

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК
ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА САГАЙДАЧНОГО

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИМІРЮВАННЯ І ОБРОБКА ДАНИХ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

ВБ 5

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	25 Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону
спеціальність	255 Озброєння та військова техніка
Статус дисципліни	Вибіркова
Загальний обсяг	3 кредити ЄКТС (90 год.)
Форма підсумкового контролю	Залік
Терміни викладання	4 семестр
Мова викладання	Українська

Робочу програму навчальної дисципліни «Вимірювання і обробка даних в наукових дослідженнях» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Озброєння та військова техніка Сухопутних військ», робочого навчального плану підготовки ад'юнктів за вказаною ОНП та відповідних нормативних документів

Розробник програми:

Юрій ШАБАТУРА працівник Збройних Сил України доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електромеханіки та електроніки факультету ракетних військ і артилерії

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни: підготовка здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії, які володіють сучасними методами і засобами проведення вимірювальних експериментів під час здійснення наукових досліджень озброєнь і військової техніки, знають і вміють практично використовувати новітні методи обробки даних під час проведення наукових досліджень, а також здатні здійснювати автоматизацію вимірювальних експериментів шляхом створення і застосування інформаційно-вимірювальних систем.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми навчальна дисципліна забезпечує набуття **компетентності:**

загальні:

- ЗК 1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК 2.** Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ЗК 3.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК 5.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми,

спеціальні (фахові, предметні):

- ФК 2.** Здатність інтерпретувати результати проведених експериментів та брати участь у дискусіях із досвідченими науковцями в галузі озброєння та військової техніки стосовно наукового значення та потенційних наслідків отриманих результатів;
- ФК 6.** Здатність оцінювати ефективність виконаних наукових досліджень з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;
- ФК 7.** Здатність розробляти та удосконалювати теоретичні й експериментальні методи визначення доцільності використання нових фізичних принципів, технічних рішень і технологічних процесів під час створення перспективних і вдосконалення елементів, складових та зразків озброєння та військової техніки.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми встановлені наступні **програмні результати навчання (РН)**, якими повинен оволодіти здобувач після вивчення навчальної дисципліни.

- РН 1.** Мати передові концептуальні та методологічні знання в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;

РН 3. Планувати і виконувати теоретичні та/або експериментальні дослідження в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами вивчення навчальної дисципліни "Вимірювання і обробка даних в наукових дослідженнях" є опанування таких навчальних дисциплін:

Код та найменування навчальної дисципліни	Здобуті результати навчання
1	2
<p>ОК 1. Загальні проблеми озброєння та військової техніки</p>	<p>ПР01. Мати передові концептуальні та методологічні знання в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.</p> <p>ПР02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми озброєння та військової техніки сухопутних військ державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень в наукових публікаціях у фахових виданнях.</p> <p>ПР03. Планувати і виконувати теоретичні та/або експериментальні дослідження в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників.</p> <p>ПР04. Розробляти, удосконалювати та досліджувати математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань на етапах створення (модернізації), експлуатації, відновлення, випробувань озброєння та військової техніки сухопутних військ.</p> <p>ПР05. Здатність демонструвати значну авторитетність, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічної та професійної доброчесності, постійної відданості розвитку нових ідей у передових контекстах професійної та наукової діяльності.</p> <p>ПР07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або</p>

	інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ.
ОК 4. Методологічні основи наукових досліджень	<p>ПР05. Здатність демонструвати значну авторитетність, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічної та професійної доброчесності, постійної відданості розвитку нових ідей у передових контекстах професійної та наукової діяльності.</p> <p>ПР06. Володіти вміннями та навичками з питань організації і здійснення освітнього процесу в сучасних умовах, його наукового, навчально-методичного та нормативного забезпечення, опрацювання наукових та інформаційних джерел при підготовці занять, застосування активних методів викладання навчальних дисциплін.</p> <p>ПР07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ.</p>

3. Очікувані результати навчання з дисципліни

За результатами вивчення навчальної дисципліни здобувачі повинні:

знати:

методи і сучасні засоби проведення вимірювальних експериментів в процесі наукових досліджень;

сучасні методи обробки даних отриманих в результаті проведення вимірювальних експериментів;

вміти:

складати плани і безпосередньо проводити вимірювальні експерименти;

використовувати сучасні програмно-комп'ютерні засоби для обробки експериментальних даних.

Вивчення дисципліни "Вимірювання і обробка даних в наукових дослідженнях" дозволить здобувачам PhD оволодіти методиками проведення вимірювальних експериментів з використанням сучасних інформаційно-вимірювальних систем та програмних засобів для обробки експериментальних даних. Дані компетенції є необхідними для проведення повноцінних наукових досліджень за спеціальністю 255 Озброєння та військова техніка.

4. Осяг дисципліни і розподіл у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять

Семестри	Кількість кредитів ЄКТС	Кількість годин:												Контрольний захід		
		Загальний обсяг	Аудиторних:												Самостійна робота	
			Всього	В тому числі:												
				Лекції	Семінарські заняття	Групові заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Групові вправи	Тактичні заняття (ТСЗ)	Контрольний захід	Години, які враховані до загального бюджету часу ¹				
										Практичні заняття в полі	Практичні заняття вночі	Навчально-методичні ²				
4	3	90	30	18			10				2				60	Залік
Разом	3	90	30	18			10				2				60	

5. Програма навчальної дисципліни

№ з/п	Види навчальних занять, індивідуальні завдання та їх номери, контрольні заходи	Всього годин	Денна		Номери семестрів, назва змістового модуля (розділу), тема занять, навчальні питання
			Аудиторних годин	Самостійних робіт	
1	2	3	4	5	6
4 семестр					
Розділ 1 Основи теорії вимірювань і обробки даних					
Тема № 1. Основні поняття в теорії вимірювань та обробки даних					
1	Лекція №1	2	2	4	<p>Заняття 1. Вступ. Введення в сучасну технологію вимірювань.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні визначення та поняття. 2. Вимірювальний експеримент в науковому дослідженні і його забезпечення. <p>Самостійна робота</p> <p>Алогів та цифрові вимірювальні засоби.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні методи вимірювальних перетворень. 2. Класифікація і основні технічні характеристики сучасних вимірювальних засобів
2	Лекція №2	2	2	4	<p>Заняття 2. Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС). Класифікація ІВС.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системи автоматичного контролю. 2. Системи розпізнавання образів. 3. Системи технічної діагностики. <p>Самостійна робота</p> <p>ІВС в сучасних експериментальних дослідженнях.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості організації і проведення вимірювального експерименту. 2. Оцінка достовірності отриманих результатів.

1	2	3	4	5	6
3	Практичне заняття №1	2	2	4	<p>Заняття 3. Загальні принципи організації експериментальних досліджень з використанням ІВС.</p> <p>1. Автоматизація вимірювального експерименту. 2. Апаратне і програмне забезпечення вимірювального експерименту</p> <p>Самостійна робота Вимірювально-обчислювальні комплекси.</p> <p>1. Узагальнена структурна схема комп'ютеризованої вимірювальної системи. 2. Мікропроцесорні засоби вимірювань</p>
4	Лекція №3	2	2	4	<p>Заняття 4. Теорія похибок вимірювань.</p> <p>1. Визначення і класифікація похибок вимірювань. 2. Абсолютні і відносні похибки. 3. Випадкові і систематичні. 4. Зменшення похибок визначення координат цілі при використанні засобів розвідки за досвідом війни з РФ.</p> <p>Самостійна робота Сучасні методи враховування і компенсації похибок вимірювань</p> <p>1. Основні методи зменшення похибок. 2. Оцінювання і компенсація похибок</p>
5	Лекція №4	2	2	4	<p>Заняття 5. Основи теорії невизначеності вимірювань.</p> <p>1. Основні концепції і поняття. 2. Нормальна і розширена невизначеність.</p> <p>Самостійна робота Концептуальні засади проектування вимірювальних систем на основі часового представлення вимірювальної інформації.</p> <p>1. Принципи функціонування вимірювальних каналів. 2. Порівняльний аналіз вимірювальних систем.</p>

1	2	3	4	5	6
6	Практичне заняття №2	2	2	4	<p>Заняття 6. Практика оцінювання і розрахунку похибок вимірювань</p> <p>1. Розрахунок похибок прямих вимірювань. 2. Розрахунок похибок непрямих вимірювань</p> <p>Самостійна робота Якість і представлення результатів вимірювань</p> <p>1. Оцінка якості і представлення результатів вимірювань на основі теорії похибок 2. Оцінка якості і представлення результатів вимірювань на основі теорії невизначеності вимірювання</p>
Тема №2. Будова та структурні компоненти сучасних ІВС. Методи обробки експериментальних даних					
7	Лекція №5	2	2		<p>Заняття 1. Класичні та інноваційні вимірювальні канали сучасних ІВС.</p> <p>1. Особливості і різновиди структури класичного вимірювального каналу. 2. Вимірювальні канали на основі часового представлення вимірювальної інформації.</p>
8	Практичне заняття №3	2	2	4	<p>Заняття 2. Зміст і етапи інформаційно-вимірювальних технологій.</p> <p>1. Технології і практика побудови спеціалізованих військово-технічних ІВС. 2. Практика вибору сенсорів для впровадження вимірювальних експериментів.</p> <p>Самостійна робота Сенсори в ІВС</p> <p>1. Системи сенсорів і вимірювальних перетворювачів. 2. Узгодження сигналів сенсорів та їх оцифрування</p>
9	Лекція №6	2	2	4	<p>Заняття 3. Статистичні методи обробки вимірювальної інформації</p> <p>1. Обчислення основних статистичних характеристик випадкової похибки. 2. Оцінювання закону розподілу випадкової похибки.</p> <p>Самостійна робота Планування і проведення вимірювальних експериментів.</p> <p>1. Метрологічне забезпечення. 2. Планування експерименту.</p>

1	2	3	4	5	6
10	Практичне заняття №4	2	2	4	<p>Заняття №4. Фільтрація і усереднення експериментальних даних.</p> <p>1. Фільтрація в аналогових вимірюваннях 2. Фільтрація в цифрових вимірюваннях</p> <p>Самостійна робота</p> <p>Сучасні мікроконтролери в інформаційно-вимірювальних системах.</p> <p>1. Класифікація і поєднаний аналіз мікроконтролерів. 2. Мікроконтролерні платформи та їх сенсорне забезпечення</p>
11	Лекція №7	2	2	4	<p>Заняття 5. Нечіткий логічний аналіз.</p> <p>1. Основні поняття теорії нечіткого логічного аналізу. 2. Нечіткий логічний аналіз в вимірюваннях</p> <p>Самостійна робота</p> <p>Аналого-цифрові перетворювачі вимірювальних засобів.</p> <p>1. Особливості характеристик і застосування АЦП інтегрованих в мікроконтролери . 2. АЦП в автономному виконанні.</p>
12	Лекція №8	2	2	4	<p>Заняття 6. Інтелектуальний аналіз великих масивів експериментальних даних.</p> <p>1. Корінні відмінності інтелектуального аналізу даних від методів статистичної обробки. 2. Основні алгоритми інтелектуального аналізу даних</p> <p>Самостійна робота</p> <p>Характерні похибки комп'ютерних вимірювальних систем.</p> <p>1. Похибки цифрових вимірювань. Визначення СКВ загальної похибки вимірювання. 2. Оцінка достовірності контролю. Помилки першого та другого роду.</p>
13	Лекція №9	2	2	4	<p>Заняття 7. Основні алгоритми обробки вимірювальної інформації.</p> <p>1. Інтерполяція та апроксимація даних 2. Кореляційний та дисперсійний аналіз.</p> <p>Самостійна робота</p> <p>Інтерфейси і передавання даних в вимірювальних системах</p> <p>1. Особливості локальних вимірювань 2. Особливості розподілених вимірювань.</p>

1	2	3	4	5	6
14	Практичне заняття №5	2	2	8	<p>Заняття 8. Практика застосування комп'ютерних систем Maple і Matlab в обробці і візуалізації вимірювальних даних.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Апроксимація та інтерполяція. 2. Побудова регресійних моделей. <p>Самостійна робота</p> <p>Застосування комп'ютерних програмних комплексів для вирішення задач обробки даних вимірювань.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Програмний комплекс MAPLE 2. Програмний комплекс MatLab
15	Самостійне заняття	4		4	Заняття 9. Підготовка до заліку.
16	КЗ	2	2		залік
17	Всього за розділ 1	90	30	60	
18	Всього за 4 семестр	90	30	60	
19	Разом	90	30	60	

Індивідуальні завдання

Робочою програмою навчальної дисципліни виконання індивідуальних завдань не передбачено.

6. Форми поточного та підсумкового контролю та засоби діагностики результатів навчання

Контрольні заходи з навчальної дисципліни включають наступні види контролю: поточний, самоконтроль та підсумковий (у формі заліку)

Поточний контроль проводиться викладачем на всіх видах навчальних занять в ході вивчення дисципліни. Основною метою поточного контролю є постійне отримання викладачем інформації про якість засвоєння ад'юнктами матеріалу дисципліни, перевірка готовності ад'юнктів до виконання наступних навчальних завдань, а також управління їх навчальною мотивацією.

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, письмового контролю (летючки), тестування, комп'ютерного тестування під час проведення навчальних занять та виконання практичних завдань.

Результати поточного контролю використовуються для коригування методів і засобів навчання, оптимізації самостійної роботи ад'юнктів та враховуються на контрольному заході із навчальної дисципліни.

Самоконтроль призначений для самооцінки ад'юнктами якості засвоєння навчального матеріалу з дисципліни і може здійснюватися у формі тестування на ПЕОМ, відповідей на питання для самоконтролю.

Підсумковий контроль з навчальної дисципліни проводиться у вигляді заліку в термін, встановлений графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою навчальної дисципліни.

№ з/п	Види контролю	Засоби діагностики успішності навчання
1	2	3
1.	поточний	усне опитування, письмовий контроль, виступи на практичних заняттях, самостійне опрацювання письмових завдань, винесених на самопідготовку. Є складником поточної оцінки ПКпо. Результат враховується при вирахуванні оцінки за поточний контроль (ПКПЗ)
2.	самоконтроль	відповіді на питання для самоконтролю, які містяться у завданнях на самопідготовку по кожному заняттю, застосування отриманих компетенцій у власному науковому дослідженні.
3.	підсумковий	залік

Кількість контрольних заходів, форми їх проведення, періодичність доводяться до курсантів на початку вивчення дисципліни та навчального семестру.

Підсумковий контроль. *Залік* є завершальним етапом вивчення навчальної дисципліни і проводиться в усній формі як окремий контрольний захід.

У період підготовки до заліку з ад'юнктами обов'язково проводиться консультація тривалістю до двох години.

Результати здачі заліку оформлюються екзаменаційною відомістю.

Порядок (умови) допуску до підсумкового контролю. До підсумкового контролю допускаються здобувачі, які були присутніми не менше ніж на 50% занять (або в години самопідготовки самостійно оволоділи навчальним матеріалом, що викладався на занятті, і здали його викладачу, за що отримали позитивну оцінку), мають не менше 2 оцінок за практичні заняття з дисципліни. За умови невиконання вищезазначених обов'язкових елементів здобувач до підсумкового контролю не допускається. Недопуск до підсумкового контролю вважається оцінкою "незадовільно" і утворює академічну заборгованість.

7. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання поточного контролю.

Максимальна кількість балів для оцінки результатів поточного контролю з дисципліни – дорівнює 50.

Перездача задовільної оцінки не передбачена. Незадовільна оцінка перездається в години самостійної підготовки підготовки шляхом усної доповіді за темою навчального заняття, за якою була проведена летючка.

Поточний контроль оцінюється за чотирибальною шкалою і заноситься до журналу обліку навчальних занять:

«відмінно» – якщо ад'юнкт показав глибокі знання програмного матеріалу із поставлених питань, грамотно і логічно доповідає, обґрунтовано приймає рішення;

«добре» – якщо ад'юнкт твердо знає програмний матеріал, грамотно доповідає, при цьому не допускає суттєвих неточностей при відповіді на питання, правильно використовує отримані знання;

«задовільно» – якщо ад'юнкт має знання тільки основного матеріалу із поставлених питань, але не засвоїв його деталей, не допускає грубих помилок у відповіді, потребує в окремих випадках уточнень або навідних питань, рішення, в основному, приймає вірно, але потребує допомоги, допускає окремі помилки;

«незадовільно» – якщо ад'юнкт допускає грубі помилки у відповіді на поставлені питання, не може використати отримані знання на практиці, допускає грубі помилки.

Перерахунок результатів поточного контролю у 100-бальну шкалу для врахування при проведенні контрольних заходів здійснюється наступним чином:

- кількість балів, що відводяться для оцінювання результатів поточного контролю, становить 50 балів;

- визначається середня арифметична оцінка результатів поточного контролю ад'юнкта $O_{ПКi}$ за підсумками семестру навчання – $O_{ПК\Sigma}$:

$$O_{ПК\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n O_{ПКi}}{n}, \quad (7.1)$$

де n – кількість оцінок, отриманих ад'юнктом на заняттях протягом семестру.

При цьому незадовільні оцінки враховуються як 0 (нуль) балів.

Кількість балів поточного контролю ад'юнкта за весь період вивчення навчальної дисципліни для врахування при проведенні заліку визначається за виразом:

$$B_{ПКЕ} = \frac{\sum_{j=1}^k B_{ПКj}}{k}, \quad (7.2)$$

де k – кількість семестрів, протягом яких викладається навчальна дисципліна.

Штрафні та заохочувальні бали. Сума як штрафних, так і так і заохочувальних балів не має перевищувати 10 балів.

Штрафні бали знімаються:

Відмова від відповіді на занятті	- 2 бала
Невиконання завдань, винесених на самопідготовку	- 1 бал
Непідготовленість за попередньою темою заняття (не дано жодної відповіді на питання летючки)	- 1 бал
Списування під час контрольних заходів	- 1 бал

Заохочувальні бали надаються:

Постійна активна і творча участь під час лекційних занять	+ 1 бал
Написання здобувачем наукової роботи за дисципліною (за умови її завершення)	+ 5 балів
Активна участь в удосконаленні методичних та дидактичних матеріалів дисципліни	+ 2 бала

При проведенні заліку підготовка ад'юнкта оцінюється за 100-бальною шкалою, шкалою ECTS та за 4-бальною шкалою (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Таблиця трансформації оцінок

100 бальна шкала	Шкала ECTS	Оцінка за розширеною шкалою	Національна шкала
90 - 100	A	відмінно	відмінно
80 - 89	B	дуже добре	добре
65 - 79	C	добре	
55 - 64	D	задовільно	задовільно
50 - 54	E	достатньо	
1 - 49	FX	незадовільно	незадовільно

Оцінка за залік в балах виставляється з урахуванням поточного контролю ад'юнкта за весь період вивчення навчальної дисципліни та оцінок за відповіді на питання білету.

Ад'юнкт, який повністю відзвітував за усі теми та набрав 45–50 балів за результатами поточного контролю може звільнитися за власним бажанням від складання заліку з виставленням відповідної оцінки, яка визначається шляхом подвоєння отриманих ним балів поточного контролю.

Оцінка оголошується ад'юнкту безпосередньо після його відповіді.

8. Методи і форми викладання навчального матеріалу, обладнання та програмне забезпечення

Методи та навчальні техніки, які будуть використовуватись під час викладання курсу:

пояснювально-ілюстративний;
системний;
проблемно-пошуковий;
рішення кейсів;
індивідуальні та групові проєкти;
мозковий штурм;
дискусія.

Під час викладання/вивчення дисципліни "Вимірювання і обробка даних в наукових дослідженнях" використовуються цифрові вимірювальні прилади, інформаційно-вимірювальні комплекси, спеціалізоване програмне забезпечення.

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. А.І. Грабченко, В.О. Федорович, Я.М. Гаращенко Методи наукових досліджень: Навчальний посібник. – Х.:НТУ «ХП», 2009.- 142с.
2. Шрюфер Е. Обробка сигналів: цифрова обробка дискретизованих сигналів Підручник / За ред. В.П. Бабака / Е. Шрюфер . – К: Либідь, 1992 - 149 с.
3. Поджаренко В. О., Кухарчук В.В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка / – К: УМК ВО, 1991. – 240 с.
4. Г.С. Цехмістрова. Основи наукових досліджень: Навчальний посібник.: Київ: Видавничий дім «Слово», 2003. – 240 с.
5. ДСТУ 2708-94 Метрологія. Повірка засобів вимірювань. Організація і порядок проведення.
6. Закон України №113/98 ВР від 11.02.1998р. «Про метрологію та метрологічну діяльність».
7. Han J., Kamber M., Data Mining: Concepts and Techniques (Second Edition), Morgan Kaufmann Publishers, 2006. – 800 p.
8. Цюцюра В.Д., Цюцюра С.В. Метрологія та основи вимірювань: Навч. посібник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 180 с.
9. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О., та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. – Львів: Видавництво «Бескіт Біт», 2004 – 560с.
10. Шабатура Ю.В., Королько С.В., Рижов Є.В. Основи вимірювань та метрологічне забезпечення у військовій сфері. Навчальний посібник. - Львів: НАСВ, 2015-114 с.

Додаткова література

11. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.

12. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC : Пер. с англ. / Под. ред. У. Томпкинса, Д. Уэбстера. – М.: Мир, 1992. –592 с.
13. Интегральные микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средств мультимедиа. Выпуск 1. М. ДОДЭКА, 1996. - 384 с.
14. Шабатура Ю.В. Технологія вимірювання на основі представлення значень вимірюваних величин часовими інтервалами/ Ю.В. Шабатура – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 324 с.

Інформаційні ресурси

Офіційний сайт Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного: <http://www.asv.gov.ua/>.