

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра Інформаційних технологій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТРОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ І ПРИЛАДИ

ОПП «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»
спеціальність: 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані
технології»

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Львів 2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни **Метрологія, технологічні вимірювання і прилади** для студентів спеціальності **151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Розробники: к.т.н., доц. Лиса О.В.



Робочу програму схвалено на засіданні кафедри **«Інформаційних технологій»**.

Протокол: №1 від 28 серпня 2023 року.

Завідувач кафедри **Інформаційних технологій**



(Тригуба А.М.)

(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії (ради) факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій.

Протокол: №1 від 30 серпня 2023 року.

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій.



(Ковалишин С.Й.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

(шифр і назва)

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Нормативна

Кількість кредитів 6

Загальна кількість годин – 180

Індивідуальне науково-дослідне завдання _____
(назва)

Вид контролю: залік, іспит

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3 та 4

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 88

для заочної форми навчання – 20.

2. Програма навчальної дисципліни

Семестр – 3.

Тема 1. Предмет, методи та основні напрямки метрології.

Основні поняття: фізичної величини та її одиниці, основне рівняння вимірювання, істинні та дійсні значення вимірюваної величини, результати вимірювання. Основні характеристики якості проведених вимірювань. Поняття систем фізичних величин, міжнародна система одиниць СІ.

Тема 2. Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.

Класифікація вимірювань: статичні, динамічні, прямі, непрямі (опосередковані, сукупні та сумісні) і інші. Принципи та методи вимірювань. Вимірювання методами безпосередньої оцінки та порівняння з мірою (заміщенням, повного зрівноважування та диференційним). Поняття єдності та метрологічного забезпечення вимірювань. Технічні основи метрологічного забезпечення вимірювань.

Тема 3. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ).

Основні визначення. Елементи ЗВ та основні операції перетворення. Сигнали (аналоговий та дискретний) вимірювальної інформації. Структурні схеми ЗВ.

Основні види ЗВ: міра, еталон, вимірювальні перетворювачі (первинні, передавальні та нормувальні) і вимірювальні: прилади, установки та системи. Основні метрологічні характеристики ЗВ, які визначаються при його метрологічній атестації. Перевірка та державні випробовування засобів вимірювання. Види повірок.

Тема 4. Похибки вимірювань.

Основні визначення. Загальна класифікація похибок. Принципи та критерії оцінювання похибок. Математична модель похибки засобу вимірювань. Нормовані значення похибок. Клас точності ЗВ. Визначення систематичної (ССП) та випадкової (ВСП) складових похибки. Інтегральний та диференціальний закони розподілу. Способи зменшення систематичної та випадкової похибок вимірювань. Оцінка похибки непрямих вимірювань.

Тема 5. Нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.

Статичні метрологічні характеристики. Похибки засобів вимірювань. Нормування похибок засобів вимірювань. Оцінювання статичних метрологічних характеристик. Приклад оцінювання метрологічних характеристик.

Тема 6. Опрацювання результатів вимірювань.

Загальні питання обробки результатів вимірювання. Показники точності вимірювання і форми представлення результатів вимірювання. Правила округлення результатів вимірювання. Порядок обробки результатів при прямих вимірюваннях. Подання результатів опосередкованих вимірювань.

Тема 7. Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки.

Мета і види метрологічної повірки засобів вимірювальної техніки. Методи метрологічної повірки засобів вимірювальної техніки. Метрологічна повірка приладів прямого перетворення. Метрологічний нагляд та державна система забезпечення єдності вимірювань. Основи метрологічного забезпечення. Організація та проведення повірки.

Семестр – 4.

Тема 8. Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи.

Основи побудови приладів аналогової групи. Методи перетворення аналогового сигналу в цифровий. Електромеханічні вимірювальні прилади. Магнітоелектричні вимірювальні прилади. Електромагнітні вимірювальні прилади. Електродинамічні вимірювальні прилади. Електростатичні вимірювальні прилади. Прилади індукційної системи.

Тема 9. Вимірювальні перетворювачі.

Основні характеристики вимірювальних перетворювачів. Основні терміни та визначення. Класифікація вимірювальних перетворювачів (ВП). Методи та засоби

формування вхідних електричних сигналів вимірювальних перетворювачів. Резистивні перетворювачі. Подільники напруги. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Схеми формування параметричних ВП. Вимірювальні перетворювачі неелектричних величин. Параметричні вимірювальні перетворювачі: резистивні, ємнісні, індуктивні. Генераторні вимірювальні перетворювачі: індукційні, п'єзоелектричні, термоелектричні, фотоелектричні.

Тема 10. Прилади порівняння. Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори.

Загальні положення. Вимірювальні мости постійного струму. Мости змінного струму. Компенсаційні засоби вимірювань. Компенсатори постійного струму. Компенсатори змінного струму.

Тема 11. Цифрові вимірювальні прилади. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.

Класифікація цифрових вимірювальних пристроїв. Види і застосування цифрових вимірювальних пристроїв. Властивості і характеристики цифрових вимірювальних пристроїв. Цифрові вимірювальні пристрої просторового кодування. Цифрові вимірювальні пристрої число-імпульсного кодування. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри. Принцип дії, будова та метрологічні характеристики однофазних і трифазних лічильників електроенергії. Принцип дії, будова та метрологічні характеристики цифрових вольтметрів, мультиметрів.

Тема 12. Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС).

Загальні відомості про інформаційновимірювальні системи. Класифікація інформаційно-вимірювальних систем. Структурні та функціональні особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем. Поняття вимірювальної інформації, вимірювальних сигналів. Види вимірювальних сигналів. Види інформаційних каналів, їх математичні моделі та характеристики. Системи передачі даних. Показники якості систем зв'язку. Узагальнені схеми передачі даних. Структурні схеми передачі інформації. Джерело сигналу, повідомлення. Кодування джерела інформації. Кодування в каналах зв'язку. Модуляція. Канали зв'язку. Отримувач інформації. Демодуляція. Декодер. Класифікація сигналів. Перешкоди в неперервному каналі. Загальна характеристики дискретних каналів. Моделі дискретних каналів. Швидкість передачі інформації в каналах зв'язку.

Тема 13. Методи та засоби вимірювання температури та тиску.

Основні задачі технологічних вимірювань і загальний підхід до їх застосування. Методи і технологія вимірювань. Термометри опору (металеві та напівпровідникові) і термоелектричні перетворювачі. Принцип дії, склад та схеми вторинних приладів (мостів, потенціометрів, магнітоелектричних приладів і нормувальних перетворювачів), які працюють в комплектах з термометрами опору та термопарами, їх використання в промисловості. Засоби вимірювання тиску:

манометри, барометри, рідинні, пружинні, сільфонні, мембранні. Деформаційні монметри. Електричні монметри.

Тема 14. Методи та засоби вимірювання рівня рідини та сипких матеріалів, витрати та кількості речовини.

Класифікація методів та засобів вимірювання рідини. Принцип роботи, будова та особливості використання рівнемірів. Гідростатичні, п'езометричні та буйкові рівнеміри. Електричні рівнеміри: ємнісні, акустичні, ультразвукові, радарні, радіаційні і інші. Методи і технологія вимірювань витрати та маси сипких матеріалів. Лічильники рідин та газів. Індукційні витратоміри. Витратоміри змінного та постійного перепаду тиску.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви 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
	Семестр 3						Семестр 3					
Тема 1.	12	2		4		6	12					12
Тема 2.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 3.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 4.	12	2		4		6	12	1		2		9
Тема 5.	14	2		4		8	14	1		2		11
Тема 6.	14	2		4		8	14	2		2		10
Тема 7.	14	2		4		8	14	2		2		10
Усього годин	90	14	0	28	0	48	90	8	0	12	0	70
	Семестр 4						Семестр 4					
Тема 8.	10	4		4		2	10	1		1		8
Тема 9.	12	4		4		4	12	1		2		9
Тема 10.	12	4		4		4	12	1		1		10
Тема 11.	12	4		4		4	12	1		2		9
Тема 12.	12	4		4		4	12	1		2		9
Тема 13.	16	6		6		4	16	2		2		12
Тема 14.	16	6		6		4	16	1		2		13
Усього годин	90	32		32		26	90	8		12		70
Усього годин	180	46	-	60		74	180	16	-	24		140

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість, год.
<i>Семестр 3</i>		
1	Завдання метрології та види вимірювання. Основи технічних вимірів. Загальні поняття, визначення. Класифікація вимірювальних засобів ДСТ 16263-70. Забезпечення єдності вимірювання та міжнародна система одиниць.	2
2	Основні поняття теорії похибок. Класифікація похибок. Розрахунок залежності абсолютної, відносної та зведеної похибок від результатів вимірів. Результати розрахунків представити у вигляді таблиці та графіків	6
3	Метрологічні характеристики вимірювальних засобів. Виміри розмірів абсолютним методом. Універсальні вимірювальні засоби для абсолютних вимірювань (штанген та мікрометричні інструменти). Виміри розмірів прямим абсолютним методом з визначенням похибки форми вимірювальної деталі.	6
4	Виміри розмірів відносним методом. Міри лінійних та кутових вимірів. Класифікація мір. Складання блоків з плоско рівнобіжних кінцевих мір довжини (ПКМД) по заданому розміру та визначення найбільшої і найбільш імовірної похибки розміру блока. з використанням механічних вимірювальних пристроїв для відносних вимірювань. Вибір вимірювальних засобів.	6
5	Визначення чутливості засобів вимірювання. Поріг чутливості засобів вимірювання. Визначення похибок вимірювання, які виникають в результаті дії навколишнього середовища. Поправка результату вимірювання від температури.	4
6	Визначення надійності забезпечення технічним процесом геометричних параметрів. конструктивних шарів дорожнього одягу. Визначення відхилень та допусків по ширині проїзної частини та товщині конструктивних шарів дорожнього одягу, виду розладки технологічного процесу	4
<i>Семестр 4</i>		
1	Планування та організація вимірювань.	4
2	Опрацювання результатів сумісних вимірювань. Опрацювання результатів сукупних вимірювань.	4
3	Вимірювання напруги та сили постійного струму аналоговими і цифровими приладами	4
4	Вимірювання інтегральних значень напруги змінного струму	4
5	Вимірювання електричного опору одинарним мостом постійного струму	4
6	Вимірювання електричного опору на постійному струмі	4

7	Перевірка аналогових амперметрів і вольтметрів методом безпосереднього порівняння зі зразковим	4
8	Вимірювання напруги та струму компенсатором постійного струму	4

5. Теми винесені на самостійне вивчення:

№ з/п	Назва теми
1	Використання стандартів та технічних умов.
2	Добровільна сертифікація
3	Стандартизація послуг.
4	Безконтактні методики вимірювань.
5	Електрофізичні методи вимірювань.
6	Кондуктометрична методика
7	Методичні засади сертифікації
8	Різновиди сертифікатів.
9	Добровільна та обов'язкова сертифікація.
10	Загальні правила, схеми та порядок проведення сертифікації.
11	Спектрометричні методи
12	Маркування сертифікованої продукції.
13	Сертифікація харчових продуктів.
14	Суть та значення оцінки відповідності
15	"Стандартні" вимоги до систем якості і систем управління якістю
16	Управління документацією.
17	Державні випробування засобів вимірювальної техніки
18	Вимоги до приміщень та оточуючого середовища

6. Індивідуальні завдання:

7. Методи навчання:

1. **Словесні методи** (розповідь, пояснення, бесіда, лекція).

2. **Наочні методи:**

– ілюстрація (картинки, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо);

– демонстрування: навчальне відео чи його фрагменти; інтерактивні презентації; експеримент, спостереження, досліди та аналіз результатів тощо.

3. **Практичні методи:** досліди, вправи, самостійна робота. Лабораторні та практичні роботи, розрахункові, реферати.

8. Очікувані результати навчання з дисципліни:

Очікуваними результатами навчання з дисципліни «*Метрологія, технологічні вимірювання і прилади*» є набуття студентами *загальних компетентностей* – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. *Фахових компетентностей* – здатність застосовувати знання фізики,

електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях; Здатність застосовувати знання із предметної області, в обсязі, необхідному для збору даних, аналізу та синтезу елементів комп'ютерно-інтегрованих систем автоматизації в АПК.

Програмні результати навчання:

- *за загальною підготовкою* – знати та використовувати методи фундаментальних наук для розв'язання та професійних завдань.

- *за фаховою підготовкою* – застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик; Вміти виконувати збір даних, аналіз та синтез елементів комп'ютерно-інтегрованих систем автоматизації в АПК з урахуванням особливостей предметної області та вимог до їх використання.

9 Методи контролю:

1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне детальний аналіз відповідей студентів).

2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (розрахункові, вирішення задач і прикладів, виконання графічних матеріалів, схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи тощо).

3. Практична перевірка (проведення різних вимірів, збір, систематизація та опрацювання складання, налагодження, розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань, ділові ігри і т.д.

4. Стандартизований контроль (тести, контрольна робота).

Види контролю: Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Семестр 3

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)							Сума (залік)
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
14	14	14	14	14	14	16	

Семестр 4

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)							Підсумко-вий тест (іспит)	Сума
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	50	100
6	6	6	7	6	8	9		

T1, T2 ... T14 – теми лабораторних робіт.

11. Методичне забезпечення

Навчально-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; підручники і навчальні посібники; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

12. Рекомендована література

Основна

1. Основи метрології та вимірювальної техніки: [підручник для вузів в двох томах]/ [М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.]; За ред. Б.І. Стадника. – Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”. - 2005. - Т1. Основи метрології. – 532 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: [підручник для вузів в двох томах]/ [М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.]; За ред. Б.І. Стадника. – Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”. - 2005. - Т2. Вимірювальна техніка. –656 с.
3. Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань: [навчальний посібник для вузів]/ Михайло Дорожовець. - Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”. - 2007. –624 с.
4. Olha Lysa et all (2021), *Chapter 4. Metrology 4.0 and Standardization for Agricultural Cyber-Physical Systems* / Cyber-Physical Systems and Metrology 4.0. /S. Yatsyshyn and B. Stadnyk, Editors, IFSA Publishing, Barcelona, Spain, 2021, s. 159-234. ISBN 978-8409-26898-6.
5. Igor-Mykhailo Midyk, Olha Lysa Automation of programmed laboratory equipment and development of a virtual device for measuring imittance based on graphic LabVIEW / **ITEA-WS 2021** Workshop Information Technologies in Energy and Agro-industrial Complex 2021 Short Paper Proceedings of 1st Workshop of the 10th International Scientific and Practical Conference Information Technologies in Energy and Agro-industrial Complex co-located with ITEA 2021 58-66p. <http://ceur-ws.org/Vol-3109/>
6. Andrii-Volodymyr Midyk, Olha Lysa, Svyatoslav Yatsyshyn A virtual tool for the rehabilitation of patients with obliterating atherosclerosis of the vessels of the limbs based on the software and hardware platform LabVIEW / **ITEA-WS 2022** Workshop Information Technologies in Energy and Agro-industrial Complex 2022 Short Paper Proceedings of 1st Workshop of the 11th International Scientific and Practical Conference Information Technologies in Energy and Agro-industrial Complex co-located with ITEA 2022
7. Andrii-Volodymyr Midyk, Olha Lysa, Svyatoslav Yatsyshyn, Ruslana Andrushko Virtual Means Of Cyber-physical Rehabilitation Systems / IEEE 17th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT) 10-12 November 2022, Lviv, UKRAINE, p.519-522. **79-8-3503-3431-9/22/\$31.00 ©2022 IEEE**
8. Про метрологію та метрологічну діяльність : Закон України [Електронний ресурс]. Доступно з : <https://ips.ligazakon.net/document/view/z980113>.
9. Лиса О.В. Віртуальний пристрій для вимірювання імітансу / Яцишин С.П., Мідик І.-М.В. / Міжвідомчий науково-технічний збірник “Вимірювальна техніка та метрологія”, 2019, том.80, вип..2, сс. 12-15. <https://doi.org/10.23939/istcm2019.02.012>
10. Лиса О.В. Кіберфізичні системи та їх програмне забезпечення/ Ван ЧанЖі, Яцишин С.П., Мідик А.-В.В. / Міжвідомчий науково-технічний збірник “Вимірювальна техніка та метрологія”, 2018. Львів: том.79 (1). сс.34-38. <https://doi.org/10.23939/istcm2018.01.034>
11. Лиса О.В. Оперативний контроль якості овочів за електричними характеристиками/ І.-М.В. Мідик // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Вимірювальна техніка та метрологія”. - 2018. – Т. 79. Випуск 4 - С. 17-24. <https://doi.org/10.23939/istcm2018.04.017>
12. Лиса О.В. Дослідження точності визначення температурно-вологісних характеристик системи температурно-вологісного контролю теплиці/ Мідик А.-В.В. / Міжвідомчий науково-технічний збірник “Вимірювальна техніка та метрологія”, 2020.Львів: том.81 (2). сс.7-12. <https://doi.org/10.23939/istcm2020.02.007>
13. Яцишин С.П., Мідик А.-В.В., Лиса О.В. Кіберфізична система для вирощування овочів з регулюванням тепловологісно-інсоляційного режиму // Метрологія та прилади. 2020. №5 (85). С. 23–27. Належить до фахових видань України. технічні науки ISSN 2307-2180, E-ISSN 2663-9564
- 14.

1. Клименко М.О., Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології / М.О. Клименко, П.М. Скрипчук // Підручник. – К.: «Академія», 2006. – 368с.
2. Долина Л.Ф. Стандартизація та метрологія у сфері охорони довкілля / Л.Ф. Долина // Навч. посіб. – К.: Знання, 2007. – 199 с.
3. Величко О.М. З історії розвитку метрології України: від давнини до середини 20 століття / О.М. Величко // Український метрологічний журнал.- № 4. — 1996. — С. 6—8.

13. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.