

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового інституту

«Українська інженерно-педагогічна академія»

Денис КОВАЛЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні програмні методи оцінки точності
засобів вимірювальної техніки

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)

галузь знань _____ 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

(шифр і назва)

спеціальність _____ 175 Інформаційно-вимірювальні технології

(шифр і назва)

освітня програма _____ Якість, стандартизація та сертифікація

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

вид дисципліни _____ Вибіркова

(обов'язкова / за вибором)

інститут _____ ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою інституту ННІ «УІПА»

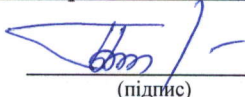
« 12 » листопада 2024 року, протокол № 2

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Близниченко Олена Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри АМЕТ

Програму схвалено на засіданні кафедри
Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 04 » жовтня 2024 року № 2

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

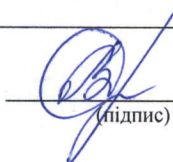

(підпис)

Канюк Г.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Якість, стандартизація та сертифікація

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи)

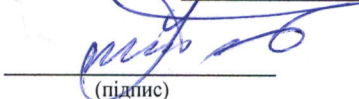

(підпис)

Князева В.М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 23 » жовтня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії ННІ «УІПА»


(підпис)

Петров С.В.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасні програмні методи оцінки точності засобів вимірювальної техніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Якість, стандартизація та сертифікація»

другий (магістерській)
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології
спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Сучасні програмні методи оцінки точності засобів вимірювальної техніки» є формування у здобувачів вищої освіти ґрунтовних теоретичних знань, практичних умінь та навичок, необхідних для застосування в професійній діяльності у сфері метрології, інформаційно-вимірювальної техніки, стандартизації, сертифікації та управління якістю.

Дисципліна спрямована на підготовку майбутніх фахівців, здатних вирішувати складні завдання у напрямку метрології, інформаційно-вимірювальної техніки, стандартизації, сертифікації та управління якістю.

Вивчення навчальної дисципліни «Сучасні програмні методи оцінки точності засобів вимірювальної техніки» сприяє здобуттю таких **компетентностей**:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК9. Здатність розробляти та управляти проектами

СК03. Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментальної інформатики, необхідних для наукової та практичної діяльності у сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки з орієнтацією на управління якістю, стандартизацію та технічне регулювання (сертифікацію)..

СК07. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно-вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення.

СК08. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальної техніки.

СК09. Здатність розробляти програмне, апаратне та метрологічне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

знання:

- принципи класифікації та аналізу похибок вимірювань;
- методологія оцінки невизначеності згідно з GUM (ISO/IEC Guide 98-3);
- функціональні можливості сучасного ПЗ для оцінки точності (Mathcad, MATLAB, Python, LabVIEW тощо);
- основи теорії похибок, метрологічної надійності та достовірності вимірювань..

уміння:

- виконувати чисельну оцінку невизначеності вимірювань для ЗВТ;
- застосовувати програмне забезпечення для аналізу похибок і обробки результатів;
- розробляти алгоритми виявлення та усунення систематичних похибок;
- використовувати імовірнісні та статистичні методи для обробки результатів вимірювання;
- інтерпретувати дані калібрування, сертифікації, повірки засобів вимірювання;
- адаптувати методи до умов конкретного виробництва, стандартизації чи технічного регулювання..

досвід:

- практичне використання MATLAB / Python / Mathcad для статистичного аналізу вимірювань;
- створення макетів розрахунку невизначеності відповідно до стандарту GUM;
- формування звітної документації з оцінкою точності вимірювань;
- обґрунтування методів оцінки якості метрологічних процедур у реальних умовах.

.

1.3. Кількість кредитів

4

1.4. Загальна кількість годин

120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
28 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
12 год.	4 год.
Самостійна робота	
80 год.	108 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

РН01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, який необхідний для досягнення представлених результатів освітньої програми.

РН04. Вміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями в галузях забезпечення якості, технічного регулювання та метрології, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

РН05. Вміти формулювати та вирішувати завдання у галузі метрології, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування (зокрема, проведення калібрування, повірки, перевірки відповідності як інформаційно-вимірювальних систем в цілому, так і окремих її елементів) з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

РН07. Вміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи метрологічної спрямованості, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень, зокрема, з оцінкою та підвищенням точності вимірювань та валідності контролю, в тому числі – при використанні комп'ютеризованих систем.

РН13. Ідентифікувати, класифікувати, описувати та застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач в сферах метрології, забезпечення якості та інформаційно-вимірювальної техніки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи оцінки точності

Тема 1. Основні поняття метрології: точність, похибка, невизначеність

Визначаються базові категорії метрології, поняття точності, похибки, їх роль у забезпеченні достовірності результатів вимірювань. Аналізуються типи похибок (грубі, систематичні, випадкові), їхня взаємодія та вплив на метрологічну достовірність.

Тема 2. Законодавча метрологія: вимоги до ЗВТ і нормативна база

Розглядаються основи технічного регулювання в галузі вимірювальної техніки. Аналізуються вимоги до засобів вимірювальної техніки згідно з чинним законодавством України, ISO/IEC, OIML, ДСТУ. Вивчається структура нормативної документації (GUM, ISO 17025, ISO 9001).

Тема 3. Методи валідації та оцінки відповідності ЗВТ

Розкриваються підходи до технічної перевірки ЗВТ: повірка, калібрування, випробування. Вивчаються алгоритми формального оцінювання відповідності, принципи трасування та інтерпретації результатів у вимірювальних лабораторіях.

Тема 4. Метрологічна простежуваність і достовірність результатів вимірювань

Охоплюються основні засади метрологічної простежуваності, ланцюг передачі одиниць, поняття достовірності. Оцінюється роль еталонів, калібрувальних таблиць, калібрування та документування результатів.

Тема 5. Методи статистичного аналізу похибок вимірювань

Розглядаються статистичні моделі опису результатів вимірювання: середнє значення, стандартне відхилення, коефіцієнти варіації, виявлення грубих похибок. Аналізуються методи перевірки нормальності розподілу (тести Шапіро-Уїлка, Колмогорова–Смирнова).

Тема 6. Оцінка невизначеності вимірювань за GUM. Типи A і B

Вивчається структура моделі GUM (ISO/IEC Guide 98-3), поняття вхідних величин, типи невизначеностей, методи статистичного (тип A) та апіорного (тип B) оцінювання. Розглядаються приклади оцінки та комбінування.

Тема 7. Комбінована та розширена невизначеність. Метрологічна достовірність

Навчання розрахунку комбінованої невизначеності, застосування коефіцієнта покриття, побудова інтервальних оцінок. Аналізуються рівні довіри, побудова звітів відповідно до вимог ISO та GUM.

Змістовий модуль 2. Програмні методи та цифрові засоби аналізу точності

Тема 8. Застосування Mathcad у задачах обробки вимірювальних даних

Розглядаються основи використання середовища Mathcad для розрахунків похибок, побудови формульних моделей, візуалізації невизначеностей. Вивчаються шаблони введення вхідних величин, параметризація, побудова графіків і табличних залежностей.

Тема 9. MATLAB як інструмент аналізу точності в складних вимірювальних системах

Вивчається побудова моделей точності у MATLAB, використання вбудованих функцій для оцінки похибок, симуляція розподілів, побудова інтерактивних графіків, скриптів для пакетного аналізу даних з приладів.

Тема 10. Аналіз результатів вимірювань в Python (NumPy, SciPy, Pandas)

Знайомство з бібліотеками Python для математичної обробки результатів: NumPy — для обчислень, SciPy — для статистики, Pandas — для структурованих даних. Побудова гістограм, середніх значень, стандартних відхилень, кореляцій.

Тема 11. Порівняльний аналіз програмних середовищ для оцінки точності

Оцінюються можливості Mathcad, MATLAB, Python у задачах оцінки похибок, візуалізації, генерації результатів для сертифікації. Визначається ефективність, відкритість, модульність, актуальність для промислового впровадження.

Змістовий модуль 3. Інтелектуальні технології та практичні кейси

Тема 12. Нейромережеві моделі в прогнозуванні похибок вимірювань

Застосування штучних нейронних мереж для ідентифікації метрологічних закономірностей. Приклади моделювання точності, аналіз варіацій, використання Keras/Tensorflow для симуляції поведінки ЗВТ.

Тема 13. Інтелектуальні системи підтримки рішень у вимірювальних процесах

Огляд сучасних експертних систем, систем нечіткої логіки (fuzzy), гібридних алгоритмів. Роль машинного навчання в прийнятті метрологічних рішень. Оцінка ризиків, сценарії сертифікації та контролю.

Тема 14. Аналіз калібрувальних протоколів та побудова власної програмної моделі

Фінальний інтеграційний кейс: аналіз реальних протоколів калібрування, побудова цифрової моделі оцінки похибки, обробка статистичних даних, виведення інтервалів невизначеності. Створення власного скрипта або Mathcad-документу з повним оформленням.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи оцінки точності												
Тема 1. Основні поняття метрології: точність, похибка, невизначеність	8	2	1			5						
Тема 2. Законодавча метрологія: вимоги до ЗВТ і нормативна база	8	2	1			5						

Тема 3. Методи валідації та оцінки відповідності	8	2	1			5						
Тема 4. Метрологічна простежуваність і достовірність результатів вимірювань	8	2	1			5						
Тема 5. Методи статистичного аналізу похибок вимірювань	8	2	1			5						
Тема 6. Оцінка невизначеності за GUM. Типи A і B	8	2	1			5						
Тема 7. Комбінована та розширена невизначеність	8	2	1			5						
Разом за модулем 1	56	14	7			35						
Змістовий модуль 2. Програмні методи та цифрові засоби аналізу точності												
Тема 8. Mathcad у задачах обробки вимірювань	8	2	1			6						
Тема 9. MATLAB як інструмент аналізу точності	8	2	1			6						
Тема 10. Python: статистична обробка результатів	8	2	1			6						
Тема 11. Управління ресурсами інформаційних систем підприємств	8	2	1			6						
Разом за модулем 2	32	8	4			24						
Змістовий модуль 3. Інтелектуальні технології та практичні кейси												
Тема 12. Нейромережеві моделі в оцінці точності	11	2	1			7						

Тема 13. Інтелектуальні системи підтримки рішень	10	2	0			7						
Тема 14. Аналіз калібрувальних протоколів і проект	10	2	0			7						
Разом за модулем 3	26	6	1			21						
Усього годин	120	28	12			80						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимоги законодавчої метрології щодо ЗВТ	2
2	Класифікація ЗВТ за функціональним призначенням	2
3	Повірка, калібрування і перевірка відповідності ЗВТ	2
4	Компетентність калібрувальних лабораторій	2
5	Метрологічна служба підприємства: структура і функції	2
6	Нормативні документи з оцінювання точності	2
	Разом	12

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Основи роботи з Mathcad	8
2	Класифікація ЗВТ за функціональним призначенням	8
3	Повірка, калібрування і перевірка відповідності ЗВТ	10
4	Компетентність калібрувальних лабораторій	8
5	Метрологічна служба підприємства: структура і функції	8
6	Нормативні документи з оцінювання точності	8
7	Інтерпретація звітів калібрування (на прикладі ISO шаблонів)	8
8	Роль метрологічного нагляду в забезпеченні якості	4
9	Підготовка до проекту: огляд програмних засобів	10
10	Огляд методів аналізу точності, не охоплених у лекціях	8
11	Разом	80

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – залік.

9. Схема нарахування балів

для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання														Залік	Сума
Модуль 1							Модуль 2				Модуль 3				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	60	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6		
														40	100

T1, T2 ... – теми розділів

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна

1. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2009. Основи оцінювання невизначеності вимірювання. Частина 3. Настанови щодо вираження невизначеності вимірювання (GUM:1995).
2. Дьяків О. І., Мельник Ю. О., Копилов С. А. Основи метрології та вимірювань: навч. посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2021. – 384 с.
3. Сіденко В. І. Метрологія, стандартизація та сертифікація: підручник. – Київ: Ліра-К, 2020. – 412 с.
4. Анищенко Д. В., Швецов І. О. Mathcad у прикладах. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 256 с.
5. Юхименко Н. І., Бондаренко М. В. MATLAB для інженерів: практичний курс. – Київ: КНУБА, 2020. – 280 с.
6. McKinney W. Python for Data Analysis. – O'Reilly Media, 2022. – 546 p.

7. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 775 p.

Допоміжна

1. Пасічник В. В. Прикладна статистика у вимірюваннях: навч. посібник. – Львів: Магнолія 2006, 2021. – 320 с.
2. Інтернет речей: сучасний стан та перспективи. [Електронний ресурс]: <https://www.epravda.com.ua/publications/>
3. Measuring Uncertainty in the Laboratory. [Електронний ресурс]: https://www.ukas.com/wp-content/uploads/2021/03/TPG_Measuring_Uncertainty_v1.1.pdf
4. Жураковський Б. Ю., Зенін І. О. Ком'ютерні мережі. Навчальний посібник для лабораторних робіт. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 213 с.
5. [Електронний ресурс] GUM Workbench – <https://www.gum.dk/>
6. SciPy documentation. [Електронний ресурс]: <https://docs.scipy.org/doc/>
7. MATLAB Documentation. [Електронний ресурс]: <https://www.mathworks.com/help/matlab/>

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Сторінка дистанційного навчання URL <https://moodle.karazin.ua/>

Додаток 1

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни _____
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20____/20____ н. р.

Заступник директора інституту ННІ «УІПА»

(підпис)

« _____ » _____ 20____ p.

Голова науково-методичної комісії _____ факультету

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » 20 ____ p.