

**ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО



«_____» 2024р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
Інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ



«_____» 2024р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ



«_____» 2024р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність – 175 Інформаційно-вимірювальні технології

Освітньо-професійна програма – Технології інтернету речей

Кафедра Спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	2	3	30	30	4	8	78	150		3
Заочна	2	3	8	4			138	150		5

Тернопіль 2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології», затвердженої на засіданні Вченою радою ЗУНУ

протокол № 10 від 23.06.2023 р.

зі змінами затвердженими Вченою радою ЗУНУ протокол № 11 від 26.06.2024 р.

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, к.т.н., доц. Масляк Богдан Олексійович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем

протокол № 1 від 27.08.2024р.

Завідувач кафедри СКС



Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Інформаційно-вимірювальні технології

протокол № 1 від 30.08.2024р.

Голова групи
забезпечення спеціальності



к.т.н., доцент Богдан Масляк

Гарант ОП



к.т.н., доцент Богдан Масляк

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ " МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ "

1. Опис дисципліни " Методи та засоби вимірювань "

Дисципліна – Методи та засоби вимірювань	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Нормативна навчальна дисципліна циклу дисциплін професійної та практичної підготовки Мова викладання - українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність 175 – Інформаційно-вимірвальні технології Освітньо-професійна програма – Технології інтернету речей	Рік підготовки – 2 Семестр – 3
Кількість змістових модулів – 3	Освітній ступінь – бакалавр	Лекції ДФН – 30 год. ЗФН – 8 год. Лабораторні заняття ДФН – 30 год. ЗФН – 4 год.
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: ДФН – 78 год. ЗФН – 138 год Тренінг – 8 год Індивідуальна робота - 4год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета й завдання вивчення дисципліни

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета дисципліни “Методи та засоби вимірювань” полягає в забезпеченні розвитку загальних та спеціальних компетентностей майбутніх бакалаврів в галузі проектування та застосування засобів інформаційно-вимірвальної техніки, вивчення сучасних методів та засобів вимірювань електричних та неелектричних величин, з урахуванням системного метрологічного підходу до вимірвальних операцій, а також використання їх для подальшого практичного застосування, показати взаємний зв’язок між методами і засобами вимірювання та якістю продукції, що виробляється.

Дана дисципліна базується на використанні знань та положень відповідних розділів фізики, математики, аналогової та цифрової електроніки, мікросхемотехніки.

2.2. Завдання вивчення дисципліни:

Завдання дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатності (компетенцій) щодо побудови, та розробки засобів вимірювання електричних та неелектричних величин.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

K19. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів та сертифікаційних випробувань.

K20. Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами.

K22. Здатність розробляти нормативну та методичну базу для забезпечування якості та технічного регулювання та розробляти науково-технічні засади систем управління якістю та сертифікаційних випробувань.

2.4. Результати навчання

ПР05. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання).

ПР08. Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.

3. Зміст дисципліни “Методи та засоби вимірювань”

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи

Лекція №1 Фізичні величини та вимірювання.

Поняття фізичної величини. Види величин. Одиниці фізичних величин. Принципи побудови систем одиниць та види одиниць. Розмірності фізичних величин. Міжнародна система одиниць СІ. Еталони одиниць фізичних величин. Основи планування та організація вимірювань.

Література: 1-10.

Лекція № 2. Забезпечення єдності вимірювань.

Загальні поняття про еталони. Класифікація еталонів. Зразкові засоби вимірювальної техніки. Метрологічне забезпечення єдності вимірювань. Зразкові засоби вимірювальної техніки. Загальні відомості про повірочні схеми. Способи повірки засобів вимірювальної техніки. Метрологічна служба України. Державний метрологічний контроль і нагляд.

Література: 1-10.

Лекція № 3. Узагальнені методи вимірювань.

Основні поняття та терміни. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, метод протиставлення, нульовий (компенсаційний), диференційний методи.

Література: 1-10.

Лекція № 4. Класифікація та види вимірювань.

Органолептичні та інструментальні вимірювання. Прямі та непрямі вимірювання. Приклади. Сумісні та сукупні вимірювання. Приклади. Класифікація за іншими критеріями.

Література: 1-10.

Лекція № 5. Характеристики якості вимірювань. Поняття похибки.

Точність Вимірювання. Поняття похибки. Невизначеність вимірювань. Види похибок – абсолютна, відносна та приведена. Класи точності вимірювань. Вплив завад на вимірювальне коло.

Література: 1-10.

Змістовий модуль 2. Компоненти засобів вимірювання

Лекція № 6. Засоби вимірювальної техніки.

Узагальнення структура засобу вимірювань. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки. Вимірювальні перетворювачі. Поняття аналогового вимірювального приладу. Цифрові вимірювальні прилади. Вимірювальні інформаційні системи.

Література: 1-10.

Лекція № 7. Компоненти засобів вимірювальної техніки та їх характеристики.

Міри фізичних величин (струм, напруга, опір, ємність, індуктивність). Вимірювальні трансформатори та індуктивні подільники. Вимірювальні підсилювачі. Функціональні та операційні підсилювачі. Компаратори електричних величин.

Література: 1-10.

Лекція № 8. Метрологічні характеристики засобів вимірювання.
Статичні метрологічні характеристики. Динамічні метрологічні характеристики.
Література: 1-10.

Змістовий модуль 3. Засоби вимірювання

Лекція № 9. Методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою на основі мостових схем.

Вимірювальні мости постійного струму. Одинарний міст. Подвійний міст. Мости змінного струму.

Література: 1-10.

Лекція № 10. Компенсаційні методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою.

Компенсатори напруги постійного струму. Компенсатори напруги змінного струму. Принципи функціонування компенсаційних вимірювальних кіл. Структурна схема. Основні компоненти.

Література: 1-10.

Лекція № 11. Методи вимірювань неелектричних величин.

Сфери застосування. Особливості електричних вимірювань неелектричних величин. Методи вимірювання температури. Методи вимірювання механічних величин. Детектори хімічного складу.

Література: 1-10.

Лекція 12. Методи радіоактивних вимірювань.

Методи на основі лічильника Гейгера-Мюллера. Сцинтиляційні детектори-міра світла вказує на рівень радіоактивності. Спектроскопія гамма-випромінювання - ідентифікація радіоактивних ізотопів. Мас-спектрометрія дозволяє - ідентифікація радіоактивних ізотопів за їхньою масою. Радиометрія.

Література: 1-10.

4. Структура залікового кредиту ДФН

Тематика	Кількість годин				
	Лекції	Лаб.	Самост. робота	Інд. робота	Контр. заходи
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи					
Лекція №1 Фізичні величини та вимірювання. Поняття фізичної величини. Види величин. Одиниці фізичних величин. Принципи побудови систем одиниць та види одиниць. Розмірності фізичних величин. Міжнародна система одиниць СІ. Еталони одиниць фізичних величин. Основи планування та організація вимірювань.	2		6		Поточне опитування
Лекція № 2. Забезпечення єдності вимірювань. Загальні поняття про еталони. Класифікація еталонів. Зразкові засоби вимірювальної техніки. Метрологічне забезпечення єдності вимірювань. Зразкові засоби вимірювальної техніки Загальні відомості про повірочні схеми. Способи перевірки засобів вимірювальної техніки. Метрологічна служба України. Державний метрологічний контроль і нагляд.	3	2	8	1	Ситуаційне завдання
Лекція № 3. Узагальнені методи вимірювань. Основні поняття та терміни. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, метод протиставлення, нульовий (компенсаційний), диференційний методи.	2		6		Ситуаційне завдання

Лекція № 4. Класифікація та види вимірювань Органолептичні та інструментальні вимірювання. Прямі та непрямі вимірювання. Приклади. Сумісні та сукупні вимірювання. Приклади. Класифікація за іншими критеріями.	2	2	6		
Лекція № 5. Характеристики якості вимірювань. Поняття похибки. Точність вимірювання. Поняття похибки. Невизначеність вимірювань. Види похибок – абсолютна, відносна та приведена. Класи точності вимірювань. Вплив завад на вимірювальне коло.			6	1	
Змістовий модуль 2. Компоненти засобів вимірювання					
Лекція № 6. Засоби вимірювальної техніки. Узагальнення структура засобу вимірювань. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки. Вимірювальні перетворювачі. Поняття аналогового вимірювального приладу. Цифрові вимірювальні прилади. Вимірювальні інформаційні системи.	2	2	6		Ситуаційне завдання
Лекція № 7. Компоненти засобів вимірювальної техніки та їх характеристики. Міри фізичних величин (струм, напруга, опір, ємність, індуктивність). Вимірювальні трансформатори та індуктивні подільники. Вимірювальні підсилювачі. Функціональні та операційні підсилювачі. Компаратори електричних величин.	3	8	6	1	Ситуаційне завдання
Лекція № 8. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Статичні метрологічні характеристики. Динамічні метрологічні характеристики.	2	4	8		Ситуаційне завдання
Змістовий модуль 3. Засоби вимірювання					
Лекція № 9. Методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою на основі мостових схем. Вимірювальні мости постійного струму. Одинарний міст. Подвійний міст. Мости змінного струму.	2	4	6		Ситуаційне завдання
Лекція № 10. Компенсаційні методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою. Компенсатори напруги постійного струму. Компенсатори напруги змінного струму. Принципи функціонування компенсаційних вимірювальних кіл. Структурна схема. Основні компоненти.	2		6		Ситуаційне завдання
Лекція № 11. Методи вимірювань неелектричних величин. Сфери застосування. Особливості електричних вимірювань неелектричних величин. Методи вимірювання температури. Методи вимірювання механічних величин. Детектори хімічного складу.	2	4	6	1	Ситуаційне завдання
Лекція 12. Методи радіоактивних вимірювань. Методи на основі лічильника Гейгера-Мюллера. Сцинтиляційні детектори-міра світла вказує на рівень радіоактивності. Спектроскопія гамма-випромінювання - ідентифікація радіоактивних ізотопів. Мас-спектрометрія дозволяє - ідентифікація радіоактивних ізотопів за їхньою масою. Радіометрія.	2		8		Поточне опитування
Разом	30	30	78	4	

Структура залікового кредиту ЗФН

Тематика	Кількість годин		
	Лекції	Лаб.	Самост. робота
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи			
Лекція №.1 Фізичні величини та вимірювання. Поняття фізичної величини. Види величин. Одиниці фізичних величин. Принципи побудови систем одиниць та види одиниць. Розмірності фізичних величин. Міжнародна система одиниць СІ. Еталони одиниць фізичних величин. Основи планування та організація вимірювань.	1		12
Лекція № 2. Забезпечення єдності вимірювань. Загальні поняття про еталони. Класифікація еталонів. Зразкові засоби вимірювальної техніки. Метрологічне забезпечення єдності вимірювань. Зразкові засоби вимірювальної техніки Загальні відомості про повірочні схеми. Способи перевірки засобів вимірювальної техніки. Метрологічна служба України. Державний метрологічний контроль і нагляд.	05	2	10
Лекція № 3. Узагальнені методи вимірювань. Основні поняття та терміни. Метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою, метод протиставлення, нульовий (компенсаційний), диференційний методи.	1	2	12
Лекція № 4. Класифікація та види вимірювань Органолептичні та інструментальні вимірювання. Прямі та непрямі вимірювання. Приклади. Сумісні та сукупні вимірювання. Приклади. Класифікація за іншими критеріями.	0,5		12
Лекція № 5. Характеристики якості вимірювань. Поняття похибки. Точність Вимірювання. Поняття похибки. Невизначеність вимірювань. Види похибок – абсолютна, відносна та приведена. Класи точності вимірювань. Вплив завад на вимірювальне коло.	0,5		12
Змістовий модуль 2. Компоненти засобів вимірювання			
Лекція № 6. Засоби вимірювальної техніки. Узагальнення структура засобу вимірювань. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки. Вимірювальні перетворювачі. Поняття аналогового вимірювального приладу. Цифрові вимірювальні прилади. Вимірювальні інформаційні системи.	0,5		12
Лекція № 7. Компоненти засобів вимірювальної техніки та їх характеристики. Міри фізичних величин (струм, напруга, опір, ємність, індуктивність). Вимірювальні трансформатори та індуктивні подільники. Вимірювальні підсилювачі. Функціональні та операційні підсилювачі. Компаратори електричних величин.	0,5	8	12
Лекція № 8. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Статичні метрологічні характеристики. Динамічні метрологічні характеристики.	0,5	4	10
Змістовий модуль 3. Засоби вимірювання			
Лекція № 9. Методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою на основі мостових схем. Вимірювальні мости постійного струму. Одинарний міст. Подвійний міст. Мости змінного струму.	1	2	12
Лекція № 10. Компенсаційні методи та засоби вимірювань на основі безпосереднього порівняння з мірою. Компенсатори напруги постійного струму. Компенсатори напруги змінного струму. Принципи функціонування компенсаційних вимірювальних кіл. Структурна схема. Основні компоненти.	1		12
Лекція № 11. Методи вимірювань неелектричних величин. Сфери застосування. Особливості електричних вимірювань неелектричних величин. Методи вимірювання температури. Методи	0,5	4	12

вимірювання механічних величин. Детектори хімічного складу.			
Лекція 12. Методи радіоактивних вимірювань. Методи на основі лічильника Гейгера-Мюллера. Сцинтиляційні детектори-міра світла вказує на рівень радіоактивності. Спектроскопія гамма-випромінювання - ідентифікація радіоактивних ізотопів. Мас-спектрометрія дозволяє - ідентифікація радіоактивних ізотопів за їхньою масою. Радіометрія.	0,5		10
Разом	8	4	138

5. Тематика лабораторних робіт.

Лабораторна робота №1

Тема: Інтегроване середовище програми Multisim.

Мета: Вивчення інтегрованого середовища програми Multisim. Робота з елементами електричних схем.

Питання для обговорення:

1. Основні елементи при побудові схем.
2. Типи позначень та функціонал об'єктів.
3. Вимоги до зображення об'єктів систем.

Література: 1-10.

Лабораторна робота №2

Тема: Моделювання систематичної та випадкової похибок

Мета: Підвищення точності вимірювань

Питання для обговорення:

1. Основні види похибок.
2. Методи коригування похибок.
3. Вимоги до точності вимірювань.

Література: 1-10.

Лабораторна робота №3

Тема: Вимірювальні підсилювачі

Мета: Дослідження структури та принципів функціонування вимірювальних підсилювачів.

Питання для обговорення:

1. Основні структури вимірювальних підсилювачів.
2. Принципів функціонування та параметри вимірювальних підсилювачів.

Література: 1-10.

Лабораторна робота №4

Тема: Компаратори електричних величин

Мета: Дослідження структури та принципів функціонування компараторів електричних величин

Питання для обговорення:

1. Основні структури компараторів електричних величин.
2. Принципів функціонування та вимоги до параметрів компараторів.

Література: 1-10.

Лабораторна робота №5

Тема: Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП).

Мета: Дослідження структури та принципів функціонування ЦАП.

Питання для обговорення:

1. Основні структури компараторів електричних величин.
2. Принципи функціонування та вимоги до параметрів компараторів.

Література: 1-10.

Лабораторна робота №6

Тема: Джерело опорної напруги (одно- та багатомірні міри).

Мета: Дослідження структури та принципів функціонування одно- та багатомірних мір

Питання для обговорення:

1. Основні структури одно- та багатомірних мір.
2. Принципів функціонування та вимоги до одно- та багатомірних мір
3. Література: 1-10.

Лабораторна робота №7

Тема: Аналого-цифрове перетворення

Мета: Побудова АЦП різних типів

Питання для обговорення:

1. Основні структури АЦП.
 2. Методи АЦ-перетворення.
 3. Принципи функціонування та вимоги до параметрів.
- Література: 1-10.

Лабораторна робота 8

Тема: Вимірювальні мости постійного струму

Мета: Дослідження методів застосування мостових схем для вимірювання фізичних величин

Питання для обговорення:

1. Особливості застосування мостових схем для вимірювань. Компенсатори.
 2. Принципи функціонування та вимоги до параметрів.
- Література: 1-10.

Лабораторна робота 9

Тема: Вимірювання неелектричних величин

Мета: Дослідження структури пристроїв вимірювання неелектричних фізичних величин

Питання для обговорення:

1. Особливості структури засобів вимірювань неелектричних фізичних величин.
 2. Принципи функціонування та вимоги до параметрів давача та пристрою.
- Література: 1-10.

6. Самостійна робота

№ п/п	Тематика
1	ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ. Електромагнітний вимірювальний перетворювач. Електромагнітні амперметри і вольтметри. Електродинамічний вимірювальний перетворювач. Амперметри, вольтметри і ватметри електродинамічної системи.
2	ЕЛЕКТРОННІ АНАЛОГОВІ ПРИЛАДИ. Електронні вольтметри постійних напруг. Електронні вольтметри змінних напруг. Амплітудний (піковий) вольтметр. Вольтметр середніх та середньоквадратичних значень. Електронні частотоміри. Суть методу заряду і розряду конденсатора. Електронний конденсаторний частотомір. Електронні фазометри.
3	ЕЛЕКТРОННИЙ ОСЦИЛОГРАФ. Світлопроменевий та цифровий осцилограф. Принципи функціонування.
4	АНАЛОГО-ЦИФРОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ. Паралельні та послідовні АЦП. Інтегруючі АЦП. Сігма-дельта АЦП. Основні параметри, які впливають на їх вибір для створення вимірювальних пристроїв та систем.
5	ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН. Вимірювальні перетворювачі. Вимірювання характеристик постійних магнітних полів. Вимірювання різниці магнітних потенціалів. Вимірювання характеристик постійних магнітних полів веберметром.

6	ВИМІРЮВАННЯ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН. Особливості вимірювання неелектричних величин. Узагальнена структурна схема. Параметричні вимірювальні перетворювачі (параметричні, резистивні, генераторні та інші).
7	МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ. Функції, що виконуються мікропроцесорами у вимірювальних системах. Методи покращення метрологічних характеристик. Процесорні похибки вимірювань. Мікропроцесорній вимірювачі фізичних величин.

7. Організація і проведення тренінгу

Тематика: Методика калібрування вимірювального пристрою.

Порядок проведення:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.
2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту.
3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

8. Методи навчання.

У навчальному процесі використовуються: лекції, лабораторні заняття під керівництвом викладача, індивідуальні заняття, групова робота, самостійне вивчення спеціалізованих літературних джерел та джерел Інтернет. Виконання лабораторних робіт проводиться в комп'ютерній лабораторії із відповідним програмним забезпеченням.

9. Методи оцінювання.

В процесі вивчення дисципліни «Методи та засоби вимірювань» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне опитування;
- підсумковий контроль кожного змістовного модуля;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- підсумковий іспит

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Семестр 3 – іспит

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт	Підсумкова контрольна робота	Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт	Підсумкова контрольна робота	Оцінка за виконання та захист проєкту за однією з запропонованих тем	Оцінка, за виконання та представлення результатів самостійної роботи	Теоретичні питання: 3 питання по 20 балів - тах 60 балів. Практичне завдання - тах 40 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

10. Інструменти, обладнання, ПЗ, перелік наочних матеріалів, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проекційний екран	1-17
2	Персональні комп'ютери	1-17
3	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-17
4	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1-17
5	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-17
6	Операційна система: Windows 10, Базове програмне забезпечення: MS Office, телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox).	1-17

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 538 с.
2. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. /За ред. Є.С.Поліщука. — Львів.: Видавництво «Бескид Біт», 2003. — 544 с.
3. М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2-х т. Т.1. Основи метрології. — Львів.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. — 532 с.
4. Richard S. Figliola, Donald E. Beasley. Theory and Design for Mechanical Measurements. - John Wiley & Sons, 2020 p. - 592 ст.
5. М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2-х т. Т.2. Вимірювальна техніка. — Львів.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. — 632 с.
6. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.І. та ін. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: Підручник. /За ред. Є.С.Поліщука. — Львів.: Видавництво «Бескид Біт», 2008. — 618 с.
7. Основи метрології та вимірювальної техніки / Лис, О.М., Якименко, М.В., Шинкаренко [та ін.]. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 424 с.
8. Спеціалізовані комп'ютерні технології в інформатиці: Монографія / за загальною редакцією Я.М.Николайчука – Тернопіль: "Бескиди", 2017.
9. Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем : Монографія / за загальною редакцією А.І. Сегіна – Тернопіль: ВПЦ «Університетська думка», 2023.- 495 с.
10. P. Bartiromo, M. Vincenzi. Electrical Measurements in the Laboratory Practice. – Springer. - 2016. – 301p.