координацію.

До складу такої ройової роботизованої системи мають входити:

- безпілотні літальні комплекси призначені для спостереження та картографування (наприклад, при виявленні завалів, забруднених територій чи предметів схожих на міни). Отримана інформація в режимі реального часу передається на серверний центр для узагальнення та прийняття наступного рішення від «керівника» рою. Такі комплекси повинні бути облаштовані як камерами високої роздільності, так і різними датчиками (наприклад, тепловізорами, магнітометрами, дозиметрами тощо);
- малі роботизовані комплекси, що складаються з невеликих наземних роботів, розділених за видами діяльності. Наприклад, кілька машин, оснащених датчиками для виявлення та ідентифікації забруднень чи наявності мін для колективного картографування, або для обстеження та розчищення завалів чи проведення примітивної деконтамінації.

Ройове проведення інженерної розвідки за допомогою малих роботизованих комплексів має свої переваги: зокрема, можливість працювати паралельно і ефективно обстежувати великі території; проявляти емерджентну колективну поведінку; самоорганізація та взаємозаміна; оснащеність різними датчиками та способами зондування, що дозволяє зібрати детальну всебічну інформацію про місцевість.

Стельмах П.О.
Кучер М.В.
НАСВ

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Модернізація освітлювальних електростанцій у Збройних Силах України – крок до енергонезалежності та бойової ефективності. Одним із ключових елементів тилового та оперативного

забезпечення є освітлювальні електростанції, що використовуються для підсвічування позицій, евакуаційних шляхів, ремонтних майданчиків, командних пунктів, польових шпиталів та забезпечують стабільне електроживлення в польових умовах та на місцях дислокації Сил оборони.

Для Збройних Сил України модернізація цих систем є не лише технічною потребою, а й стратегічною вимогою часу. Більшість наявних освітлювальних установок були розроблені ще за радянських стандартів. Вони мають високе енергоспоживання, низький коефіцієнт корисної дії та створюють значний шум і теплове випромінювання, що підвищує ризик виявлення позицій противником на значних відстанях. Модернізація таких електростанцій передбачає встановлення генераторів, гібридних джерел енергії (сонячні батареї + акумулятори), а також систем дистанційного моніторингу та керування через мобільні додатки, що дозволяють реалії сьогодення. Такі технології не лише знижують енергозатрати та підвищують мобільність військових підрозділів, але й сприяють цифровізації армії - тобто переходу до принципово нового рівня логістики, комунікацій та управління ресурсами. Крім того модернізація включає створення більш компактних і мобільних рішень, адаптованих до умов фронту від безпілотного керування до можливості швидкого розгортання в польових умовах.

Таким чином, модернізація освітлювальних електростанцій – це не лише оновлення техніки, а й стратегічний внесок у стійкість, мобільність і високотехнологічність ЗСУ, що наближає перемогу України на полі бою.

Таран І.А., канд. техн. наук, доц.
Шить О.О.
ХНУПС

РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ПОВІТРЯНИМ ПРОСТОРОМ

У багатьох прикладних задачах необхідно раціонально розміщувати об’єкти в межах заданого району для виконання певних завдань. Це стосується засобів розвідки, радіоелектронної боротьби (РЕБ), зв’язку тощо. В існуючих методиках і програмних продуктах, як правило, засоби розміщуються вручну, після чого деяким чином оцінюється ефективність створеного угруповання. Існують підходи щодо автоматизованого розміщення таких засобів. Наприклад, розроблено математичний апарат і методику раціонального розміщення засобів з круговими зонами дії. Станції розміщуються виходячи з умови обмеження заданого значення максимальної дальності дії та за умови мінімізації кількості станцій при повному покритті їх зонами дії заданого району. В цьому випадку зона дії кожної станції 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. Так, при визначенні зон дії засобів спостереження за повітряним простором чи засобів РЕБ необхідно враховувати рельєф місцевості. І, якщо розмістити вручну один засіб так, щоб забезпечити максимальний розмір зони дії, можливо із застосуванням існуючих методик і програмних продуктів, завдання раціонального розміщення угруповання засобів залишається складною задачею.

Розроблена методика визначення раціонального розташування засобів спостереження за повітряним простором. В якості критерію оптимальності обране відношення сумарної площі зони дії угруповання станцій спостереження до площі заданого району місцевості. Зона дії засобів спостереження розраховується з урахуванням рельєфу місцевості з використанням топографічної цифрової моделі висот Землі у форматі hgt-файлів. 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. Для визначення раціонального розташування засобів спостереження використовувався генетичний алгоритм. Отримані результати показали можливість застосування запропонованого підходу для раціонального розташування як засобів спостереження за повітряним простором, так і інших засобів з некруговою зоною дії.

Убайдуллаєв Ю.Н., канд. техн. наук, проф.
КВП НАУ
Ясько В.А., канд. військ. наук, доц.
ХНУПС

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Інженерна техніка відіграє ключову роль у забезпеченні мобільності та живучості військ. Від можливостей засобів інженерного озброєння (ЗІО) залежить успіх бойових операцій.

Головною метою подальшого розвитку ЗІО є підтримка їх на сучасному технічному рівні, що дозволяє ефективно вирішувати завдання інженерної підтримки бойової діяльності видів та родів військ (спеціальних військ) Збройних Сил України у мирний та воєнний час. При визначенні вигляду системи ЗІО, що розробляється, повинні враховуватися: сучасні погляди на характер потенційно можливих воєн і збройних конфліктів; вимоги, що висуваються в сучасних умовах до інженерної підтримки бойових дій; досвід застосування інженерних засобів, накопичений у збройних конфліктах останніх років; існуючий рівень укомплектованості військ ЗІО, їх технічний стан та запаси; співвідношення можливостей (своїх та інших армій) щодо виконання інженерних завдань та заходів, а також міжнародні обмеження в галузі озброєнь та військової техніки.

На теперішній час у військовій справі визначено низку першочергових проблем, які безпосередньо пов’язані з інженерною підтримкою бойових дій.

Одним із найбільш ефективних способів підвищення живучості військ та об’єктів під час ведення бойових дій із сильним противником є застосування засобів фортифікаційного захисту та технічних засобів маскування.

При створенні нових технічних засобів маскування ключовою проблемою є розробка перспективних засобів приховування та імітації, що забезпечать виконання двоєдиного завдання – маскування та захисту озброєння, військової техніки та об’єктів від комплексу сучасних засобів фото-, оптико-електронної та радіолокаційної розвідок та систем наведення високоточної зброї.

На теперішній час особлива роль приділяється робототехніці для забезпечення національної безпеки та оборони. Збройні сили, оснащені перспективними типами і зразками робототехнічних комплексів завтрашнього дня, володітимуть незаперечною інтелектуально-технологічною перевагою над противником. При цьому слід зазначити, що роботизація іноземних наземних ЗІО для вирішення завдань інженерної підтримки бойових дій ведеться за такими основними напрямами: створення уніфікованих комплектів (модулів) апаратури дистанційного управління для встановлення на штатні зразки ЗІО з метою їхнього безекіпажного застосування; розробка спеціалізованих робототехнічних комплексів.

Як відомо, в Україні проведено випробування 70 різних моделей наземних роботизованих комплексів (НРК), виготовлених 50 компаніями ВПК країни.

Таким чином, на сучасному етапі розвитку ЗІО в інженерних військах Збройних Сил України накопичено достатній науковий та практичний потенціал не лише для подальшого розвитку ЗІО, а й для розвитку робототехнічних засобів інженерного озброєння з якісно новими параметрами та функціональними можливостями, що дозволяє суттєво підвищити ефективність інженерної підтримки бойових дій.

Фтемов Ю.О., канд. техн. наук, с.н.с.
НАСВ

ВПЛИВ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ЖИВУЧІСТЬ ВІЙСЬК (СИЛ)

Інтеграція безпілотних технологій за останні роки кардинально змінила характер ведення бойових дій. Сьогодні безпілотні системи, особливо у контексті війни в Україні, відіграють вирішальну роль у досягненні оперативних цілей – від контролю над територіями до знищення ворожих підрозділів і техніки.

За даними представників силових структур України, до 85% втрат живої сили та озброєння противника припадає саме на бойові дрони. Джерела російської федерації фактично підтверджують ці цифри, повідомляючи, що понад 75% поранень були спричинені скиданням боєприпасів або влучанням дронів. Це підкреслює не лише високу ефективність таких систем, а й їхній вплив на тактику наступу й оборони.

Безпілотники фактично змінили уявлення про традиційну оборону. Замість суцільних ліній рубежів дедалі частіше використовуються мобільні опорні пункти та позиції, які забезпечують гнучкість і маневреність, знижуючи вразливість до атак.

Фортифікація як наука набула нового значення та потребує негайного перегляду положень чинних керівних документів (статутів, настанов тощо) з урахуванням набутого бойового досвіду. Її ефективність дедалі більше асоціюється з поверненням до так званої "підземної війни". Відкриті фортифікаційні споруди більше не забезпечують необхідного рівня безпеки – натомість актуальними стають глибокі підземні ходи (до 2,5 м), бетоновані укриття з багаторівневим (2–3) захистом, приховані ходи ("нори"), інженерні антидронові засоби (заслони), димові завіси та інші комплексні заходи. Типові бліндажі без додаткового захисту та маскування легко виявляються та знищуються навіть FPV-дронами.

Завдяки мобільності й здатності проникати в глибокий тил дрони значно ускладнюють організацію та безпеку постачання на всіх етапах логістичного ланцюга. На відстанях до 5 км від лінії бойового зіткнення ефективно уражується техніка й особовий склад, а загальна ефективність логістики може знижуватись до 60–70%. Зона 5–15 км використовується для дестабілізації постачання та створення умов тривалого блокування, що може призводити до значних втрат – ефективність доставки у цій зоні знижується на 40–50%. У діапазоні 15–40 км дрони здатні перерізати ключові шляхи постачання, виявляти та уражати об’єкти у глибині.

Застосування дронів з оптоволоконним управлінням, яке стало поширеним останнім часом, забезпечує високоточне керування та дозволяє проводити атаки на значні відстані – до 40 км і більше. Такі системи практично не піддаються впливу засобів радіоелектронної боротьби.

Протидія включає широкий спектр заходів: маскування, переміщення вночі або під природними укриттями (зокрема в лісових масивах), використання техніки, оснащеної засобами протидії дронам. Піхота дедалі частіше переміщується на бронетехніці зі спеціальними захисними укриттями. Обидві сторони також застосовують так звані "тунелі" з сіток (маскувальних, рибальських тощо), якими перекривають дороги – цей метод уперше був застосований російськими військами поблизу міста Бахмут, а згодом його адаптували Сили оборони України на ключових напрямках. Втім, такі заходи не гарантують повного захисту і не є універсальним вирішенням проблеми.

Отже, комплексний вплив безпілотних систем на живучість військ (сил), з урахуванням їхньої здатності ефективно діяти на різних оперативних і тактичних відстанях, обумовлює не лише зміну підходів до ведення бойових дій, а й формування нової концепції сучасної війни.

Хом’як К.М.
Ларіонов В.В.
НАСВ

АЕРОЗОЛЬНЕ МАСКУВАННЯ – СУЧАСНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ

Одним із завдань радіаційного, хімічного, біологічного захисту підрозділів для загальновійськового командира є маскування дій підрозділів та об’єктів із застосуванням аерозолів. Основною метою цього заходу є зниження ефективності наземної та повітряно-космічної розвідки противника та його засобів ураження. Фізичною основою маскування об’єктів є послаблення його випромінюючих властивостей, яке досягається погіршенням умов розповсюдження електромагнітної енергії між об'єктом і приймачем (датчиком) засобів розвідки й наведення зброї.

Аналізуючи інформацію про виконання цього завдання та використання технічних засобів аерозольного маскування в ході російсько-Української війни, робимо висновок, що завдання аерозольного маскування використовується в основному для введення противника в оману (хибні

аерозольні завіси) та власне маскування об’єктів та підрозділів, і осліплення противника та його засобів ураження.

Проте війна не є статичною, вона постійно змінюється, зазнає змін і поле бою. Потребують зміни і тактичні прийоми, і технічні засоби. Що це означає? З початком широкомасштабного вторгнення противника та на протягом першого року, в основному, аерозолі та дими використовувалися для введення противника в оману (з боку противника вважалось, що наявність інтенсивного та великого аерозольного утворення свідчить про наявність чи маневр сил та засобів тому, як правило, здійснювалось ураження в район аерозолеутворення), виявлення його артилерійських розрахунків та систем і, відповідно, їх ураження. Введення та збільшення використання безпілотних літальних апаратів вносить свої корективи і в аерозольне маскування зокрема. Технічні засоби аерозольного маскування на основі нашатирно-антраценової чи металхлоридної суміші в основному здатні ефективно перекривати візуальний спектр спостереження. Це і використовувалось та мало відчутний ефект, проте інтенсивне використання БпЛА із технічними засобами ведення розвідки не лише у візуальному, а і у інфрачервоному спектрі спостереження почали зменшувати ефективність маскування. Противник вже бездумно не веде вогонь в дим, підмічено що інколи, навіть при інтенсивному хибному аерозолеутворенні, він розуміє, що проводяться заходи введення його в оману. Особливо це стає помітним при наявності в момент аерозолеутворення в повітрі засобів розвідки противника типу "крило" із системами спостереження різних довжин хвиль.

Одним із можливих напрямів протидії цим системам розвідки може стати створення активної аерозольної завіси, тобто аерозольного утворення, що буде перекривати не лише візуальний, але й інфрачервоний (радіолокаційний) спектр спостереження. Ця завіса повинна мати значно вищу температуру ніж температура середовища, у цьому випадку вона буде здатна "засвічувати" засоби тепловізійної розвідки.

Аналізуючи цю ситуацію з іншого боку, противник теж доволі обмежений в кількості багатоканальних систем розвідки, тому аерозольне маскування не втрачає свою ефективність та здатність зменшувати втрати особового складу та техніки в сучасній війні. Грамотне використання аерозолів та димів ще раз доводить своє гідне місце на полі бою, проте, для підвищення своєї ефективності, як практично будь-яка система, потребує постійного вдосконалення та оновлення.

Хохленко О.В.
Іваничко В.В.
ЦДСП

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ) НА ПОЛІ БОЮ

В ході російсько-Української війни було виявлено, що розроблена радянським союзом інженерна техніка не відповідає умовам сучасного поля бою. Існуюча техніка для розмінування стала уразливою та не може повною мірою виконати визначені для неї завдання за призначенням. Саме тому Українському війську для виконання завдань стало необхідним знайти нові сучасні шляхи вирішення цієї проблеми, щоб протистояти сильнішому противнику. Завдання інженерної підтримки, такі як розмінування та пророоблення проходів, є одним з найбільш небезпечних бойових завдань для військовослужбовців і екіпажів інженерної техніки, а виконання таких завдань безпілотними системами стає першочерговим.

Для безпечного, швидкого та якісного проведення робіт з очищення територій, забруднених вибухонебезпечними предметами, необхідно розробляти та застосовувати роботизовані комплекси. До складу таких комплексів мають входити: пульт керування; наземна роботизована платформа (БпЛА); пристрій для знищення вибухонебезпечних предметів.

Враховуючи реалії сучасної війни, перспективами для розвитку інженерних безпілотних систем може бути: зменшення габаритних розмірів, які роблять техніку уразливою та дорогою до засобів повітряного ураження противника; розподіл завдань інженерної розвідки та розмінування на різні зразки техніки зі спеціалізованими функціональними можливостями, в тому числі і на БпЛА;

залучення для виконання завдань із прорублення проходів та розмінування більшої кількості одиниць техніки та застосування технологій рою і з використанням штучного інтелекту; застосування новітніх технологій виявлення вибухонебезпечних предметів таких як мультиспектральні камери, георадари, тепловізори та інші засоби для отримання первинної інформації; розробка програмного забезпечення стосовно виявлення та ідентифікації вибухонебезпечних предметів; розробка та забезпечення необхідними боєприпасами, вибуховими речовинами та засобами підриву або підривниками, перегляд політики використання платформ розмінування, тобто рухомі платформи безпілотних наземних комплексів розмінування треба сприймати як витратні матеріали, такі як FPV-дрони чи боєприпаси. На ділянках місцевості, де постійно противником здійснюється дистанційне мінування в тилах інженерна розвідка та розмінування буде безперервним, в цей процес повинні бути включені не тільки саперні, а і загальновійськові підрозділи, забезпечені відповідною технікою.

Увагу слід звернути також на розвиток роботизованих комплексів для мінування місцевості, що суттєво збільшить обороноспроможність позицій та зменшить втрати особового складу під час виконання бойових завдань із нарощення вибухових інженерних загороджень. Ці роботизовані комплекси повинні мати систему встановлення інженерних боєприпасів, систему орієнтування на місцевості для точної фіксації місця розташування таких видів загороджень, що у свою чергу зробить простою процедуру реєстрації мінно-вибухових загороджень та заповнення відповідної облікової документації. Також даного роду системи мають мати базу яка забезпечить максимальну прохідність у різних видах місцевості, а також систему перешкодостійкості, що забезпечить належний захист від систем радіоелектронної боротьби противника.

Таким чином для виконання завдань інженерної підтримки та для здобуття переваги над ворогом треба мати найновіше, якісне та високотехнологічне озброєння. Для цього необхідно наростити власне виробництво інженерних безпілотних систем та інженерних боєприпасів до них. Використання цих систем дасть змогу максимально виключити небезпеку ураження особового складу інженерних підрозділів замінивши саперів для виконання завдань інженерної підтримки безпілотною роботизованою технікою та в загальному досягти значного просування в розвитку як наступальних можливостей підрозділів, так і їх дій в обороні.

Цибуля С.А., канд. техн. наук, ст. досл.
Галаган В.І., канд. військ. наук, доц.
Третяк Н.М.
НУОУ

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МАСКУВАННЯ

Постачання засобів маскування (далі – ЗМ) до Сил оборони України (далі – СОУ) передбачає необхідність попереднього випробування зазначених засобів. Одними з ключових характеристик ЗМ є їх оптичні властивості, які безпосередньо залежать від маскувального малюнку (далі – ММ). Випробування ММ є важливою частиною процесу тестування ЗМ.

Традиційно такі випробування проводяться на полігонах із залученням значної кількості експертів-спостерігачів. Під час польових випробувань застосовуються такі методи, як спектральні вимірювання, статичні спостереження та оцінювання у контексті тактичних дій підрозділів. Проте натурні випробування супроводжуються низкою об’єктивних та суб’єктивних похибок, пов’язаних із впливом змінних чинників навколишнього середовища (пора року, погодні умови, час доби, інтенсивність освітлення тощо), що ускладнює відтворення ідентичних візуальних умов у повторних експериментах та знижує достовірність і репрезентативність отриманих результатів.

Застосування інформаційних технологій дозволяє мінімізувати вплив вищезазначених чинників. Один із таких підходів полягає у створенні цифрових фото- та відеоматеріалів місцевості із заздалегідь розміщеними на ній ЗМ за певними алгоритмами. Завдяки цьому забезпечується можливість збору значних обсягів даних із різноманітних ландшафтних умов з одночасним контролем ключових параметрів сцени (відстань до об’єкта, кут огляду, фон, рівень яскравості тощо).

Отримані матеріали демонструються спостерігачам у лабораторних умовах на моніторах комп'ютерів для здійснення оцінювання ефективності ММ за визначеними критеріями. Такий підхід підвищує оперативність та об'єктивність оцінювання, забезпечує залучення широкого кола фахівців без необхідності їхньої фізичної присутності на полігонах, а також сприяє уніфікації та стандартизації процесу оцінювання. Додатково, для мінімізації суб'єктивного фактора в оцінюваннях можуть бути застосовані методи фіксації фізіологічних реакцій спостерігачів, зокрема технології відстеження руху очей.

Одним з інноваційних напрямів є створення візуальних симуляцій (фото- та відео), шляхом комп'ютерного генерування ландшафтів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення World Machine, Terragen тощо). Це дозволяє формувати стандартизовані сцени, включно із можливістю використання зображення реальної місцевості, на яких розміщуються зображення ЗМ, як існуючих, так і перспективних. Такий підхід дозволяє моделювати різноманітні географічні та кліматичні умови, а також оцінювати ефективність ММ в динамічному середовищі (відеосимуляція).

Окремої уваги заслуговує інтеграція технологій штучного інтелекту у процес випробувань. Використання алгоритмів комп'ютерного зору, зокрема на основі глибоких нейронних мереж, забезпечує автоматизацію процесу виявлення ЗМ на місцевості. Це істотно підвищує об'єктивність оцінювання та може забезпечити додаткову верифікацію результатів, отриманих візуальними методами.

З огляду на наявні потреби СОУ в ефективних ЗМ, існує нагальна необхідність розроблення науково-обґрунтованих методик випробувань ЗМ у різних кліматичних, географічних та оперативно-тактичних умовах.

Шеремет І.А.
Іваненко В.О.
Лисий О.О., канд. техн. наук
ДНДІ ВС ОВТ

ПРОВЕДЕННЯ ПОПЕРЕДНІХ (ДОСЛІДНИХ) ВИПРОБУВАНЬ АНТИТЕПЛОВІЗІЙНИХ КОСТЮМІВ "РІПЕР" І "ТІНЬ"

Під час російсько-Української війни набули значущості заходи маскування військ (сил) та особистого маскування військовослужбовців, а відповідальні підрозділи отримали нові засоби та можливості, що вплинули на тактику їх застосування.

Маскування є невід'ємною частиною бойової діяльності всіх родів військ у будь-якому вигляді бою, тому військова хитрість полягає в тому, щоб уміло приховати справжній стан справ у себе і ввести ворога в оману, видавши неправдиве за дійсне, змусивши його прийняти неправильне, завідомо вигідне нам рішення. Велику роль у цьому відіграє швидкість і спритність дій особового складу підрозділів.

Існує два основних види маскування: природне і штучне. Природне маскування передбачає пристосування до місцевості: використання маскувальних властивостей, умов освітлення, природних явищ, що обмежує видимість і знижує можливість спостереження ворогом. Штучне маскування досягається технічними засобами і полягає у застосуванні матеріалів – підручних і промислового виготовлення. Залежно від масштабів заходів маскування, що проводяться, маскування поділяється на тактичне (військове), оперативне і стратегічне.

Об'єктами попередніх, дослідних випробувань є:

Антитепловізійний костюм "Ріпер" та Антитепловізійний костюм "Тінь", виготовлені за технічними умовами, які призначені для маскування від тепловізійних та інфрачервоних засобів розвідки, на рослинному та зимовому фонах, у температурному діапазоні від мінус 35 °С до плюс 50 °С. Актуальність досліджень сьогодення – маскування особового складу військ, маскування автомобільної і важкої бронетехніки та генератора з двигунами внутрішнього згоряння в інфрачервоному діапазоні вдень та вночі, і об'єктів.

Фізичні основи маскування включають питання, пов'язанні з можливістю розпізнавання об'єктів на основі існуючого контрасту між ними та оточуючими предметами та явищами.

При візуальному спостережені та фотографуванні виявити об'єкт дозволяє контраст за кольором, розмірами, формою та тінню; засобами радіолокаційного спостереження встановити наявність об'єкта на цьому фоні дозволяє контраст, який пов'язаний з різною здатністю відбивання радіохвиль; звукометричними приладами можливе виявлення за звуковим контрастом; засоби теплопеленгації дозволяють виявляти об'єкта за допомогою контрасту теплових випромінювань. Успішне вирішення завдань маскування залежить від знань теорії, яка дозволяє правильно оцінити фізичні закономірності, що використовуються розвідувальними засобами противника. Засоби розвідки, які базуються на використанні інфрачервоних променів, вперше з'явились у військах держав, що вели бойові дії під час Другої світової війни.

Вже перше застосування цих засобів сухопутними військами та авіацією показало їх ефективність для вирішення тактичних задач. Тому, в післявоєнний період роботи, в галузі військового застосування, інфрачервоних приладів були широко розгорнуті у всіх країнах.

Воно відіграє значну роль в успішному виконанні завдань за призначенням та під час ведення бойових дій. Якісне проведення випробувань сприяє ухваленню обґрунтованих рішень виготовлення зразків та взяття на озброєння.

Ющук А.М.
Ломов А.О.
Кирильчук В.Ю.
НАСВ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ СИЛ ПІДТРИМКИ

Досвід російсько-Української війни показав, що ведення сучасних бойових дій вимагає переосмислення та суттєвого оновлення підходів до забезпечення підрозділів Сил оборони України. Ситуація на лінії бойового зіткнення характеризується надзвичайно високим рівнем насиченості засобами аеророзвідки та ураження, серед яких як і радіокеровані FPV-дрони, так і системи на оптоволоконному управлінні. Це унеможливлює безпечне виконання інженерних, логістичних та евакуаційних завдань традиційними методами.

Відповіддю на ці виклики повинна стати розробка та впровадження штатних інженерних безпілотних систем, що здатні виконувати широкий спектр задач: доставка та встановлення інженерних боєприпасів, невибухових загороджень (зокрема «Єгоза», МЗП); логістична підтримка (підвіз БК, провізії, води); евакуація поранених з передової.

Особливу увагу при розробці інженерних безпілотних систем слід приділяти їх здатності діяти в умовах активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Сучасні реалії ведення бойових дій свідчать про широке використання ворожих систем глушіння радіосигналів, що значно ускладнює або унеможливлює управління безпілотними платформами в режимі реального часу. У зв'язку з цим доцільним є створення автономних наземних роботизованих платформ, які здатні функціонувати за попередньо заданими маршрутами без постійного радіозв'язку з оператором. Такі маршрути повинні бути заздалегідь розвідані, підготовлені та обладнані засобами навігації або навіть елементами фізичного орієнтування в просторі.

Крім того, важливим напрямом є уніфікація технічної бази інженерних безпілотних систем: використання модульної конструкції, яка дозволяє легко замінювати або оновлювати окремі елементи, забезпечуючи можливість швидкої модернізації відповідно до зміни тактичної ситуації або наявних технологічних засобів. Такий підхід суттєво спрощує ремонт і технічне обслуговування у польових умовах. Окремо варто зазначити потенціал використання оптоволоконного управління з фізичним захистом кабелю від механічних ушкоджень або переривання — зокрема, шляхом прокладання захищених каналів вздовж безпечних маршрутів або тимчасових укриттів.

Проблемою залишається відсутність централізованого підходу до налагодження виробництва, створення єдиної платформи технічного обслуговування та системи підготовки персоналу для експлуатації таких систем. Запровадження штатних безпілотних інженерних систем у структурі підрозділів не лише суттєво зменшить кількість втрат серед особового складу внаслідок зменшення потреби у фізичній присутності на небезпечних напрямках, але й підвищить оперативність виконання завдань в умовах високого ризику, що напряму впливатиме на ефективність та живучість бойових частин у зоні бойових дій.

Системний підхід до розвитку інженерних безпілотних систем з урахуванням бойового досвіду, уніфікації платформ та передбачення можливих сценаріїв бойових дій дозволить суттєво підвищити ефективність та безпеку дій Сил підтримки. У найближчій перспективі це може стати ключовим чинником у збереженні бойової спроможності підрозділів, особливо в умовах динамічного розвитку засобів ураження противника.

Яремчук А.В.
НАСВ

ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИЙ ЗАСІБ З МІННИМ ТРАЛОМ

Досвід війни росії проти України свідчить про активне використання противником мінно-вибухових загороджень (МВЗ), що обумовлено їх високою ефективністю за відносно низьких часових і фінансових витрат.

Противник встановлює МВЗ із використанням різних типів мін і підривних зарядів, використовуючи загороджувачі, дистанційні системи мінування та ручне встановлення. Це призводить до втрат особового складу, техніки та суттєво сповільнює наступальні дії підрозділів Сил оборони.

Активне використання противником ударних БПЛА, а також інших засобів ураження ускладнюють процес розмінування із застосуванням екіпажних машин розгородження, кількість яких у підрозділах Сил оборони є недостатньою. Застосування цих машин, а також ручного способу розмінування також характеризуються високою ймовірністю ураження особового складу, техніки.

Обставини, що склалися обумовлюють нагальну потребу пошуку шляхів зменшення втрат особового складу та підвищення ефективності вирішення завдань розмінування місцевості.

Одним з шляхів вирішення зазначеної проблеми є застосування безпілотних наземних систем, зокрема наземних роботизованих комплексів (НРК).

Наявні в Україні інженерні НРК, що призначені для виконання завдань розмінування, в основному здатні успішно виконувати завдання гуманітарного розмінування. Застосування таких засобів в умовах безпосереднього зіткнення з противником під час виконання завдань так званого бойового розмінування є не доцільним через високу ймовірність їх виявлення та ураження.

З метою розроблення НРК для вирішення завдань бойового розмінування проведено відповідні дослідження, за результатами яких пропонується дистанційно керований засіб з мінним тралом для пророоблення проходів у протипіхотних мінних полях.

Призначенням НРК, що пропонується, є рух перед піхотними (штурмовими) підрозділами під час ведення наступальних або штурмових дій. Скритність НРК забезпечується невеликими габаритними розмірами НРК, використанням в якості силової установки акумуляторних батарей.

НРК має гусеничний рушій, що забезпечує його високу прохідність.

За результатами проведених розрахунків визначено вагові показники та геометричні розміри коткового робочого органу з урахуванням характеристик протипіхотних мін, що застосовуються противником.

Основними принципами проєктування запропонованого дистанційно-керованого засобу є невисока вартість та масове виробництво, висока прохідність, скритність, багаторазовість використання.

Практична реалізація запропонованих принципів проєктування та технічного рішення дозволить зменшити втрати особового складу під час виконання завдань з пророоблення проходів у МВЗ противника.

У разі реалізації виробництва запропонований дистанційно керований засіб з мінним тралом може застосовуватись інженерними, механізованими, танковими підрозділами Збройних Сил України.

Білик А.С., канд. техн. наук, доц.
Науково-дослідна лабораторія НДІ воєнної розвідки
Кашуба Я.М., д-р екон. наук, проф.
НАСВ

ОГЛЯД ЗАСОБІВ І МЕТОДІВ ПРОТИДІЇ ДРОНАМ ІЗ КЕРУВАННЯМ НА ОПТОВОЛОКНІ

Дрони-камікадзе із керуванням на оптоволокні (далі – ДКО) є черговим етапом технологічного розвитку систем ураження під час війни в Україні. У 2025 році даний засіб все активніше використовується завдяки непомітності до РЕР, стійкості до РЕБ та незалежності від радіовидимості та радіообрію, якості зв'язку і точності на кінцевій ділянці. Відтоді актуальними є розробка комплексних заходів протидії ДКО. Для дослідження використаємо системний аналіз. ДКО як виріб має наступні укрупнені складові декомпозиції: котушка із оптоволокном, бойова частина, електроніка, несучі гвинти, камера оптичного / інфрачервоного діапазону. Система «дрон із керуванням на оптоволокні» як процес має наступні складові декомпозиції. До запуску: виробництво компонентів, збирання, транспортування, складування ДКО; тренування, проживання, переміщення операторів, розгортання перед запуском. Після запуску: оператор дрона (на землі, може бути замаскований, в укритті), оптоволокно скінченної довжини (на землі, в повітрі), ДКО в повітрі (котушка із оптоволокном, бойова частина, електроніка, несучі гвинти, камера оптичного / інфрачервоного діапазону).

Слабкими сторонами ДКО як засобу ОВТ є обмежені маневреність, динаміка, дальність і висота (через загрозу розриву оптоволокна), уразливість оптоволокна до багатьох чинників. Ланцюг ураження цілі має наступні відомі складові: виявлення цілі, супроводження цілі, прицілювання, здійснення нападу на ціль, ураження цілі. З огляду на властивості ДКО, можливі тільки наступні методи їх виявлення: оптичний, тепловий, акустичний та радарний. Основними проблемами виявлення ДКО є: розпізнавання дронів на складному фоні дерев, кущів; виявлення «свій-чужий»; невелика практична дальність виявлення, низька теплова емісія від дронів, низька ЕПР дронів, низька гучність двигунів із гвинтами. Нижче розглянемо методи протидії ДКО до і після запуску, а також методи захисту від них.

Методи протидії ДКО до їх запуску. Застосовність - Принцип дії - Переваги:

- Ураження місць виробництв компонентів ДКО та їх збирання у рф, санкції проти країн постачальників, перехоплюючі контракти на постачання закордонних компонентів тощо - знищення виробничих потужностей, перешкоджання постачанню ключових компонентів - при ураженні заводів на території рф по суті зникає проблема ДКО; власне оптоволокно рф не виробляє;
- ураження засобів і шляхів транспортування і місць складування ДКО - порушення логістики противника - ураження ДКО у місцях їх складування дозволяє знищити одразу велику їх кількість;
- ураження місць тренування, проживання, шляхів переміщення операторів ДКО - забезпечення відсутності у противника кваліфікованого особового складу - нестача кваліфікованих операторів обмежує і знижує ефективність застосування ДКО;
- ураження місць розгортання ДКО перед запуском - попередження виконання противником бойових завдань із застосуванням ДКО - Місця запуску знаходяться поблизу ЛБЗ, ураження одночасно зменшує кількість операторів ДКО.

Методи протидії ДКО після їх запуску. Застосовність - Принцип дії - Переваги:

- ураження оператора ДКО під час його роботи - превентивне знищення укриттів, зменшення бойових спроможностей противника - унеможливлює виконання противником завдання, під час роботи оператору складно уникнути ураження;
- ураження оптоволокна на землі - переривання – механічне (перерізання, закручування) або температурне (перепалення нагрітим стержнем або відкритим вогнем. Застосовується рухома (наземний, повітряний дрон) або стаціонарна система - знищення оптоволокна гарантовано обриває зв'язок з оператором і веде до невлучання дрона у ціль;
- ураження оптоволокна в повітрі - виявлення оптоволокна в повітрі можливе тільки візуально або з підсвіткою лазером. Переривання – механічне (перерізання), або температурне (перепалення

нагрітим стержнем або відкритим вогнем) можливе із застосуванням стаціонарних систем, розміщених на висоті (розтяжка, стержень на опорах, на деревах тощо) або на БпЛА - знищення оптоволокна гарантовано обриває зв'язок з оператором і веде до невлучання дрона у ціль;

- ураження дрона в повітрі – мінісистеми ППО (автоматизовані ЗРК із мініракетами, міні-кулемети, дробовики 12-калібру з відстрілом шрапнелі, кніппелів на кевларових нитках, сіток, системи оснащені вогнеметами тощо - можливо встановлення на рухомі ОВТ, на БпЛА, переносні автономні системи.

Методи захисту від ДКО після їх запуску. Застосовність - Принцип дії - Активні переваги:

- часта зміна позицій - зменшує ефективність розвідки противника, змушує відправляти дрони впусту - ДКО не знайшовши цілі за попередньою інформацією, в більшості випадків, не зможе повернутися через брак довжини оптоволокна;
- розосередження - деконцентрація підрозділів збільшує складність виявлення цілей противником - менша імовірність, менші наслідки ураження;
- димові завіси - Генерація диму, що забезпечує маскування у оптичному, тепловому діапазонах - нівелює переваги ДКО, дезоріентує противника;
- методи захисту від ДКО після їх запуску. Застосовність - Принцип дії - Пасивні переваги:
- введення противника в оману - використання макетів, хибних позицій тощо - змушує витрачати противника дрони за нецільовим призначенням;
- маскування - спотворення вигляду ОВТ в оптичному, тепловому діапазонах - підходить як для рухомих ОВТ, так і для змінних, стаціонарних позицій, споруд, відносна доступність;
- динамічний захист - відкидання ДКО при ініціації його БЧ зустрічною вибуховою хвилею - підходить для рухомих ОВТ, відносна доступність;
- інженерні локальні засоби захисту - посилені решітчасті сталеві екрани, сітки кільцевого та іншого плетіння, бронелисти - передчасна детонація БЧ ДКО, зміна кута кумулятивного струменя, розрив електричного ланцюга між п'єзоелектричним датчиком підриву та підривачем у БЧ - підходить для рухомих ОВТ, але які мають власний первинний бронезахист (або його слід забезпечити);
- фортифікаційні елементи захисту - габіони, земленосні мішки, металеві і комбіновані елементи - зміна кута кумулятивного струменя, сприйняття вибухової ударної хвилі, затримання уламків - підходить для змінних і стаціонарних позицій, відносна доступність;
- сітчасті полотна із металевих і пластикових сіток - перехоплення ДКО без ініціації БЧ, передчасна детонація БЧ ДКО - можливий натяг над дорогами, підйом на аероостатах, дронах тощо.

Відтоді як більшість описаних засобів перебувають у тій чи іншій стадії розробки та тестування, на наш погляд значну увагу слід приділити пасивним, а саме інженерним засобам протидії ДКО. Такий досвід вже є успішним при протидії іншим дронам-камікадзе, зокрема Ланцет та Shahed 136/Герань 2 кодифікованим МО України виробом "Захисний екран/легка сітка "RingGuard" з натяжним каркасом".

В подальшому проблема протидії ДКО потребує комплексного вирішення шляхом як вдосконалення пасивних, так і розроблення та застосування активних засобів, насамперед із системами дочасного виявлення ДКО, з метою їх ураження кінетичними, електромагнітними та іншими засобами у автоматизованому режимі.

Панасюк А.В.
Папуш О.Г.
Пасічнюк В.І.
ЖВІ

НЕДОСТАТНЯ МОДУЛЬНІСТЬ ЗБРОЙНИХ СИСТЕМ ЯК ОДНА З ГОЛОВНИХ ПРОБЛЕМ ВОЄННОГО МИСТЕЦТВА СУЧАСНОСТІ

Сучасна війна потребує нових способів ведення бойових дій і надає військовим керівникам плацдарм для застосування дронів, кіберзброї, безпілотних авіаційних комплексів, керованих ракет та додатків для аналізу розвідувальної інформації. Технологічний розвиток має значний вплив на воєнне мистецтво у різних аспектах, таких як: зв`язок та інформаційна війна, геополітичні зміни, гібридна війна та збройні системи. З багатьох причин збройні системи не завжди відповідають потребам, які

висуває воєнне мистецтво. Наразі основною проблемою адаптації зброї до різних сценаріїв бойових дій є її недостатня модульність.

Модульністю збройних систем є їх здатність до швидкої та ефективної модифікації, яка відбувається шляхом заміни окремих компонентів систем або додаванням окремих модулів та блоків. Даний спосіб адаптації зброї дозволяє збройним системам бути гнучкими, адаптивними до різних задач та універсальними у використанні. Модульні системи можуть використовуватись у різних сценаріях бойових дій з мінімальними змінами компонентів системи. Таким чином, отримуючи нове завдання, не потрібно буде застосовувати інший зразок озброєння, достатньо лише змінити конфігурацію збройної системи. Можливість використовувати одну збройну систему для різних завдань спрощує логістику та забезпечує можливість швидко відреагувати та адаптуватися до зміни обстановки на полі бою та виконувати завдання більш ефективно.

На жаль, із загостренням збройної агресії російської федерації проти України питанню вдосконалення модульності збройних систем не приділяється належної уваги, та все ж є зразки озброєння, на яких ця система відпрацьована та ефективно застосовується.

Яскравим прикладом є самозарядна гвинтівка AR-15. Цей зразок зброї може бути легко модифікований шляхом заміни верхньої частини, включаючи ствол та затвор для використання або в ближньому бою або для стрільби на великі відстані. Велика кількість озброєння може вдосконалюватись за рахунок додавання лазерних міток, прицілів та магазинів різної ємності. Гранатомети можуть бути обладнані модульними системами, які дозволяють стрільцеві використовувати різні типи гранат залежно від потреб у бою. Ці приклади демонструють як модульність сприяє більш ефективному застосуванню зброї в різних ситуаціях. Ці незначні, але дієві видозміни роблять спектр застосування цієї зброї ширшим та гнучкішим.

Оснащення модульними системами нових зразків озброєння забезпечить їх ефективне використання протягом тривалого часу, що значно скоротить витрати. Завдяки стандартизації та легкому обміну компонентів такі системи стають легкими в обслуговуванні та практичними у використанні. На таких системах простіше впроваджувати нові технології та покращувати показники ефективності шляхом додавання або заміни модулів. Ці системи необхідно впроваджувати не лише на автоматичних гвинтівках чи кулеметах, а й на важкій вогневій зброї, броньованих бойових машинах, безпілотних авіаційних комплексах та інших зразках озброєння.

Таким чином, удосконалення збройних систем, а саме її модульності є важливим етапом їх адаптації до сучасного воєнного мистецтва. Адаптація зброї є постійним процесом, який вимагає поєднання технологічних інновацій зі стратегічним мисленням. У результаті, модульність є новим підходом, який стає перевагою у сучасних умовах, коли вимоги до збройних сил постійно змінюються.

Bilash O.V., Ph.D of Economics, Assoc. Prof.
Sorokatyi M.I., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
Velychko L.D., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
NASV

CAMOUFLAGE OF MILITARY FACILITIES FROM ADVERSARY INTELLIGENCE IN CONDITIONS OF INFORMATION TRANSPARENCY

Modern battlefields demonstrate a high degree of informational transparency, resulting from the widespread use of satellite reconnaissance, unmanned aerial systems, advanced digital monitoring technologies, and the active involvement of civilians in data collection and dissemination. Under such conditions, traditional approaches to the camouflage of military facilities require fundamental transformation through the integration of technical, organizational, and informational-psychological methods.

The primary threats to concealment now include automated image analysis systems, thermal and radar surveillance, geolocation via open communication networks, and the availability of commercial satellite imagery. Effective camouflage requires the deployment of multispectral technologies capable of reducing the visibility of military assets across optical, thermal, infrared (IR), and radar spectrums.

One of the most promising directions is dynamic camouflage - the real-time adaptation of concealment measures in response to environmental conditions and adversary intelligence capabilities. Another relevant approach involves the deployment of decoy (imitational) structures designed to replicate activity, emissions, or infrastructure, thereby diverting the attention of adversary reconnaissance systems.

The role of information hygiene among personnel is equally critical. The use of personal electronic devices, photographing military assets, and publishing geotagged content on social media can compromise operational security. Consequently, organizational camouflage measures must incorporate restrictions on open communication channels, mandatory security briefings, and strict enforcement of operational security protocols.

In conclusion, achieving effective camouflage in an environment characterized by informational transparency constitutes a complex, interdisciplinary challenge. It demands coordinated efforts spanning engineering, information technologies, and behavioral science. Only a comprehensive and adaptive approach can ensure the survivability of military facilities under continuous surveillance by adversary intelligence assets.

Hlova T.Ya., PhD
NASV
Hlova B.M., PhD
LNUP

THE INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF TANKS FOR STORAGE OF EXPLOSIVE AND TOXIC SUBSTANCES

The survivability of arsenals, bases, and storage facilities for weapons, missiles, and ammunition of the Armed Forces of Ukraine (AFU), where explosive substances are stored, significantly impacts their combat readiness. Under the conditions of armed aggression by the russian federation, preserving the available ammunition reserve of the AFU has become critically important. These circumstances have highlighted the need for additional state-level organizational measures to protect facilities storing explosive substances used by the AFU.

Damage or ignition of tanks containing explosive substances can result in the leakage of toxic materials and potential explosions, which may cause injuries to personnel, contamination of areas, military equipment, property, and various facilities, thus making it impossible to conduct combat operations for extended periods.

One of the most resonant fires in Ukraine was the fire at the oil depot near the village of Kryachky in the Vasylkiv district of Kyiv region, which began on June 8, 2015, and lasted for 8 days. The fire posed a high danger due to the nearby military unit with an ammunition depot. As a result of the fire, six people died and 18 were injured. Therefore, to prevent explosive and fire hazards, high strength requirements are placed on cylindrical engineering structures.

In most cases, fires in tanks begin with the explosion of fuel vapors under the tank roof, causing tank deformation and ignition of the combustible liquid inside. Analysis shows that during fires, due to high temperatures and pressures, tank failure is often accompanied by the detachment of the tank surface from the bottom and its projection over long distances. During the design, manufacture, and operation of tank parks, the influence of thermal and mechanical stresses arising in the tank wall and bottom on their strength is usually not taken into account, which requires more detailed investigation.

Taking into account the main relationships of thin plate and shell elasticity theory, analytical expressions for the stress-strain state of cylindrical tanks were obtained under conditions of changing internal pressure on their structural elements. These expressions allow the study of the strength of the connection between the cylindrical surface of the tank and the bottom, considering the force and physical-mechanical characteristics, as well as the geometric dimensions. The distance from the bottom surface where the maximum radial deflection of the tank wall occurs was determined. It was established that the highest axial stresses occur at the junction of the cylindrical surface and the bottom. The tangential stresses in the tank wall reach their maximum at a distance of 0.3 meters from the bottom, acting in tension, while at the junction of the bottom and wall, the stresses act in compression. The obtained results are recommended for use in

developing proposals to improve the strength of cylindrical tank shells for the storage of petroleum products and toxic substances.

Since fuels, lubricants, and toxic substances are essential components in the Armed Forces of Ukraine, requiring especially careful storage, the task of investigating the strength of cylindrical engineering structures under the influence of temperature and pressure is currently highly relevant.

Kashuba Y.M., Doctor of Economics, Professor
Leading Researcher, SCLF of the NAA

SYSTEMS OF MESH ELEMENTS AS EXAMPLES OF SHELTERS TO INCREASE THE SURVIVABILITY OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

In modern warfare, it is already obvious that the main enemy's means for air strikes on weapons and military equipment (WME) are various types of UAVs, including "the loitering munition". Their low flight altitude, the practical absence of metal parts in the hull make them invisible to radio-electronic reconnaissance and the combined type of guidance, which is not fully understood, makes them resistant to electronic warfare.

The aim of the study is to classify and describe the design parameters of engineering protection of WME from UAVs using pre-detonation screens (PDS), to formulate the basic requirements that protective PDS must meet. To consider examples of effective variants of protective PDSs codified by the Ministry of Defense of Ukraine, in particular, based on ring meshes of rope weaving and double-twist meshes.

The main factors of damage to WME, facilities and personnel from UAVs are the following:

- impact, piercing effect of the UAV at high speed;
- cumulative directed effect of a warhead explosion (hereinafter referred – WE) of the UAV's;
- airborne explosive shock wave, also dangerous even in case of indirect hits (reflected wave);
- shrapnel damage by primary fragments of the WE and hull parts;
- secondary damage by fragments from trees, parts of structures, buildings, soil, stones, etc.

The impact and piercing effect of a UAV at high speed depends on its mass and the type of obstacle encountered by the UAV airframe at the time of the collision. Therefore, one of the most effective methods of protecting WME or structures from damage caused by damage factors from a direct UAV hit is to create a safe distance.

Classification and examples of shelters to increase the survivability of WME:

- mobile collapsible engineering protection systems;
- mobile non-separable engineering protection systems for quick installation;
- stationary engineering protection systems;
- combined engineering protection systems;
- mobile engineering protection systems that are installed directly on WME.

It is important that shelters must have both PDS and an internal protective shell to neutralize all damage factors. Mobile collapsible engineering protection systems include:

- systems made of mesh and rigid elements;
- systems of sheet elements;
- combined systems.

The main requirements that protective PDSs must meet. Systems of mesh and rigid elements are designed to create PDSs, from a collision with which the UAV will either collapse or explode due to premature initiation of the WE. PDSs are designed for the impact load from a direct hit of the UAV, taking into account that the WE detonator may be delayed.

PDS for the protection of WME or structures must meet the following basic requirements:

1) Fast assembly and disassembly, durability;
2) High survivability and maintainability;
3) Low visibility and camouflage properties;
4) Low weight and adaptability to different installation conditions.

These requirements are met primarily by PDS mesh, due to the high strength of the wires from which they are made, significant operational properties and ease of installation. An effective variant of protective PDS mesh installation is codified by the Ministry of Defense of Ukraine, in particular, on the basis of ring mesh rope weaving and double-twist mesh - “Protective screen/lightweight mesh with tension frame “RingGuard” (NATO nomenclature number 1375-61-017-8668).

Okipniak D., PhD, associate professor
NAA
Okipniak A., PhD, associate professor
PDATU

CURRENT SITUATION PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING NATO ENGINEERING WEAPONS AND EQUIPMENT DURING RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

The russian-Ukrainian war, which began in 2014 and reached a large-scale invasion in 2022, has revealed the importance of engineering weapons and equipment in supporting combat operations. In current combat operations, engineer troops play a critical role in building defensive lines, supporting the mobility of our troops, counter-mobility of enemy forces, survivability and general engineering support. In this context, NATO's engineering weapons and equipment have become an important element of support for the Ukrainian Armed Forces. Today, NATO countries are actively providing Ukraine with modern engineering equipment and vehicles. These include: engineering breaching vehicles, different types of bridges and demining systems. Ukraine is actively integrating these technologies and equipment into its tactics, improving the ability of the Armed Forces to adapt to modern warfare.

However, there are a few problems that complicate the effective use of engineering weapons and equipment. The most important of them are: logistics and supplies (the handover of equipment and its transportation to the front line often faces problems due to the intensity of hostilities.); not enough training of personnel (crews) (training of Ukrainian servicemen is needed to be effective in the use of modern equipment); difficulty in maintenance and repair (some equipment requires special maintenance and spare parts that are not always available); problems with integration (Ukraian Engineering Doctrine needs to adapt to NATO's use of technology, which will take time and changes in approaches to planning operations.).

Despite the existing challenges, the prospects for the use of NATO's engineering weapons in the russian-Ukrainian war look encouraging. They include the following organisational measures: intensification of training, development of unmanned systems, integration into joint tactics, localisation of development, expanding the use of artificial intelligence.

Intensification of training. Training courses for Ukrainian troops in NATO countries allow them to quickly learn new technologies and implement them in combat operations.

Development of unmanned systems. The use of drones for engineering tasks, such as remote mining and demining, is a promising area.

Integration into joint tactics. The combination of NATO engineering weapons with Ukrainian technologies will help develop new approaches to defensive and offensive operations.

Localisation of development. The localisation of engineering equipment production in Ukraine, with the support of NATO countries, could ensure stable supplies and reduce dependence on imports, and solve the problem of maintenance and repair.

Expanding the use of artificial intelligence. Automation of processes such as mine detection or fortification construction will significantly increase the efficiency of engineering units.

NATO member states' engineering weapons and equipment have become an important element in countering russian aggression. Despite the challenges, cooperation with the Alliance opens up new opportunities for Ukraine to modernise its Armed Forces and increase their combat capability. Integration of modern capabilities into Ukraine's military doctrine, development of local production and personnel training are key steps to strengthening the country's defence capabilities in the future.

Rezunenko Dmytro
Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

REAL-TIME ENGINEERING UAVs: A NEW DIMENSION OF TACTICAL MOBILITY FOR SUPPORT FORCES

The full-scale aggression of the Russian Federation against Ukraine has not only changed the nature of warfare but has also redefined the role of Support Forces within the Armed Forces of Ukraine. Unmanned platforms have become crucial tools that enable engineering units to operate faster, more precisely, and with greater safety. Between 2022 and 2025, we witnessed a paradigm shift from conventional engineering approaches to what is now known as 'unmanned engineering,' led by aerial and ground-based robotic systems.

In the new conditions of warfare, where every second of delay can cost lives, engineering mobility is evolving to a fundamentally new level. Classical models of deploying sapper units, conducting engineering reconnaissance, or breaching mine-explosive barriers no longer meet the pace of battle. That is why the development of real-time engineering UAV systems is a priority for the Support Forces of the Armed Forces of Ukraine.

One striking example occurred near Klishchiivka in 2024. A drone equipped with a thermal imager detected a tank mine trap placed by the enemy overnight on a medevac route. Just five minutes before the medical team was set to pass through, the route was adjusted. This and many similar cases underscore the indispensable role of UAVs in ensuring engineering safety.

Implementing the 'real-time engineering UAV' concept involves: - generating 3D models of terrain and enemy fortifications; - accompanying assault groups to adjust fire and map safe routes; - delivering engineering supplies (mines, explosives, fortification materials) under fire; - countering enemy drones using onboard electronic warfare modules.

There is an urgent need to develop and produce Ukrainian-made engineering UAVs. Imported platforms often fail in our field conditions — high humidity, debris, power shortages, and electronic jamming. Domestic systems must be designed specifically for combat engineering, with protected electronics, ruggedized components, and ease of maintenance.

What are 'real-time engineering UAVs'? These are unmanned platforms — aerial or ground-based — that provide not only reconnaissance or strike capability, but also continuous decision-making support and immediate response. For example, during the preparation for an assault near Lyman in 2024, an engineering drone operator detected a new minefield just two minutes before the assault group’s advance. Thanks to this, the route was changed and losses were avoided.

Key functional priorities for developing such systems: 1. Instant construction of the engineering situation. 2. Automated route-based engineering reconnaissance. 3. Mobile engineering support for assault operations. 4. Use of UAVs as evacuation platforms. 5. Participation in countering enemy UAVs.

Conclusion: modern warfare requires constant engineering presence on the battlefield. But a human cannot be everywhere. Every UAV acting in the interest of engineering support is an extension of the sapper’s thinking hand.

Velychko L.D., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
Sorokatyi M.I., Ph.D of Physical and Mathematical Sciences, Assoc. Prof.
Bilash O.V., Ph.D of Economics, Assoc. Prof.
NASV

MODELING THE BEHAVIOR OF ENGINEERING UNMANNED SYSTEMS IN COMBAT ENVIRONMENTS THROUGH DIGITAL TWINS

Operating engineering unmanned systems in combat environments necessitates accurate forecasting of their behavior under complex and rapidly evolving conditions. In response to this challenge, the concept of

Digital Twins - virtual models that precisely mirror the physical characteristics and real-time performance of real-world systems - is gaining increasing traction within defense research and technological development.

A digital twin of an engineering UAV enables high-fidelity simulation of system behavior, taking into account terrain features, weather patterns, soil types, the presence of obstacles, and combat payload parameters. This capability allows for the testing of control algorithms, route optimization, and early identification of potential threats or malfunctions - without the risk of damaging actual hardware. Moreover, it facilitates the safe exploration of edge-case scenarios and rare but critical events that may be difficult or dangerous to replicate in real-world training.

Incorporating digital twins into training and operator education enables realistic scenario modeling and virtual drills, which are particularly valuable in high-risk or resource-constrained conditions. These simulations support not only tactical training but also strategic decision-making by offering predictive insights into system performance under varying battlefield conditions Furthermore, these models provide developers with the ability to iterate on system design, software architecture, and behavioral logic rapidly, based on simulation-driven insights.

Looking ahead, digital twins have the potential to serve as the backbone of fully virtualized command centers that coordinate the operations of unmanned systems in active combat zones. When integrated with AI-driven analytics and decision-support systems, they could enable real-time monitoring and adaptive mission planning based on evolving battlefield dynamics. Experts anticipate that these systems will play a key role in ensuring cybersecurity by identifying vulnerabilities during early-stage virtual testing, well before deployment.

In summary, the application of digital twins in the field of engineering UAV’s offers promising prospects for enhancing the performance, resilience, and operational security of unmanned systems in combat scenarios. As the complexity of modern warfare grows, such tools will be essential in bridging the gap between physical operations and digital foresight.

ЗМІСТ

Начальник Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ДО ГОСТЕЙ ТА УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ.....4

СЕКЦІЯ 1
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК.....5

Адаменко А.А., Порохончук О.М.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БОРТОВИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ВІД СУЧАСНИХ ПОВІТРЯНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА 5

Андрушко М.В., Кузнецов В.О., Рєзніков Ю.В., Кузьміч О.Є.
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОГРАФІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ СПРОМОЖНОСТІ І ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ НА ПЕВНИХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....6

Андрушко М.В., Кузнецов В.О., Рєзніков Ю.В., Кузьміч О.Є.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІСНУЮЧИХ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ ШУМУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ ОВТ 7

Афанасьєв Ю.В.
КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ГЕНЕРАТОРІВ ПСЕВДОВИПАДКОВОГО ПЕРЕЛАШТУВАННЯ РОБОЧОЇ ЧАСТОТИ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛУ СПЕКТРА В IoT СЕРЕДОВИЩІ 8

Бабарик А.А., Онищук О.Р.
КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО СПОСОБІВ ТЕРМОЗАХИСТУ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ВІД ФАКТОРІВ УРАЖЕННЯ ЗАПАЛЮВАЛЬНОЇ ЗБРОЇ 8

Баган А.В., Гера В.Я.
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОСТРІЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ 9

Баган В.Р.
ЗАХИЩЕНІСТЬ ТАНКА В СИСТЕМІ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО ЖИВУЧОСТІ У БОЙОВИХ УМОВАХ 10

Багінський В.А.
ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТА ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ У ПІДГОТОВКУ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОЇ БРИГАДИ 11

Бейзим В.О.
ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕНАЖЕРІВ ДЛЯ НАВЧЕНОСТІ КУРСАНТІВ.....12

Бенцало Л.С.
РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОГРЕСУ В УДОСКОНАЛЕННІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СИЛОВИХ СТРУКТУР ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 12

Білобородова Л.В.
АНАЛІЗ ДОСВІДУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ІЗ ЗАСОБАМИ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ПРОТИВНИКА.....13

Бісик С.П., Голуб В.А., Саковець В.В., Наконечний О.М., Стеценко Є.В.
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БАЛІСТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ БАГАТОШАРОВИХ ЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДО ДІЇ КУЛЬ ІЗ ТЕРМОЗМІЦНЕНИМ І ТВЕРДОСПЛАВНИМ ОСЕРДЯМ.....14

Бісик С.П., Голуб В.А., Сєдов С.Г., Давидовський Л.С., Гераймович В.О.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ЧАСТИН БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ...15

Бісик С.П., Купріненко О.М., Мусієнко В.О., Сікора А.А., Кухта В.В.
ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ЛЕТАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ УДАРНОЮ ХВИЛЕЮ ВИБУХУ ТЕРМОБАРИЧНОГО БОЄПРИПАСУ 16

Богачьов О.І., Голішевський І.Л.
СПОСОБИ БОРОТЬБИ З FPV-ДРОНАМИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 17
Борцова М.В., Шить О.О., Безверхий С.А.
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ҐРУНТУ ПРИ ЙОГО ПРОМЕРЗАННІ ТА ВІДТАВАННІ 18
Ванкевич П.П., Дробенко Б.Д.
ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СЕНСОРИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ У ПРОЦЕСІ БОЙОВИХ ДІЙ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ 19
Веклич О.К., Дробик О.В., Шубіна В.В.
БАГАТОРІВНЕВИЙ МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ТРИВАЛОСТІ ЧАСОВИХ ФРАГМЕНТІВ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ ТА ЛЕВЕНБЕРГА–МАРКВАРДТА 20
Веретнов А.О., Шишанов М.О., Чеченкова О.Л.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЗАХИЩЕНОСТІ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ УДАРНИХ БпЛА 21
Галкин С.О., Германенко Л.М., Олійник Н.О.
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ/ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 21
Галузінський А.Г., Іванець Г.В., Ставицький О.М., Кириченко М.І.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПІДТРИМАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 22
Гера В.Я., Баган А.В.
ІННОВАЦІЙНА АКУСТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЙ ПРОТИВНИКА 23
Гламаздін В.В., Мальцев В.П., Могила А.А., Натаров М.П., Шубний О.І.
ЦИФРОВА АНТЕННА РЕШІТКА *С*-ДІАПАЗОНУ 24
Головняк Д.В., Мокринський О.В., Салогор В.В.
ОГЛЯД ЗРАЗКІВ БРОНЬОВАНОГО ЗАХИСТУ КУЛЕНЕПРОБИВНИХ ЖИЛЕТІВ 25
Голуб С.П., Могила А.А.
КОМБІНОВАНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИГНАЛІВ, ЩО ВІДБИТІ ЦІЛЯМИ ТИПУ БпЛА, ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ В СИСТЕМАХ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ 26
Грабчак З.М., Вільгуш Д.В., Билиця І.О.
ВИКЛИКИ І ОБМЕЖЕННЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТА ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ Й ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ 27
Гречаний М.П.
РІШЕННЯ З ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БпЛА ВІД УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ 27
Гулей Б.С., Оліярник Б.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ЯКА ПЕРЕБУВАЄ НА ОЗБРОЄННІ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ 28
Гурнович А.В., Сенаторов В.М.
МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАСОБАМИ БЛИЖНЬОГО БОЮ 29
Давіденко С.В., Заєць Я.Г.
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІДСТЕЖУВАЛЬНО-НАВІДНОМУ КОМПЛЕКСІ ДЛЯ ШВИДКОЇ ТА ТОЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦІЛІ 30
Давіденко С.В., Скиба К.С., Олійник О.О.
СУЧАСНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ: НЕОБХІДНІСТЬ І ВИКЛИКИ ДЛЯ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ 31
Данилик В.М., Висоцька В.А.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ 32

Дихановський В.М., Лещенко М.В., Гусєв Ю.В.
ВТП: ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНЕ ПАРТНЕРСТВО У СФЕРІ ОБОРОНИ 32
Дроздов М.О., Оленєв В.М.
КОНЦЕПЦІЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ 33
Дурач В.М., Ісакова Н.М.
ДО ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ВІД КЕРОВАНИХ АВІАБОМБ....34
Дядюшкін О.В.
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ КОМАНДИРА ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ....35
Єгоров С.А., Єгоров В.А., Єгоров А.Д., Соболяк О.В.
ПРИЛАД ПРОСТОРОВОГО АКУСТИЧНОГО ЗОРУ У СИСТЕМАХ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПЕРЕДНЬОГО КРАЮ....36
Єрилкін А.Г., Афанасьєв В.В., Пужай-Череда С.К., Коробецький О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА 37
Завадський Д.С.
УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ 38
Заєць Я.Г., Давіденко С.В.
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЙ ЗВЕДЕНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДРОНІВ-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ ЩОДО БОРОТЬБИ З РОЗВІДУВАЛЬНИМИ ТА УДАРНИМИ БпЛА ПРОТИВНИКА....39
Зубарєв В.В., Шишанов М.О., Веретнов А.О.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ЗРАЗКІВ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 40
Іщенко Д.А., Стрінада В.В.
ОСОБЛИВОСТІ ВИМОГ ДО ЗАСОБУ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ БЕЗПІЛОТНОЇ НАЗЕМНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ФОРМУВАННІ ЇЇ ЗАДУМУ....40
Кадук С.О., Лисечко В.П., Сургай М.В.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВИВЧЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ДОСВІДУ У НАУКОВО-ТЕХНІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 41
Каламурза О.Г.
РОБОТИЗОВАНА ІНДИВІДУАЛЬНА ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА ПІХОТИНЦЯ – ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІХОТНОГО ПІДРОЗДІЛУ 42
Кисільов В.І., Середенко М.М., Юрченко Р.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОВТ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК....43
Книш Д.В., Порохончук О.М.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО БОРОТЬБИ З КЕРОВАНИМИ (КОРЕГОВАНИМИ) АВІАЦІЙНИМИ БОМБАМИ ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 44
Ковальчук Р.А.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖИН ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ....45
Королько С.В.
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ВІД ВОРОЖИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ....46
Косенко В.С., Казан П.І., Настишин Ю.А.
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЛАЗЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ДЕРЖАВ – ЧЛЕНІВ НАТО 46

Костюк В.В., Витрикуш Р.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 47
Костенко О.О., Кузьмичов І.К., Войтович О.А., Завертаний В.В.
МІКРОХВИЛЬОВИЙ ТРАКТ РАДАРА K_a ДІАПАЗОНУ ЗІ ЗМІНОЮ ВИДУ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ЗОНДУЮЧОГО СИГНАЛУ 48
Кохан В.Ф., Гріщин О.А.
РОЛЬ НАДЛЕГКИХ НАЗЕМНИХ ТАКТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ У ЗАХИСТІ ВІД БпЛА 49
Кошкаров Ю.Ю., Бобров О.Г., Варакута М.В.
АНАЛІЗ ЗАГРОЗ ДЛЯ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 50
Краснорyцький А.О., Грицишин В.П., Неминущий С.В., Мірошніченко О.С.
КОНЦЕПЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРУПОВОГО ЗАХИСТУ АВІАЦІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРТОЛЬОТІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ 51
Кривизюк Л.П., Дутко О.М.
ТАНКИ УКРАЇНИ ПЕРЕД РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЮ ВІЙНОЮ: ЛЮТИЙ 2022 РОКУ 52
Кузьміч О.Є., Андрушко М.В., Аркушенко П.Л., Кузнецов В.О.
РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ НАВІГАЦІЇ, ВІЗУАЛЬНОГО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ І ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОГЛЯДОВО-ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ 53
Кутовой О.В., Поліщук В.Л.
МОБІЛЬНІ ТРЕНАЖЕРИ – НОВИЙ ЕТАП У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАТОРІВ ДРОНІВ 54
Куцька О.М., Кмін А.О.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОТОЦИКЛІВ, ПІКАПІВ, КВАДРОЦИКЛІВ І БРОНЕТЕХНІКИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 55
Кучеренко Ю.Ф., Володін М.І., Беспалько О.В.
ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ БЕРЕЖЛИВОСТІ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ЗІ СТВОРЕННЯ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ТА ЗАСОБАМИ 56
Кучеренко Ю.Ф., Закіров З.З., Коломійцев О.В.
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПРИ СТВОРЕННІ ЗРАЗКІВ НОВІТНЬОГО ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 56
Лаврут О.О., Лаврут Т.В., Нагорний Є.І., Шинкар Є.В.
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНТЕРЕСАХ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ 57
Лаврут О.О., Кацемір О.В., Маліневський В.В., Ващик В.В.
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ 58
Ліщинська Х.І., Сеник А.П., Курилас Х.О., Степанюк О.І.
МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ БРОНЕТЕХНІКИ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ 59
Литовченко В.В., Барвінок Р.Д., Ракша В.М., Цуканов Я.О.
ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ ЗА ВІДСУТНОСТІ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ 60
Лячин С.В., Таран В.І., Хардель Р.З.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ КОМПЛЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ ТА ЇХ ЗАХИСТУ ВІД УДАРНИХ БпЛА 61

Манзяк М.О., Грубель М.Г., Андрієнко А.М.
ІНТЕГРОВАНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЕКІПАЖ ЗРАЗКА КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 62
Марченко О.В., Чорний М.В., Матузко Б.П., Макогон О.А.
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ AMAP-ADS НА ЗРАЗКАХ БТОТ, ЩО Є НА ОЗБРОЄННІ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 63
Масесов М.О.
ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОБ'ЄКТІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ 63
Матузко Б.П., Чорний М.В., Марченко О.В., Мельник І.Ю.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСІВ ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ 64
Мезєнцев Ю.О., Кутовой О.В.
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТА ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ КОМАНДИРІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ В УМОВАХ ЗАГРОЗ ІЗ БОКУ БпЛА ПРОТИВНИКА 65
Мельник В.І., Андреєва Л.М.
ЗАХІДНІ ЗЕНІТНІ КОМПЛЕКСИ НА ОЗБРОЄННІ СИЛ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ УКРАЇНИ 66
Мельник М.О., Каратаєва Л.М., Мельник Р.М.
АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТУЖНИХ АКУСТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ТА БЕЗПЕКОВИХ ЦІЛЕЙ 67
Міщенко Я.С., Загребельний С.М., Мельник М.М., Барвіненко Я.Д.
ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН МЕХАНІЗОВАНИХ ПІДРОЗДІЛІВ У МАЙБУТНІХ БОЙОВИХ ДІЯХ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 68
Міщенко Я.С., Чорний М.В., Матузко Б.П.
ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАНЬ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ КОМАНДИРІВ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ 69
Муковоз О.М.
ЗДОБУТКИ І ВИКЛИКИ У РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ 70
Нагорнюк О.А.
МАТЕМАТИЧНА ТА ПРОГРАМНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПОДАВЛЕННЯ РАДІОКАНАЛУ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ СИСТЕМОЮ FPV 70
Наливайко М.І., Комар В.В.
СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ FPV-ДРОНІВ І ДРОНІВ ЗІ "СКИДАМИ" ІЗ ЗАСОБАМИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ТА ЗАСОБАМИ КІНЕТИЧНОГО УРАЖЕННЯ 71
Наливайко О.Л.
АВТОМАТИЧНЕ УРАЖЕННЯ МАЛИХ ПІХОТНИХ ГРУП ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ 72
Нанівський Р.А., Душенко В.В., Воронцов С.М.
ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОПНЕВМАТИЧНИХ ПІДВІСОК НА БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИНАХ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА 73
Ніколаєв О.В.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ПОЛІ БОЮ 74
Ніколаєв О.В.
ТЕНДЕНЦІЇ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ НА ПОЛІ БОЮ 75
Олійник Р.М., Живець Ю.М., Шуба С.Г., Германенко Л.М.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ 76
Палій В.Л.
ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗІ СКЛАДУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРОТИВНИКА 76

Паляниця О.Б., Паляниця Б.Б.
ОСОБЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ БІЧНОГО ВІТРУ ПРИ ВЕДЕННІ ВОГНЮ ЗІ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ 77
Панчишин А.Б.
МІКРОХВИЛЬОВА ЗБРОЯ ЯК ЕФЕКТИВНА ПРОТИДІЯ БпЛА 78
Паращук Л.Я.
АЕРОФОТОЗНІМАННЯ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ В УМОВАХ ШВИДКОЇ ЗМІНИ ОБСТАНОВКИ 79
Пашковський В.В.
ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ БРОНЕАВТОМОБІЛІВ З КРАЇН НАТО ТА УКРАЇНИ 80
Пащетник О.Д., Живчук В.Л., Романчук М.П.
ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ХОДІ НАРОЩУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ (АВТОМАТИЗОВАНИХ) СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ 81
Перець К.Г., Жученко О.С., Комар О.М.
АДАПТИВНА РЕКОНСТРУКЦІЯ СИГНАЛІВ У ДИНАМІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ НА ОСНОВІ ЛОКАЛІЗОВАНИХ РЯДІВ ВОЛЬТЕРРА 82
Петлюк І.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА 83
Почечун О.О., Чванов С.Ю.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКА БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ І ТЕХНІКИ 84
Рижов Є.В., Криховецький Г.Я., Курята Я.Е.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ 85
Рижов Є.В., Сакович Л.М., Семеха І.М.
ГНУЧКИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ МІЖПОВІРОЧНИХ ІНТЕРВАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 86
Рудько С.О.
МЕТОДИЧНА МОДЕЛЬ БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ВІЙНИ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ 87
Романовська Л.В., Іваненко В.О.
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК СУЧАСНОЇ БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ 87
Романчук Р.В., Висоцька В.А.
РОЗРОБКА СППР ВИЯВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАГРОЗ В КІБЕРПРОСТОРІ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ 88
Садовников Б.І., Жученко О.С., Шевченко О.О.
ВІЗУАЛЬНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ НА ОСНОВІ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЕЛЬТ 89
Севостьянов Ю.В., Могила А.А.
ЗАСТОСУВАННЯ РЛС АЕРОСТАТНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ СУХОПУТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ 90
Сиволовський І.М., Пастушенко В.В., Лисечко В.П.
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ 91
Скрипнюк С.І.
ТЕНДЕНЦІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТАНКОБУДУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 2022 – 2025 РОКІВ 92
Слюсар В.І.
МУЛЬТИАГЕННА АРХІТЕКТУРА СЕКЦІЇ (ВІДДІЛЕННЯ), ВЗВОДУ 93

Сметанін К.В., Скоринін А.С.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ
ВІД ПОВІТРЯНИХ АТАК 94
Снітков К.І., Дробан О.М., Звонко А.А., Поліщук А.М.
ОЦІНКА БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА МАЙБУТНЬОГО ЗАСТОСУВАННЯ
ПЗРК RBS 70 У СУЧАСНИХ УМОВАХ 95
Соколишин Ю.В., Веретнов А.О., Государський О.Л.
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ....96
Соломицький О.І., Слюсаренко М.О.
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО АКТИВНОГО
ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 97
Солонець О.І.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ПРИ
ПРОВЕДЕННІ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ДІЙ ТА ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ 97
Ставісюк Р.Л., Запорожченко Ю.І.
АДАПТИВНІ АНТЕННІ РЕШІТКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
РАДІОПЕРЕХОПЛЕННЯ В СКЛАДНІЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІЙ ОБСТАНОВЦІ....98
Стах Т.М., Киричук О.А., Хаустов Д.Є., Настишин Ю.А.
УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЖИВУЧОСТІ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО
ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ 99
Стах Т.М., Сідор Р.І., Киричук О.А., Хаустов Д.Є., Настишин Ю.А., Гладун В.П.,
Сахарчук В.В.
КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСТОСУНКИ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ В ІНТЕРЕСАХ
ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ 100
Тимчук С.В., Тарасенко В.О.
ЗАСТОСУВАННЯ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ
СИГНАЛІВ 101
Тишко С.О., Заїка В.М., Богуцький С.М.
СИНТЕЗ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗОВОГО ЗСУВУ НА ОСНОВІ
ПОРІВНЯННЯ ІНФОРМАТИВНОГО СИГНАЛУ З НАБОРОМ ЕТАЛОННИХ
ФУНКЦІЙ В СИСТЕМАХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОЗБРОЄННЯ....102
Токар О.А., Терлецький Б.Ю.
ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ
МОБІЛЬНИХ ВОГНЕВИХ ГРУП, ОЗБРОЄНИХ ПЗРК, ДЛЯ БОРОТЬБИ
З БЕЗПІЛОТНИМИ ПОВІТРЯНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОТИВНИКА 103
Тютюнник В.О, Шутько К.В., Заєць Я.Г.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗОВАНИХ
РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРІВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ 104
Феденко О.В., Панасюк В.В., Сахон О.О.
ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ШТУРМОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ
зс рф У ХОДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ....104
Чепков І.Б., Кучинський А.В.
ПРОБЛЕМА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ СИСТЕМ ЗАХИСТУ
БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН....105
Чорний М.В., Матузко Б.П., Міщенко Я.С., Борисенко І.А.
ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЕПРИДАТНОСТІ СИСТЕМИ
ЗМАЩУВАННЯ ДВИГУНА БОЙОВОЇ МАШИНИ ПІХОТИ БМП-2 (БМП-1)....106
Шевченко О.А.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ БАЗОВИХ ШАСІ
ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 107
Шерихов І.В.
ОСНОВНІ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ
ЗБРОЙНИХ СИЛ рф ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ 108

Шинкар Є.В., Зварич А.Я.
УДОСКОНАЛЕННЯ ДОДАТКОВОГО АНТИДРОНОВОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ ВІД FPV-ДРОНІВ 108
Яриш І.Ю., Кузьменко В.О., Ярмоленко М.В.
АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАГРІВАЛЬНОГО ДРОТУ ДЛЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ НА ОПТОВОЛОКНІ 109
Баган В.Р., Білокур М.О., Мельник Б.О., Сенаторов В.М.
ЗМЕНШЕННЯ СИГНАТУРИ БОЙОВОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЗАХИЩЕНОСТІ 110
Баган В.Р., Глазкова С.В.
АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЗРАЗКІВ БОЙОВИХ МАШИН У рф 111
Borusyuk N.V., Kukharska L.V.
THE ROLE OF TECHNOLOGY IN MDMP OF TACTICAL COMMANDERS IN MODERN WARFARE 112
Kulachenko K.S., Kukharska L.V.
USING NIGHT VISION DEVICES AT THE FRONTLINE 113
Melnyk M.M., Kukharska L.V.
OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF IFV 113
Metyk N.O., Kukharska L.V.
MODERNIZATION OF DOMESTIC ARMORED VEHICLES 114
Rudkovskyi O.M., Livinska Y.H.
ASSAULT OPERATIONS: SPECIFICS OF PREPARING THE LETHAL SYSTEM OF INFANTRY COMBAT UNITS FOR CLOSE QUARTERS BATTLE 115
Silka N.A., Kukharska L.V.
USE OF COMBAT VEHICLES AND WEAPONS IN MODERN WARFARE 116
Sorokatyi M.I., Velychko L.D., Bilash O.V.
TRAINING OF TACTICAL-LEVEL COMMANDERS UNDER CONDITIONS OF INFORMATION OVERLOAD: A SIMULATION-BASED APPROACH 116
Stratiichuk I.O.
METHOD FOR DEPLOYING SYSTEMS TO NEUTRALIZE RADIO-CONTROLLED MUNITIONS ON ARMORED VEHICLES OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE 117
Zaiets Y., Davidenko S., Batyschtschewa H.
ANWENDUNG VON “MASCHINENSEHEN” AUF FPV-DROHNEN 118

СЕКЦІЯ 2
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 119

Авілов А.І., Грічанюк О.М., Борисенко М.В.
МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНОГО ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РОЮ БпЛА 119
Алєксєєв В.М., Жук О.В., Матала І.В., Мельничук В.І.
СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ДРОНАМИ, ЯКІ КЕРУЮТЬСЯ ЧЕРЕЗ ОПТОВОЛОКНО 120
Артем’єв В.О., Галепа О.Г.
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ 121
Атласюк М.Я., Ейдельштейн Г.Б.
ЗАСТОСУВАННЯ ТА НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ У СУЧАСНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ 121
Байрак Р.І., Кривонос В.М.
КОМПЛЕКСНЕ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ БпАС ТАКТИЧНОГО РІВНЯ 122
Барвіненко Я.Д., Кондратюк Д.В.
РОЛЬ І МІСЦЕ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У ПІДГОТОВЦІ КУРСАНТІВ ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ 123

Богачьов О.І., Бондарук В.О.
ДОСВІД ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНИМ БпЛА ЗА ДОПОМОГОЮ
FPV-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 124
Бойко В.Ф., Сітков О.М., Дубнюк А.В.
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У ПРОЦЕСІ
НАВЕДЕННЯ ЕКІПАЖІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН НА НАЗЕМНІ ЦІЛІ
ПІД ЧАС ШВИДКОЇ ЗМІНИ ТАКТИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ 125
Бондарук В.О., Богачьов О.І.
ДОСВІД РІЗНИХ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ
НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ 126
Бричинський О.В.
ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ КОНТРМОБІЛЬНОСТІ ВІЙСЬК
ПРОТИВНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ 127
Бураков Ю.В., Гневашева А.В.
МІЖНАРОДНА ВІЙСЬКОВА ДОПОМОГА СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ:
ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ КОАЛІЦІЇ ДРОНІВ 128
Ванюрський М.Ю.
ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В ЛОКАЛЬНИХ КОНФЛІКТАХ 129
Войтенко С.Д., Тараненко В.В., Скляров О.Г., Салій О.С.
КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОЇ РАДІОЛІНІЇ ПЕРЕДАЧІ
ДАНИХ І УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ 130
Войтович О.А., Кузьмичов І.К., Євлаш О.О., Лабазов С.М.
ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНОСТІ В ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ НА ВИЗНАЧЕННЯ
КООРДИНАТ МАЛОГАБАРИТНИХ НИЗЬКОВИСОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 130
Волков А.Ф., Харчук М.А.
ПОГЛЯДИ НА ТАКТИКУ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ 131
Володько С.П.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ
ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ 132
Горбачов К.М., Зуйко В.В., Горбачова Я.С.
АНАЛІЗ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ
ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ 133
Грідасов І.Ю., Худов Г.В., Хижняк І.А.
МЕТОД ДИСКРЕТНОГО ПОШУКУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА, ЯКЕ ЗАЗНАЛО ЛИХА,
БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОШЕННЯ
БЛЕКУЕЛА-БЛЕКА-КАДАНА 134
Гунько Л.В., Мельничук В.І.
УЛАШТУВАННЯ ПРЕДЕТОНАЦІЙНИХ ЕКРАНІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД БпЛА
ПРОТИВНИКА ТИПУ “БАРАЖУЮЧИЙ БОЄПРИПАС” ЛАНЦЕТ-3 135
Джаназян В.В.
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GNSS
НА ЗАСОБАХ УРАЖЕННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ СИЛАМИ ОБОРОНИ,
ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ЦИХ ПРОБЛЕМ 136
Дзеверін І.Г., Воробйов О.В., Болюбаш О.О., Дзеверін Т.Ю.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ БпЛА
ВИНИЩУВАЧІВ (ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ) 136
Довгополий А.С., Білобородов О.О., Сащук С.І.
АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ
АВТОНОМНИХ ЗАСОБІВ 138
Дорота А.С.
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТАКТИЧНОГО РІВНЯ 139

Дядюшкін О.В.
ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ
(НАЗЕМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ) У БОЙОВИХ ДІЯХ 139
Журба К.І., Громаковський Р.В.
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІННОВАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У БпЛА.....140
Задерієнко С.І.
РОЗРОБКА КОНЦЕПТУ БЕЗПІЛОТНИХ КРОКУЮЧИХ СИСТЕМ
ІЗ АМФІБІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ 141
Заєць Я.Г., Давіденко С.В.
ЗАСТОСУВАННЯ ОПТОВОЛОКОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ
FPV-ДРОНАМИ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.....142
Засядько А.А., Гусак М.Ю., Цуря Е.І., Швець С.І.
ОЦІНКА ТОЧНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АПАРАТУРИ СПОЖИВАЧІВ ГЛОБАЛЬНОЇ
НАВІГАЦІЙНОЇ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ.....143
Зройчиков Д.В., Камак Д.О., Плинокос Д.Д.
АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ
ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 144
Івахів О.С., Микитин В.Ф., Касаткін Є.В.
ПРИНЦИП ТЕХНОЛОГІЇ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИДІЇ БпЛА 144
Ільницький І.Л., Черненко А.Д.
ПЕРСПЕКТИВИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ
ПРОВІДНИХ КРАЇН-ПАРТНЕРІВ.....145
Калачова В.В., Смик С.І., Місюра О.М., Сізон Д.О., Бабенко О.І.
АВТОНОМНІ БЕЗПІЛОТНІ АВІАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ З ПІДТРИМКОЮ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ ТА ЇХ РОЛЬ У ПОСИЛЕННІ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЗБРОЙНИХ СИЛ
УКРАЇНИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ І ПІСЛЯ ПЕРЕМОГИ 146
Калкаманов С.А., Дубовик Г.В., Олійник І.М., Бескубський В.Г.
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СКОРОЧЕННЯ ЗЛІТНОЇ ДИСТАНЦІЇ
БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА 147
Камак М.Д., Казимир В.В., Камак Д.О.
ОПТИМІЗАЦІЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ
НА EDGE-ПРИСТРОЯХ У СКЛАДІ РОЇВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 148
Каневський Л.Б., Добровінський В.П.
ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ПАСИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ АКТИВНИХ
ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ АБО ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ
БОРОТЬБИ ПРОТИВНИКА.....149
Канцедал В.М., Могила А.А.
ОСОБЛИВОСТІ МІЖЕТАПНОГО СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИМ
КОМПЛЕКСОМ РЕП МАЛИХ (ЛЕГКИХ) БпЛА У ДИНАМІЦІ КОНФЛІКТУ.....150
Караванов О.А.
ПІДХОДИ ДО БОРОТЬБИ З FPV-ДРОНАМИ 151
Карлов Д.В., Сафарова Г.М., Крайчик Л.О.
ВЗАЄМОДІЯ ЕКІПАЖІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ І
ПРОБЛЕМАТИКА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ.....152
Касаткін Є.В., Ніколаєва Л.Я., Микитин В.Ф.
БЕЗПІЛОТНА АВІАЦІЯ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ.....153
Кисільов В.І., Середенко М.М., Юрченко Р.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпАК.....154
Кізло Л.М., Пашковський В.В., Луньков А.В.
ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ.....154
Козлов Д.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ОЗНАК РАДІОСИГНАЛІВ НА ОСНОВІ IQ-ФАЙЛІВ 155

Колос Ю.О., Каращук Н.М.
ВИВЕДЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО ВИРАЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ВІДБИТОЇ ВІД БпЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ....156
Колосов І.М., Орлов С.В., Кондратюк К.П., Кривенко М.В.
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЛАБОРАТОРНИХ МЕХАНІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ....157
Королько С.В.
СПЕЦІАЛЬНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ГРАФЕНУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПОМІТНОСТІ БпЛА....158
Корольов О.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ....159
Костащук М.М., Пальчиков В.В.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БОЙОВИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ....160
Кохан В.Ф., Галицький Д.В., Ярема В.А.
ЗЕНІТНИЙ ПРИЦІЛ У ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ....160
Крайсвітний О.Б., Скугор О.В.
АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ БЕЗПІЛОТНИКІВ У СКЛАДІ БпАК ТАКТИЧНОГО РІВНЯ....161
Крупкін А.Б.
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРО-БпЛА ЯК АЛЬТЕРНАТИВА СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ЖИВОЇ СИЛИ ПРОТИВНИКА....162
Купріненко О.М., Казан П.І., Гусляков О.М., Корольова О.В., Хахула В.В.
МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОЇ ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ БОЙОВИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ НАЗЕМНИМИ КОМПЛЕКСАМИ....163
Купчин А.В., Солошенко Ю.В.
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЙОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ....164
Кучеренко Ю.Ф., Александров О.В., Возний О.О.
АНАЛІЗ ТАКТИЧНИХ ПРИЙОМІВ ЗАСТОСУВАННЯ російською федерацією БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА ТРИ РОКИ ВІЙНИ ПРОТИ УКРАЇНИ....165
Лисий О.О., Руснак В.М., Руснак В.В.
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БОЙОВИХ БпНК....166
Ломов А.О., Кирильчук В.Ю., Ющук А.М.
ПРОБЛЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА УНІФІКАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ ПЛАТФОРМ У ЗСУ....167
Луцевят О.І., Попков С.Б.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ)....167
Мажара І.П., Телятник Б.А., Шульга О.С.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВІАЦІЙНОГО НАВІДНИКА ПРИ ЗАВДАННІ УДАРУ ПО НАЗЕМНИХ ЦІЛЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ....168
Макаліш О.В., Якимчук О.В.
НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ....169
Малюк В.М., Міщенко В.С.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ....170
Мальцев В.П., Миценко І.М., Росенко О.М.
БІСТАТИЧНА РЛС ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОПОМІТНИХ І МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СИГНАЛІВ ГЕОСТАЦІОНАРНИХ ШСЗ....171
Мартинюк І.М., Шматов Є.М., Погребняк Т.Д.
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ....172

Матющенко В.Г., Кравченко В.Л.
РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВІЙСЬКОВІ ОПЕРАЦІЇ 173
Миценко І.М., Роєнко О.М., Костіна В.Л.
ЗАХИСТ БпЛА ВІД ПРИДУШЕННЯ СИГНАЛІВ УПРАВЛІННЯ ОПЕРАТОРА
У ШИРОКІЙ СМУЗІ ЧАСТОТ 174
Музика О.О., Івахів О.С.
РОЗВИТОК СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВЕДЕННЯ
СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ.....174
Назаренко В., Кочан Р.В.
ВІДДАЛЕНЕ ВІДЛАГОДЖЕННЯ СУПУТНЬОГО КОМП'ЮТЕРА БпЛА ЗА ДОПОМОГОЮ
MAVLINK-ШЛЮЗУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА СІМЕЙСТВА ESP32 176
Неуров І.В.
ЗРОСТАННЯ РОЛІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ
У ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ ЗА ДОСВІДОМ ЗБРОЙНИХ СИЛ США 176
Олійник І.М., Сушко А.Л., Невойса А.В.
ЕШЕЛОНОВАНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІД ДРОНІВ-КАМІКАДЗЕ:
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ, ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВ.....177
Опенько П.В., Іващенко С.В., Диптан В.П., Іванов В.І.
АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ПРОЦЕСІВ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
АРМІЙСЬКОЇ АВІАЦІЇ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 178
Очкуренко О.В., Зоц Ф.Ф., Мельник С.В., Кіхтенко М.О.
МЕРЕЖА НЕОБСЛУГОВУВАНИХ РЛС ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ЯРУСУ
МАЛИХ І ГРАНИЧНО МАЛИХ ВИСОТ 179
Пасічник В.М., Ільницький С.В.
АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНОГО
КОМПЛЕКСУ MQ-9 REAPER.....180
Пашковський В.В.
СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ДРОНАМИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОМПОВИХ РУШНИЦЬ.....180
Петлюк І.В., Бортнік Л.Л., Гелета С.М.
ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ
(ДОРОЗВІДКИ ЦІЛЕЙ) ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА 181
Петушков В.В., Сус С.В., Кучинська О.Б., Звершховський І.В.
ОБРОБКА НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В БОРТОВОМУ КОМПЛЕКСІ ЛІТАЛЬНОГО
АПАРАТА ПІД ЧАС ТРИВАЛОЇ ВІДСУТНОСТІ СИГНАЛУ КОРЕКЦІЇ ВІД ГНСС 182
Підлетюк Р.І., Льова О.І.
ТЕХНІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ
ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ 183
Пількевич І.А., Омельчук І.А., Свистунович І.В.
ШВИДКІСТЬ ТА МАНЕВРЕНІСТЬ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ
АПАРАТІВ З ФІКСОВАНИМ КРИЛОМ ЯК ФАКТОР ЖИВУЧОСТІ 184
Піонтківський П.М., Дзюбчук Р.В.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ НА ОПТОВОЛОКНІ ЗА ДОСВІДОМ
ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ МЕХАНІЗОВАНИМ БАТАЛЬЙОНОМ 185
Попов М.О., Гарячий М.В., Попова Н.О.
АНАЛІЗ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ
ДЛЯ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ.....186
Поручник А.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК.....187
Пулеко І.В., Свистунович І.В., Шестак І.М.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ
В УПРАВЛІННІ ГРУПОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 188

Резуненко Д.О.
ІНЖЕНЕРНИЙ ВИМІР БЕЗПІЛОТНОЇ ВІЙНИ: ТАКТИКА, ТЕХНІКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БпЛА В ІНЖЕНЕРНИХ ПІДРОЗДІЛАХ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК 189
Рибачок Д.В., Скиба О.В., Лук'янець О.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ УДАРНИМИ ДРОНАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДРОНІВ.....190
Ринський І.М., Музика О.О., Єфімов Г.В.
ПРИНЦИП ТЕХНОЛОГІЇ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИДІЇ БпЛА.....190
Рудковський О.М., Лівінська Ю.Г.
БОРОТЬБА З БпЛА ПРОТИВНИКА – ГАРАНТІЯ УСПІХУ НА ФРОНТІ І В ТИЛУ 191
Рудницький С.В., Стригун В.В., Алексєєв С.В., Братко В.В.
АНАЛІЗ ЗАТРИМОК, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ КЕРУВАННІ БпЛА ЛІТАКОВОГО ТИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ FPV 192
Рудніченко С.В., Геращенко М.М.
МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ МУЛЬТИКОПТЕРНОГО ТИПУ В БОЙОВИХ УМОВАХ 193
Руснак В.М., Лисий О.О., Руснак В.В.
ЕТАПИ КОМПЛЕКСНОГО ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ БОЙОВИХ БпНК 194
Седляр А.А., Соломатін Д.О.
ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ 195
Семенюк В.І., Василенко В.В., Неймирок О.К.
ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА 195
Слюсар В.І., Почернін С.П.
МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БЕЗПІЛОТНИХ ПЛАТФОРМ.....196
Соболяк О.В., Тріфанов В.О., Луценко В.І., Луценко І.В.
СИСТЕМИ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ БпЛА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ БТТ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОЗИЦІЙ 197
Ставицький О.М., Іванець Г.В., Ясинський О.М., Хроль Л.О.
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВІДБИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СФЕРИЧНИХ ЛІНЗОВИХ ІМІТАТОРІВ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ 198
Старцев В.В., Міхальова Л.В.
НАПРЯМИ ПАСИВНИХ ВИДІВ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРИ ЗАХИСТІ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ 199
Степанко О.С., Шейгас О.К., Колодяжний О.І., Єлісєєв Є.С.
ЗАСТОСУВАННЯ БАРАЖУЮЧИХ БОЄПРИПАСІВ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ.....200
Стешенко П.М.
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....201
Стрелковський С.В.
ПЕРСПЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИМИ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ 202
Стрінада В.В., Іщенко Д.А.
ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ВИМОГ ДО БОЄПРИПАСІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ 202
Сушко А.Л., Олійник І.М., Педько А.В.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ЖИВОЇ СИЛИ ТА ТЕХНІКИ ВОРОГА.....203
Тимчук В.Ю., Тимчук О.С., Меркулова А.М., Савчук М.М., Співак Е.
ПОШУК БАЛАНСУ МІЖ АВТОНОМНІСТЮ ТА КОНТРОЛЕМ З БОКУ ОПЕРАТОРА У БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 204

Токар А.М., Дмитрук В.В., Кухарчук І.В.
МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ
БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 205
Торський А.Р., Сеник Ю.А., Ліщинська Х.І., Войтович М.І.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ
КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 206
Тристан А.В., Шулежко А.В.
ПОКАЗНИКИ І КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПОБУДОВИ РОЮ БЕЗПІЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАТУР ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ
ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ 207
Тупиця І.М., Кривонос В.М., Ейдельштейн Г.Б., Галепа О.
ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ АВТОНОМНОСТІ БпЛА
З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ 208
Федюк С.В., Колодяжний О.І., Торчилов О.О.
ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА ЯК ГОЛОВНОГО ЕЛЕМЕНТА В ПІДГОТОВЦІ
ОПЕРАТОРІВ БпЛА 209
Худов Г.В., Маковейчук О.М., Бутко І.М., Хижняк І.А., Грідасов І.Ю.,
Соломоненко Ю.С.
ДВОЕТАПНИЙ МЕТОД СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕРЕСУ
В СИСТЕМАХ НАЦІЛЮВАННЯ УДАРНИХ FPV-ДРОНІВ НА ОСНОВІ МУРАШИНОГО
АЛГОРИТМУ ТА АЛГОРИТМУ HOUGH 210
Цицик М.В., Єфімов Г.В.
ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АПАРАТІВ 210
Чередніков О.М., Журахов О.В., Захарченко Д.С.
АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОЗМІНУВАННЯ НАЗЕМНИМИ
РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ 211
Черних Ю.О.
ВИКОРИСТАННЯ У БпЛА КОГНІТИВНОЇ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 213
Чумакевич В.О., Оніщенко О.О., Рикун В.Л.
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У НАЗЕМНИХ
БАГАТОЦІЛЬОВИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМАХ 214
Шабатура Ю.В., Літневський Ю.С.
НЕКІНЕТИЧНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З БпЛА, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ
ОПТОВОЛОКОННИЙ КАНАЛ ЗВ'ЯЗКУ ТА УПРАВЛІННЯ 215
Шейгас О.К., Дубовик Г.В., Кашко В.Г.
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ БпЛА 216
Шеремет О.С., Тупиця І.М.
ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ
ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 216
Шинкар Є.В., Зварич А.Я.
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З СИСТЕМОЮ FPV 217
Ярощук В.В., Попадюк Р.В.
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ 218
Cherkashyn S., Lezik O.
PROPOSALS FOR THE EFFECTIVE USE OF AIR DEFENSE UNITS 219
Humeniuk I., Rybchynskyi D.
METHODOLOGY FOR ENERGY-EFFICIENT USE OF TACTICAL UNMANNED AERIAL
SYSTEMS BASED ON RELAY NODES 220
Kariagin V.
REAL-TIME FLIGHT PARAMETER VISUALIZATION SYSTEM 221
Korolova O., Kazan P.
FIBER OPTIC UAVS: FEATURES AND COUNTERMEASURES 221

Korolova O., Kazan P., Khakhula V., Milkovich I.
VERSION FOR ESTIMATION OF THE EFFECTIVENESS FOR THE COMBAT UNMANNED GROUND SYSTEMS APPLICATION (COMPLEXES) BY USING THE CAPACITY QUADRAT METHOD 222
Kurinnyi D.V., Kukharska L.V.
THE DIFFERENCE BETWEEN A STRIKE DRONE AND A RECONNAISSANCE DRONE 223
Nehaenko P.M., Kukharska L.V.
UNMANNED SYSTEMS AS A CONSTANT IN MODERN WARFARE 224
Sakun D.M., Kukharska L.V.
FEATURES OF USING FIBER-OPTIC FPV DRONES IN THE russian-UKRAINIAN WAR AND COUNTERMEASURES 225
Seredyuk B.
CURRENT DEVELOPMENTS OF AUTONOMOUS LONG-RANGE, HIGH-CAPACITY DRONES 225
Volochiy B., Onyshchenko V.
ENSURING THE SPECIFIED EFFICIENCY OF THE RADIO-ELECTRONIC COMPLEX FOR DETECTING LOW-FLYING UNMANNED AERIAL VEHICLES WITHOUT INVOLVING SYSTEMS WITH EXCESSIVE VALUES OF THEIR FUNCTIONALITY INDICATORS 226
Volochiy B., Onyshchenko M., Onyshchenko V., Neurov I.
AN ALTERNATIVE APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVE RANGE OF COMBAT UNMANNED GROUND SYSTEMS 227
Volochiy B., Onyshchenko M., Onyshchenko V., Neurov I.
DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS OF THE GROUND FORCES OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE 228

СЕКЦІЯ 3
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ 230

Агафонов Ю.М., Борисенко М.В., Снісаренко А.Г.
ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТРИМУВАННЯ КРАЇНИ-АГРЕСОРА В СУЧАСНИХ УМОВАХ АСИМЕТРІЇ РЕСУРСІВ ТА ВІЙСЬКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ 230
Балковий А.В.
МОЖЛИВОСТІ ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ 231
Бондаренко О.В., Коптєв М.М., Мандзюк Р.В., Хорольський М.С.
НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ СЕРЕДНЬОГО КАЛІБРУ 231
Бондаренко С.В., Пинчук М.В.
АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ПРИКЛАДНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СИЛ І МОМЕНТІВ У МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РУХУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ 232
Бутенко О.І.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ ЯК ОСНОВНОЇ СКЛАДОВОЇ БОЙОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 233
Варава В.В.
АКТУАЛЬНІСТЬ ПИТАННЯ ЩОДО ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ ПРОТИВНИКА 234
Виговський М.В.
АНАЛІЗ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАЧІ ВИСОКОТОЧНИХ РАКЕТ 235
Вінник В.В., Москалик С.В.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ З ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ, НАДАНОГО КРАЇНАМИ-ПАРТНЕРАМИ 236

Вода Ю.Л.
ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ ОБСТРІЛУ ЦІЛЕЙ АРТИЛЕРІЄЮ 236
Гаврилюк А.О.
ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ 155-мм ГАУБИЦЬ У ВІЙСЬКАХ 237
Гмиря В.П., Нікітченко А.О.
НОВИЙ ЕТАП У ВИРОБНИЦТВІ ЗБРОЇ: ВІД ДОПОМОГИ ДО САМОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 238
Гребеник О.М.
ЩОДО МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛЬНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ 239
Гребеник О.М., Папян Б.П., Заплішна А.І.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛЬНИХ КОЛІСНИХ ШАСІ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ.....240
Гусєв Ю.М., Чепков І.Б., Лапицький С.В.
СКЛАДОВІ МАЙБУТНЬОЇ ЕКОСИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ УКРАЇНИ.....241
Демченко Є.Я.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СТВОЛЬНОЇ АРТИЛЕРІЇ 242
Дерев'янчук А.Й., Москаленко Д.Р., Супрун В.О.
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ 243
Діденко Є.Ю.
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИК СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ТА ЇХ СТАНДАРТИЗАЦІЯ.....243
Дідіченко О.А.
ДОСВІД БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ СТАНЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ «РУПОР».....244
Довбенко С.В., Зімін В.В., Давиденко Т.С.
155-мм КЕРОВАНИЙ АРТИЛЕРІЙСЬКІЙ СНАРЯД З ЛАЗЕРНИМ НАПІВАКТИВНИМ НАВЕДЕННЯМ (КАС), ШИФР «БАРВІНОК-К» 245
Жук І.С.
ПЕРСПЕКТИВИ ПІДСВІЧУВАННЯ ЦІЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....246
Звигляніч С.М., Авілов А.І., Тішкін В.В.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАСЕТНОЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ.....247
Зубков А.М., Красник Я.В., Мартиненко С.А., Годебський В.П.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ВИСОКОТОЧНИХ РАКЕТНИХ І АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ.....247
Іваницький Я.Л., Максименко О.П., Гриненко М.В., Черненко А.Д., Болкот П.А., Малюк В.М.
МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО РЕСУРСУ РОБОТИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СТВОЛІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМ ПІДХОДОМ.....248
Іваницький Я.Л., Штаюра С.Т., Оборнєв І.С., Федоренко В.В., Ільницький І.Л.
РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ ФРАГМЕНТАЦІЇ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....249
Ільків І.М., Літневський Ю.С., Середюк Б.О.
МОБІЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ОПТИЧНОЇ РОЗВІДКИ 250
Ісенко В.В.
ОСНОВНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ 251
Іщенко В.П.
ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ДО СТРІЛЬБИ ТА ВИКОНАННЯ ВОГНЕВИХ ЗАВДАНЬ ***120-мм САМОХІДНОГО МІНОМЕТА "***ALAKRAN" В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ РЕБ ПРОТИВНИКА.....252

Каляєв О.О., Радівілов О.М., Стегура С.І., Ткаченко В.В.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТ М32 253
Квятковський Р.В., Пилип С.А.
МІЖНАРОДНА ВІЙСЬКОВА ДОПОМОГА СИЛАМ ОБОРОНИ УКРАЇНИ: КОАЛІЦІЯ АРТИЛЕРІЇ В СУЧАСНІЙ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 254
Кожин О.В., Синицький Л.М., Шинкаренко О.М.
МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ ПІД ЧАС СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ РАКЕТ (РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ) 255
Козир Н.М.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ДАЛЬНОСТІ СТРІЛЬБИ ПЕРСПЕКТИВНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ 256
Конвісар М.Г.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗРОБЛЕННЯ ДАЛЕКОБІЙНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ ВІТЧИЗНЯНИМИ ВИРОБНИКАМИ 256
Корольов О.О.
ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ БОЙОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ (БРК) 257
Коростельов В.А.
ЗМІНИ У ТАКТИЦІ ЗАСТОСУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ 258
Косовцов А.Ю., Грабчак В.В.
ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ СНАРЯДА НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ 259
Красник Я.В., Юнда В.А., Сірий Ю.І., Юнда Д.В.
ГІПЕРЗВУКОВА ЗБРОЯ – ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ВИЗНАЧЕННЯ, ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СТАН РОЗРОБОК 260
Лаврик С.В.
АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ САМОХІДНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАУБИЦЬ ВІД ВИСОКОТОЧНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ З НАПІВАКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ САМОНАВЕДЕННЯМ 260
Левкович П.В., Іщенко О.В.
КОМПЛЕКСУВАННЯ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА СПОСТЕРЕЖНОМУ ПУНКТІ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ 261
Ліцман А.М., Міщенко Ю.В.
МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ ДЛЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ СНАРЯДИ ЗІ СКЛАДНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ ПОЛЬОТУ 262
Логвінов Ю.Ф., Педенко Ю.О., Зуйков В.О., Дейнека І.І.
ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДУ ROOT-MUSIC ПІД ЧАС РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СУПРОВОДУ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ НАД СУШЕЮ 263
Мазій В.Р., Фіщук І.М., Рапута О.О.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ВИСОКОТОЧНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ І РАКЕТ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА 264
Майборода Ю.М.
АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ ВИСОКОТОЧНИХ (КЕРОВАНИХ) МІН В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ 264
Майстренко О.В.
НЕОБХІДНІСТЬ СТВОРЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ (РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ) СИСТЕМ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ, АВТОМАТИЗОВАНИХ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ІЗ ЗАСОБАМИ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ 265
Макеєв В.І., Раскошний А.Ф., Григоренко Р.М.
МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО БЮЛЕТЕНЯ «МЕТЕОСЕРЕДНІЙ-11» ПРИ ЗОНДУВАННІ АТМОСФЕРИ ЗОНДОМ ІЗ GPS 266

Мартиненко С.А., Каменцев С.Ю., Андреєв І.М., Годебський В.П.
ДИСТАНЦІЙНЕ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ РЕАКТИВНИМИ СИСТЕМАМИ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ 267
Мелешко О.М.
ОСОБЛИВОСТІ ВИВІРКИ БОЙОВИХ МАШИН РЕАКТИВНОЇ АРТИЛЕРІЇ, ОСНАЩЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ НАВЕДЕННЯМ ТА ВОГНЕМ....268
Мельник А.П.
ПОГЛЯДИ НА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ОКРЕМИХ ПИТАНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ ПІДРОЗДІЛАМИ АРТИЛЕРІЇ....268
Муковоз О.М.
ЗДОБУТКИ І ВИКЛИКИ В РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ 269
Новак Д.А.
ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ УДАРНИХ БпЛА ВЕЛИКОЇ ДАЛЬНОСТІ ПОРІВНЯНО ІЗ КРИЛАТИМИ ТА БАЛІСТИЧНИМИ РАКЕТАМИ 270
Онофрійчук А.Я., Грабчак В.І.
ВПЛИВ НУТАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ НА ПОЧАТКОВУ ШВИДКІСТЬ ПОЛЬОТУ СНАРЯДА 271
Пастухов В.В.
РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ: ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В РАКЕТНИХ ВІЙСЬКАХ І АРТИЛЕРІЇ 272
Пастухов В.В.
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ 272
Пасько І.В.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ЦІЛЕЙ....273
Пасько О.І.
МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ ДЛЯ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ПІДРОЗДІЛІВ АРТИЛЕРІЇ....274
Петлюк І.В., Гелета С.М.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНИХ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ 275
Петлюк І.В., Мельничук В.І.
ДОСЛІДЖЕННЯ У ГАЛУЗЯХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ГЕОПРОСТОРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИЛОВИХ СТРУКТУР ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 276
Поповченко О.М., Степанов С.С.
МЕТОД ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ....277
Приміренко В.М., Вощелев С.Р.
АКТУАЛІЗАЦІЯ ПОРЯДКУ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАКЕТНИХ УДАРІВ В УМОВАХ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ НАЯВНИХ ТА ПЕРСПЕКТИВНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ 278
П'янтківський А.П.
ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ У РАКЕТНИХ ВІЙСЬКАХ І АРТИЛЕРІЇ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ 279
Романчук В.М., Шандрівський А.Г.
ДОСЛІДЖЕННЯ АДМІТАНСУ ГАЛЬМІВНОЇ РІДИНИ ПРИЛАДОМ NanoVNA....279
Савчук Д.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЯГАЧА З БРОНЕКАПСУЛОЮ ДЛЯ ОБСЛУГИ ПРИЧІПНИХ 155-мм АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ....280
Сай С.М.
СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ, ОСНАЩЕНИХ МІНОМЕТОМ 281

Семів Г.О., Снітков К.І., Поліщук А.М.
ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИМИ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ БОЄПРИПАСАМИ ШЛЯХОМ ВИГОТОВЛЕННЯ ЇХ 3D-ДРУКОМ 282
Сергієв С.В.
УНІФІКАЦІЯ МЕТЕОБЮЛЕТЕНІВ НАТО ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В АРТИЛЕРІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 283
Сигляник І.В., Дідіченко О.А.
ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ....284
Сірий Ю.І., Андреєв І.М., Годебський В.П.
НЕОБХІДНІСТЬ РОЗВИТКУ ТА ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА 60-мм МІНОМЕТІВ І МІН В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ.... 285
Снісаренко А.Г., Агафонов Ю.М., Тішкін В.В.
РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НЕЯДЕРНИХ СИЛ СТРИМУВАННЯ 285
Соколовський С.М., Внучкова Г.В., Штуглинець Д.І.
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА СПОСТЕРЕЖНИХ ПУНКТАХ....286
Степаненко О.В., Вакал А.О.
ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ БпЛА 287
Стецiв С.В., Мізін В.С., Ткаченко В.В.
ОСОБЛИВОСТІ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ М28 288
Столяренко М.П.
ШЛЯХИ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРОВАНОЇ МІНИ 289
Тимчук В.Ю., Бобровський Д.Б., Пєтушков В.В., Савчук М.М.
ВІЗІЯ НА АРТИЛЕРІЙСЬКУ КОМПОНЕНТУ БОЙОВИХ ДІЙ XXI СТОЛІТТЯ 290
Тимчук В.Ю., Литвин В.В., Агеєв А.А., Триснюк В.М., Шумейко В.О., Медяков О.О.
РІЗНОВИД СИСТЕМИ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЦІЛЕВКАЗІВКИ 291
Тішкін В.В., Агафонов Ю.М., Фустій В.С.
ЗАСТОСУВАНЯ КОМПЛЕКСУ КРИЛАТИХ РАКЕТ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ ДАЛЬНІСТЮ ДО 2000 км 292
Фіцайло Т.М., Векленко Ю.А.
РОЗВИТОК АРТИЛЕРІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ....292
Фіщук І.М., Мазій В.Р., Рапута О.О.
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 3D-ДРУКУ У СИСТЕМІ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРІВ-АРТИЛЕРИСТІВ....293
Холін В.М., Хардель Р.З.
ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ, НАДАНИХ КРАЇНАМИ-ПАРТНЕРАМИ, В СИСТЕМУ КОМПЛЕКСНОГО ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА 294
Цегельник В.В., Файфура М.В., Задорожний В.П.
ПЕРСПЕКТИВНА УКРАЇНСЬКА РЕАКТИВНА СИСТЕМА ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ «БЕРЕСТ»....295
Чернецька С.Б., Адаськова Д.А.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМІНОЛОГІЇ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ У СТАНДАРТАХ НАТО ТА УКРАЇНСЬКИХ ДЖЕРЕЛАХ....296
Шевченко В.В., Черманенко Є.О., Лазня О.О.
ЦІЛЬОВЕ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОХОВИХ ЗАРЯДІВ ДЛЯ ГАРМАТ З РІЗНОЮ ДОВЖИНОЮ СТВОЛА ЯК КРИТИЧНИЙ ФАКТОР БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ....296
Шевченко О.А.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ БАЗОВИХ ШАСІ ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 297
Щенякін Д.О.
3D-ДРУК АРТИЛЕРІЙСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ: ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ШВИДКОГО ВІДНОВЛЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ 298
Щигло В.О.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 299

Щигло О.І.
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ САМОХІДНИХ ГАУБИЦЬ 300
Юнда В.А., Юнда Д.В., Новак Д.А.
ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИЙ РАКЕТНИЙ КОМПЛЕКС 1КР1 «САПСАН».....300
Ярмоленко М.В., Векленко Ю.А., Фіцайло Т.М.
МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ БОЄПРИПАСІВ ТА АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СТВОЛІВ ЗА ПЛАНАМИ ВИПРОБУВАНЬ [NUT] І [NUr] 301
Яровенко В.В.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ЇХ НА РОБОТИЗОВАНІ ПЛАТФОРМИ.....302
Ilkiv I., Litnevskyy Yu., Seredyuk B.
MODELING, AUTOMATION AND OPTIMIZATION OF MISSILE STRIKE CONTROL 303

СЕКЦІЯ 4
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ
ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СИЛ ПІДТРИМКИ 305

Андрущенко І.С., Гайка Ю.А., Сікан Ю.В.
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ЗАСОБУ В СКЛАДНІЙ РАДІОЕЛЕКТРОННІЙ ОБСТАНОВЦІ.....305
Баранов А.М., Баранов Ю.М.
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПОКАЗНИКІВ І КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕВАКУАЦІЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ 306
Балога В.Т., Баранов А.М., Баранов Ю.М.
МІСЦЕ БЕЗПІЛОТНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ.....307
Березовський А.І., Махнюк О.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ.....308
Бисов А.С., Онищук О.Р.
ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ, ЯКІ НАДІЙШЛИ В РАМКАХ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ ДОПОМОГИ, ВРАХОВУЮЧИ СПЕЦИФІКУ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ (СПЕЦІАЛЬНИХ) ЗАВДАНЬ.....308
Бідник І.І., Корольов О.О.
СУЧАСНІ СПОСОБИ ВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ 309
Білоус В.А.
ПОКРАЩЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРЕДОВИХ СИСТЕМ ПІДВІСКИ 310
Брянкін С.С., Озеран Г.П., Подчерніна В.О.
РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ АЕРОЗОЛЬНОГО ПРИКРИТТЯ:
ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ.....311
Букін О.В., Логвінов Ю.Ф., Резниченко М.Г., Дробна О.В., Лабазов С.М.
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ПІДПОВЕРХНЕВОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ.....311
Войтович М.І., Ліщинська Х.І., Сеник А.П.
ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НОСІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ РАМНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВІЙСЬКОВИХ МОСТІВ ЗА ДІЇ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ 312
Войцеховський С.І., Літвінчук Р.В.
ПОКРАЩЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МОДИФІКАЦІЇ ТРАНСМІСІЇ.....313
Волох О.П.
ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ПОДОЛАННЯ РУЙНУВАНЬ І ПЕРЕШКОД 314
Врублевський І.Й.
ОПТИМІЗАЦІЯ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНУ ВІБРОТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ У МАШИНАХ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 315

Гайка Ю.А., Єгоров В.О., Андрущенко І.С.
УНІВЕРСАЛЬНА СИСТЕМА АВАРІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПОСТАХ РАДІОМОНІТОРИНГУ 315
Горчинський І.В., Величко Л.Д.
ВИКОРИСТАННЯ ПОДОВЖЕНИХ ЗАРЯДІВ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ МІННИХ ПОЛІВ 316
Гриб Д.А., Гурєєв І.В., Заєць Я.Г.
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОКРЕМИХ МАЛОВИСОТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ПІДРОЗДІЛІВ 317
Гузик Н.М., Ліщинська Х.І., Сокульська Н.Б.
ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗАХИСНИХ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ДІЇ ВИБУХОВИХ ФАКТОРІВ 318
Давидовський Л.С., Бісик С.П., Саковець В.В., Сєдов С.Г.
ЗАПЕРЕШКОДНА ДЕФОРМАЦІЯ ШОЛОМІВ БОЙОВИХ БАЛІСТИЧНИХ – ОБОВ'ЯЗКОВИЙ КРИТЕРІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ВІДПОВІДНОСТІ.....319
Жубінський Ф.Ф.
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПОЛЬОВИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СКЛАДІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА 320
Жукова А., Медвідь Є., Приймачук С.
ВІЙСЬКОВІ АБРЕВІАТУРИ ТА СКОРОЧЕННЯ У СИСТЕМАХ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ПРОБЛЕМИ РОЗУМІННЯ Й ПЕРЕКЛАДУ 320
Задорожний Д.М.
ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ 321
Звонко А.А., Снітков К.І., Поліщук А.М.
ОСОБЛИВОСТІ ОБЛАДНАННЯ ПОЗИЦІЙ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ.....322
Казмірчук Р.В., Матвєєв Г.А.
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА, ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇХ ПОДАЛЬШОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....323
Каленик М.М., Козак С.І., Семенюк В.В.
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЖИВУЧОСТІ 324
Каленик М.М., Пришляк В.С., Шолубко Д.В.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РУХОМИХ ЗАСОБІВ РЕМОНТУ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ 325
Калініченко О.С., Горбань Г.В.
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЄКТУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ (ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ) 326
Ківшик Є.І.
НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ І ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК І ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА.....326
Киба Д.В., Гоцуляк С.В.
ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ РОЗМІНУВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙ З РОЗМІНУВАННЯ В БОЙОВИХ УМОВАХ.....327
Киця А.Р., Базиляк Л.І., Ванкевич П.І., Болкот П.А., Завалій І.Ю.
НАНОКОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ОКСИДІВ МІДІ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ТА ОВТ.....328
Коваль В.В., Кібальник В.М.
АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ І ПРОБЛЕМА ОСМИСЛЕНОГО ЛЮДСЬКОГО КОНТРОЛЮ 329
Козлов В.Г.
РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ АРХІТЕКТУР ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОНОМНИХ КОМПЛЕКСІВ РЕБ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....330

Колодій В.О., Сорокатий М.І.
ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ ПОНТОННИХ МОСТІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ, ЇХ ЗАХИСТУ ТА НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕК В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ 331
Колотело П.О., Головатий Р.А.
НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК (СИЛ) І ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА 332
Контуров В.М.
ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЗРАЗКІВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 332
Кривцун В.І., Коцюруба В.І., Герега Д.М.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДТРИМКИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ) ЗА ДОСВІДОМ ВІЙНИ рф ПРОТИ УКРАЇНИ 333
Кузьмичев А.В.
ІНЖЕНЕРНІ БЕЗПІЛОТНІ СИСТЕМИ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ У СКЛАДІ СИЛ ПІДТРИМКИ ЗС УКРАЇНИ 334
Кузнецов В.О., Ляшенко В.А., Ільчишин В.В.
АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МОБІЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ РОЗМІНУВАННЯ 335
Кучер М.В., Стельмах П.О.
НЕОБХІДНІСТЬ В УДОСКОНАЛЕННІ СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК З ОГЛЯДУ НА ПОТРЕБИ СЬОГОДЕННЯ 336
Ліщинська Х.І., Войтович М.І., Гузик Н.М., Сеник А.П.
ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ 337
Ляшенко В.А., Мішок А.А., Дирман Ю.В.
СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ І РОЗМІНУВАННЯ ВНП 338
Ляшенко В.А., Мішок А.А., Ільчишин Ю.В.
МЕТОДИ ПОШУКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ 339
Маліновський Н.О., Шолубко Д.В., Пришляк В.С.
ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ МАШИНОДРОМІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ МЕХАНІКІВ-ВОДІЇВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ 340
Мельник М.О., Каратаєва Л.М., Мельник Р.М.
АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТУЖНИХ АКУСТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ОБОРОННИХ ТА БЕЗПЕКОВИХ ЦІЛЕЙ 340
Мельниченко С.П.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРОТИДІЇ ТЕХНІЧНИМ РОЗВІДКАМ: НОВА ЕРА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ 341
Міщенко В.С., Малюк В.М., Балога В.Т.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ У ХОДІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ 342
Нанівський Р.А., Яннікова В.І.
АНАЛІЗ АНГЛОМОВНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЗРАЗКАМИ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СИЛ ПІДТРИМКИ 343
Невмержицький І.М., Торба К.П., Казакова О.О.
ПРОЄКТУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНОГО SIMULINK-ДОДАТКА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ КОМПЕНСАЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД, ЩО РЕАЛІЗОВАНИЙ В РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІЇ П-18МА 344

Нещадін О.В., Ковальов Г.Г.
СУЧАСНИЙ АЛГОРИТМ ОБЛАДНАННЯ ПОЗИЦІЙ (ОКОПУ) В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА 344
Ніколайчук Л.Г.
НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОГО СПЕЦОДЯГУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ 345
Оборонов М.І., Корсунов С.І.
НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА 346
Огородник І.В., Клочун І.А., Онищук О.Р.
СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ХБРЯ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 347
Одосій Л.І., Паращук Л.Я.
ФОТОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОЧУТЛИВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ 348
Окіпняк Д.А., Фарбота А.І.
РОЗВИТОК ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ СИЛ ПІДТРИМКИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ....349
Орєхов С.В., Лезік О.В.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГРАМ ЗВОРОТНОГО ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ У САНТИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ 350
Паляниця Х.Б., Паляниця Б.Б.
ФОРМУВАННЯ І ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НОВІТНЬОЇ МОДЕЛІ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВО-ПОВІТРЯНОЇ БАЗИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ 351
Паращук Л.Я., Одосій Л.І.
ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ КАМУФЛЯЖІВ ЯК ЗАСОБІВ МАСКУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК (СИЛ)....351
Плинокос Д.Д., Івженко І.В.
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ 352
Радзіковський С.А., Павельчук В.Л.
ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ 353
Рибачук О.І.
ОБІЗНАНІСТЬ У КОСМІЧНОМУ ДОМЕНІ ЯК ЧИННИК, ЩО ВПЛИВАЄ НА ЖИВУЧІСТЬ ВІЙСЬК 354
Романчук Я.П.
ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ДАЛЬНОСТІ ПОЛЬОТУ ДИМОВОЇ ГРАНАТИ 355
Рощин В.О., Аборін В.М.
АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАКЕТІВ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ....356
Руснак В.М., Харченко О.Л.
ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПЕРВИННИХ (МОБІЛЬНИХ) УКРИТТІВ....357
Саврун Б.Є.
ФОРТИФІКАЦІЙНІ ОБОРОННІ УКРІПЛЕННЯ – ОСНОВА СТІЙКОСТІ ОБОРОНИ....358
Саврун Б.Є., Цицик М.В.
НОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК 359
Сидорчук О.Л., Залевський В.Й.
ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ПОМІТНОСТІ ЇХ АНТЕННИХ СИСТЕМ....360

Сокульська Н.Б., Кмін В.Ф., Кмін В.О.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІНЖЕНЕРНИХ (ФОРТИФІКАЦІЙНИХ) СПОРУД 361
Стаднічук О.М., Каршень А.М., Ліщинський О.Ю.
РОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ 362
Стельмах П.О., Кучер М.В.
МОДЕРНІЗАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ 362
Таран І.А., Шить О.О.
РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ПОВІТРЯНИМ ПРОСТОРОМ 363
Убайдуллаєв Ю.Н., Ясько В.А.
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ 364
Фтемов Ю.О.
ВПЛИВ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ НА ЖИВУЧІСТЬ ВІЙСЬК (СИЛ) 364
Хом'як К.М., Ларіонов В.В.
АЕРОЗОЛЬНЕ МАСКУВАННЯ – СУЧАСНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ 365
Хохленко О.В., Іваничко В.В.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ) НА ПОЛІ БОЮ 366
Цибуля С.А., Галаган В.І., Третяк Н.М.
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МАСКУВАННЯ 367
Шеремет І.А., Іваненко В.О., Лисий О.О.
ПРОВЕДЕННЯ ПОПЕРЕДНІХ (ДОСЛІДНИХ) ВИПРОБУВАНЬ АНТИТЕПЛОВІЗІЙНИХ КОСТЮМІВ "РІПЕР" І "ТІНЬ" 368
Ющук А.М., Ломов А.О., Кирильчук В.Ю.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ СИЛ ПІДТРИМКИ 369
Яремчук А.В.
ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИЙ ЗАСІБ З МІННИМ ТРАЛОМ 370
Білик А.С., Кашуба Я.М.
ОГЛЯД ЗАСОБІВ І МЕТОДІВ ПРОТИДІЇ ДРОНАМ ІЗ КЕРУВАННЯМ НА ОПТОВОЛОКНІ .. 371
Панасюк А.В., Папуш О.Г., Пасічнюк В.І.
НЕДОСТАТНЯ МОДУЛЬНІСТЬ ЗБРОЙНИХ СИСТЕМ ЯК ОДНА З ГОЛОВНИХ ПРОБЛЕМ ВОЄННОГО МИСТЕЦТВА СУЧАСНОСТІ 372
Bilash O.V., Sorokatyi M.I., Velychko L.D.
CAMOUFLAGE OF MILITARY FACILITIES FROM ADVERSARY INTELLIGENCE IN CONDITIONS OF INFORMATION TRANSPARENCY 373
Hlova T.Ya., Hlova B.M.
THE INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF TANKS FOR STORAGE OF EXPLOSIVE AND TOXIC SUBSTANCES 374
Kashuba Y.M.
SYSTEMS OF MESH ELEMENTS AS EXAMPLES OF SHELTERS TO INCREASE THE SURVIVABILITY OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT 375
Okipniak D., Okipniak A.
CURRENT SITUATION PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING NATO ENGINEERING WEAPONS AND EQUIPMENT DURING RUSSIAN-UKRAINIAN WAR 376
Rezunenko D.
REAL-TIME ENGINEERING UAVs: A NEW DIMENSION OF TACTICAL MOBILITY FOR SUPPORT FORCES 377
Velychko L.D., Sorokatyi M.I., Bilash O.V.
MODELING THE BEHAVIOR OF ENGINEERING UNMANNED SYSTEMS IN COMBAT ENVIRONMENTS THROUGH DIGITAL TWINS 377
ЗМІСТ 379

Наукове видання

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції

(Львів, 14-15 травня 2025 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. 50,00
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.