

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.)
(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. Метрологія – наука про вимірювання.

1.Метрологія – наука про вимірювання. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Основні терміни в галузі метрологічної діяльності.

2.Фізичні величини та вимірювання. Поняття фізичної величини. Одиниці фізичних величин. Система одиниць СІ. Розмірність та значення фізичної величини. 3.Одиниці вимірювання. Шкали вимірювання. Еталони одиниць фізичних величин. Систематизація фізичних величин

Тема 2. Вимірювання фізичних величин.

Вимірювання як процес отримання кількісної інформації про вимірювальну величину. Загальна класифікація вимірювань. Принцип і методи вимірювань. Значущість вимірювань.

Тема 3. Похибки вимірювань.

Похибки вимірювання. Класифікація похибок. Правила округлення результатів вимірювання і значень похибки. Знаходження систематичної похибки за класом точності засобу вимірювання. Випадкова похибка.

Тема 4. Засоби вимірювальної техніки.

1. Засоби вимірювань, їх види та класифікаційні ознаки. Вимірювальні прилади. Структурні схеми вимірювальних приладів та систем. Аналогові та цифрові вимірювальні прилади. 2. Особливості застосування ЗВТ. Характеристики засобів вимірювальної техніки. Класифікація засобів вимірювань за метрологічними характеристиками.

Тема 5. Калібрування засобів вимірювальної техніки.

Калібрування засобів вимірювальної техніки та устаткування. Перевірка та калібрування вимірювальної техніки: схожість та відмінність. Мета і види метрологічної повірки засобів вимірювальної техніки. Методи метрологічної повірки засобів вимірювальної техніки.

Тема 6. Вимірювальні перетворювачі і підсилювачі.

Вимірювальні перетворювачі електричних величин. Резистивні перетворювачі. Подільники напруги. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Вимірювальні підсилювачі.

Тема 7. Міри фізичних величин.

Міри фізичних величин. Загальні положення. Основні вимоги до мір фізичних величин. Міри електричного опору. Міри індуктивності та взаємної індуктивності. Міри ємності.

Семестр – 4.

Тема 8. Електромеханічні і магнітоелектричні вимірювальні прилади.

Електромеханічні вимірювальні прилади. Магнітоелектричні вимірювальні прилади, загальні положення. Магнітоелектричні амперметри і вольтметри. Магнітоелектричні омметри.

Тема 9. Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори.

Вимірювальні мости постійного струму. Мости змінного струму. Метрологічні характеристики мостів. Компенсатори постійного струму.

Тема 10. Цифрові вимірювальні прилади та осцилографи.

Цифрові вимірювальні прилади, загальні положення. Цифровий частотомір середніх значень. Цифровий фазометр миттєвих значень. Цифровий вольтметр часового-імпульсного перетворення. Електронні осцилографи. Аналогові осцилографи. Цифрові осцилографи.

Тема 11. Вимірювання тиску.

Класифікація приладів для вимірювання тиску за вимірюваною величиною. Класифікація приладів для вимірювання тиску за принципом дії. U – подібні рідинні манометри (двотрубні манометри). Однотрубні або чашкові рідинні прилади. Мікроманометри з похилою трубкою. Компенсаційні рідинні прилади. Поршневі манометри. Деформаційні прилади. Мембранні прилади.

Тема 12. Вимірювання температури.

Основні визначення. Температурні шкали. Міжнародна практична температурна шкала (МПТШ або ITS). Класифікація контактних методів для вимірювання температури. Класифікація безконтактних методів. Конструкція і основні характеристики приладів для вимірювання температури. Рідинно-скляні термометри (РСТ). Біметалеві термометри. Ділатометричні термометри. Манометричні термометри. Термоелектричний метод вимірювання температури. Термоелектричні термометри. Матеріали для виготовлення термоелектричних термометрів. Вимоги до матеріалів, які застосовуються для виготовлення термоелектричних термометрів. Нормування метрологічних характеристик термоелектричних термометрів. Видовжувальні (компенсаційні) провідники для під'єднання термоелектричних термометрів. Джерела нестабільності статичних характеристик термоелектричних термометрів. Конструкція термоелектричних термометрів. Типи серійних термоелектричних термометрів. Перетворювачі для роботи з термоелектричними термометрами.

Тема 13. Вимірювання витрати та кількостей рідин, газів і пари.

Методи та прилади для вимірювання витрати речовин (витратоміри). Метод змінного перепаду тиску. Теоретичні основи методу. Метод швидкісного (динамічного) напору. Витратоміри постійного перепаду тиску. Метод змінного рівня. Індукційні (магніто-індукційні, електромагнітні) витратоміри. Ультразвукові витратоміри. Теплові і калориметричні витратоміри. Лічильники витрати та кількості. Швидкісні (тахометричні) лічильники. Парціальний метод вимірювання витрати. Коріолісові витратоміри.

Тема 14. Вимірювання рівня рідин і сипких матеріалів.

Рівнеміри прямого відліку або вказівні скла. Поплавцеві рівнеміри. Рівнеміри з плаваючим поплавцем і системою вимірювання положення поплавця. Рівнеміри зі змінним зануренням поплавця. Гідростатичні рівнеміри. Електричні рівнеміри. Електричні рівнеміри. Ємнісні рівнеміри. Кондуктометричні рівнеміри. Ультразвукові рівнеміри. Сигналізатори значення рівня.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог о	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	Вимірювання напруги та сили постійного струму аналоговими і цифровими приладами	4
2	Вимірювання інтегральних значень напруги змінного струму	4
3	Вимірювання електричного опору одинарним мостом постійного струму	4
4	Вимірювання електричного опору на постійному струмі	4
5	Метрологічна перевірка аналогових амперметрів і вольтметрів методом безпосереднього порівняння зі зразковим приладом	4
6	Вимірювання напруги та струму компенсаторами постійного струму	4
7	Перевірка деформаційних манометрів та тягонапоромірів	4

<i>Семестр 4</i>		
1	Дослідження та перевірка тензорезисторних перетворювачів тиску	4
2	Перевірка манометричних термометрів	4
3	Перевірка термометрів опору	4
4	Перевірка термоелектричних термометрів	4
5	Дослідження та перевірка приладів для роботи з опорними термометрами	4
6	Дослідження та перевірка приладів для роботи з термоелектричними термометрами	4
7	Дослідження методу змінного перепаду тиску для вимірювання витрати Дослідження витратомірів постійного перепаду тиску	4
8	Дослідження та перевірка рівнемірів	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.

Формування програмних компетентностей

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
ІНТ	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації та приладобудування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій, методів і програмно-технічних засобів розробки, супроводу та експлуатації інтелектуальних комп'ютерних систем в АПК та інших галузях економіки країни.
ЗК1.	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК4.	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ФК2.	Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
ФК12.	Здатність застосовувати знання із предметної області, в обсязі, необхідному для збору даних, аналізу та синтезу елементів комп'ютерно-інтегрованих систем автоматизації в АПК
ПРН7.	Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.
ПРН15.	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.

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.

Допоміжна

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.