

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

« 30 »

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

« 30 »

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Олександр ПИТЕЛЬ

« 30 »

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **«Метрологія та електричні вимірювання»**

ступінь вищої освіти – **перший (бакалаврський) рівень**

галузь знань – **14 «Електрична інженерія»**

спеціальність – **141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

освітньо-професійна програма **«Енергетичний аудит»**

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	Лабор. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Екзамен, (сем.)
Денна	II	3	32	14	14	4	8	78	150	3
Заочна	II	3	8	4		-	-	138	150	3

30.08.2024
[Signature]

Тернопіль ~ ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 9 від 15 червня 2022 р.

Робочу програму склав к.е.н., доцент Микола ГОРЛАЧУК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри,
д.е.н., професор



Руслан БРУХАНСЬКИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», протокол № 2 від 30 серпня 2024 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

Гарант ОПІ «Енергетичний аудит»,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Метрологія та електричні вимірювання»

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна – «Метрологія та електричні вимірювання»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: – 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Статус дисципліни – обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання – 5</i>	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки – 2 <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i> Семестр: <i>Денна – 3</i> <i>Заочна – 3</i>
Кількість змістових модулів – 3	Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський рівень)	Лекції: <i>Денна – 32 год.</i> <i>Заочна – 8</i> Практичні заняття: <i>Денна – 14 год.</i> <i>Заочна – 4</i> Лабораторні заняття: <i>Денна – 14 год.</i>
Загальна кількість годин – 150	Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит».	Індивідуальна робота – 4 Тренінг – 8 Самостійна робота: <i>Денна – 78</i> <i>Заочна – 138</i>
Тижневих годин <i>денна форма – 10</i> <i>з них аудиторних – 4</i>		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «Метрологія та електричні вимірювання»

2.1. Мета дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання» є формування професійних знань і навиків необхідних для кваліфікованого метрологічного обслуговування і виконання вимірювання електричних, неелектричних і магнітних величин, що сприятиме формуванню висококваліфікованих фахівців у галузі «Електрична інженерія».

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Завдання – вивчення і засвоєння основ метрології; техніки, принципів, методів та засобів вимірювань, знання теорії та конструкції вимірювальних електромеханічних, електронних, реєструючих приладів та допоміжних вимірювальних перетворювачів, вміння вимірювати електричні, неелектричні і магнітні величини, здійснювати метрологічний нагляд і державну повірку приладів.

2.3. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання» здобувач вищої освіти повинен:

-знати теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань;

-вміти застосовувати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності, застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Загальні компетентності (ЗК):

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК.18.Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

ФК.20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

3. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ **«Метрологія та електричні вимірювання»**

Змістовий модуль 1. Основи метрології

Тема 1. Основні поняття і терміни метрології

Визначення науки метрології. Засоби вимірювання. Електровимірювальні прилади, вимірювальні перетворювачі, електровимірювальна установка. Вимірювальні інформаційні системи. Види вимірювань: прямі і непрямі. Методи вимірювань: безпосередньої оцінки, порівняння, нульовий, диференціальний, заміщення.

Тема 2. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювання

Класифікація засобів вимірювання. Державна система приладів (ДСПУ). Класифікація погрішностей вимірювання. Класифікація погрішностей засобів вимірювань: по способу вираження, по характеру проявлення, по залежності від значення вимірювальної величини, по причинам і умовам виникнення. Класи точності засобів вимірювання. Оцінка погрішностей вимірювання по заданим метрологічним характеристикам засобів вимірювання. Загальні положення обробки і представлення результатів вимірювання.

Тема 3. Міри основних електричних величин

Загальні відомості. Класифікація мір. Передача одиниць фізичних величин робочим мірам і вимірювальним приладам. Основні положення метрологічного забезпечення народного господарства України. Державна система забезпечення єдності вимірювання (ДСВ). Одиниці фізичних величин згідно Держстандарту. Державна перевірка, ревізія, експертиза засобів вимірювання.

Змістовий модуль 2. Засоби вимірювання електричних величин

Тема 4. Електромеханічні вимірювальні прилади

Узагальнена структурна схема, загальні вузли і елементи аналогових електромеханічних приладів, загальні технічні вимоги до приладів.

Принцип дії, устрій і сфера застосування приладів магнітоелектричної, електромагнітної, електростатичної, електродинамічної, феродинамічної, теплової та індукційної системи. Випрямляючі прилади.

Тема 5. Електронні вимірювальні прилади

Загальні відомості. Класифікація електронних вимірювальних приладів. Поняття про вимірювальні генератори. Принцип дії, устрій, характеристика і сфера застосування електронних вольтметрів, осцилографів, омметрів.

Тема 6. Цифрові вимірювальні прилади

Основні визначення. Загальні властивості цифрових вимірювальних приладів. Основні операції над вимірювальними сигналами. Структурні схеми характеристики, сфера застосування цифрових вольтметрів, частотомірів, мультиметрів комбінованих приладів. Цифрові прилади з мікропроцесорним керуванням.

Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних і магнітних величин

Тема 7. Вимірювання струмів і напруг. Методи вимірювання постійних струмів і напруг

Методи вимірювання змінних струмів і напруг промислової частоти. Особливості вимірювання струмів і напруг підвищеної і високої частоти. Електромагнітні перешкоди вимірювальному колу і методи боротьби з ними.

Тема 8. Вимірювання параметрів електричних кіл

Загальні відомості. Особливості вимірювання малих, середніх і великих опорів постійному струму. Вимірювання опорів омметрами, мегаметрами, методом амперметра - вольтметра, одинарним і двійним мостом. Вимірювання параметрів котушок індуктивності і конденсаторів мостом змінного струму.

Тема 9. Вимірювання потужності і енергії

Загальні відомості. Вимірювання потужності в колах постійного струму. Методи вимірювання активної потужності в однофазних і трифазному колі. Триелементний ватметр. Ватметр реактивної потужності. Методи вимірювання реактивної потужності в однофазних і трифазних колах. Улаштування і принцип роботи лічильників електричної енергії індукційної системи. Похибки вимірювання схеми вмикання лічильників в коло змінного струму. Вимірювання активної енергії в трифазному колі. Двоелементний і триелементний лічильники. Вимірювання реактивної енергії в трифазному колі.

Тема 10. Загальні відомості і характеристики первинних вимірювальних перетворювачів

Переваги електричних методів вимірювання неелектричних величин. Класифікація, структурні схеми і характеристики первинних вимірювальних неелектричних величин в електричну. Електромеханічні теплові перетворювачі. Принцип дії і сфера застосування резистивних, електромагнітних і електричних перетворювачів неелектричних величин в електричні величини. Принцип дії, конструкції і сфера застосування термоелектричних перетворювачів і електричних термометрів опору. Особливості конструкції вторинних приладів.

Тема 11. Вимірювально-інформаційні системи

Загальні поняття. Державна система приладів і агрегатні комплекси. Основні структури систем і вимірювально-обчислювальних комплексів. Основні напрями автоматизації засобів вимірювання на основі сучасної мікроелектронної елементної бази мікропроцесорів і мікроЕОМ.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ
«Метрологія та електричні вимірювання»
(денна форма навчання)

Тема	Кількість, годин, в т.ч.						
	Лекції	Практичні	Лабораторні	Індивідуальна робота студентів	Тренінг	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Основи метрології							
Тема 1. Основні поняття і терміни метрології. Класифікація похибок	2	1	-	1	2	6	Поточне оцінювання
Тема 2. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювання	2	1	-			6	Поточне оцінювання
Тема 3. Міри основних електричних величин	2	2	-			8	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 2. Засоби вимірювання електричних величин							
Тема 4. Електромеханічні вимірювальні прилади	4	1	4	1	2	6	Поточне оцінювання
Тема 5. Електронні вимірювальні прилади	4	1	2			6	Поточне оцінювання
Тема 6. Цифрові вимірювальні прилади	2	2	2			6	Поточне оцінювання
Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних і магнітних величин							
Тема 7. Вимірювання струмів і напруг	4	2	2	2	4	8	Поточне оцінювання
Тема 8. Вимірювання параметрів електричних кіл	4	1	2			8	Поточне оцінювання
Тема 9. Вимірювання потужності і енергії	4	1	2			8	Поточне оцінювання
Тема 10. Загальні відомості і характеристики первинних вимірювальних перетворювачів	2	1	-			8	Поточне оцінювання
Тема 11. Вимірювально-інформаційні системи	2	1	-			8	Поточне оцінювання
Разом	32	14	14	4	8	78	

**Структура залікового кредиту дисципліни
«Метрологія та електричні вимірювання»
(заочна форма навчання)**

Тема	Кількість, годин, в т.ч.			
	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Контрольні заходи
Тема 1. Основні поняття і терміни метрології. Класифікація похибок	1	1	14	тестування
Тема 2. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювання			12	тестування
Тема 3. Міри основних електричних величин	1		12	тестування
Тема 4. Електромеханічні вимірювальні прилади			12	тестування
Тема 5. Електронні вимірювальні прилади	1	1	12	тестування
Тема 6. Цифрові вимірювальні прилади			12	тестування
Тема 7. Вимірювання струмів і напруг	1	1	14	тестування
Тема 8. Вимірювання параметрів електричних кіл	1		12	тестування
Тема 9. Вимірювання потужності і енергії	1	1	12	тестування
Тема 10. Загальні відомості і характеристики первинних вимірювальних перетворювачів	1		12	тестування
Тема 11. Вимірювально-інформаційні системи	1		14	тестування
Разом	8	4	138	

5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Змістовий модуль 1. Основи метрології

Практичне заняття 1

Тема 1. Основні поняття і терміни метрології. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювання.

Питання для обговорення:

1. Визначення науки метрології.
2. Засоби вимірювання.
3. Електровимірювальні прилади, вимірювальні перетворювачі, електровимірювальна установка.
4. Вимірювальні інформаційні системи.
5. Види вимірювань: прямі і непрямі.
6. Методи вимірювань: безпосередньої оцінки, порівняння, нульовий, диференціальний, заміщення.
7. Класифікація засобів вимірювання.
8. Державна система приладів (ДСПУ).
9. Класифікація погрешностей вимірювання.
10. Класифікація погрешностей засобів вимірювань: по способу вираження, по характеру проявлення, по залежності від значення вимірювальної величини, по причинам і умовам виникнення.
11. Класи точності засобів вимірювання.
12. Оцінка погрешностей вимірювання по заданим метрологічним характеристикам засобів вимірювання.
13. Загальні положення обробки і представлення результатів вимірювання.

Практичне заняття 2

Тема: Міри основних електричних величин

Питання для обговорення:

1. Загальні відомості. Класифікація мір.
2. Передача одиниць фізичних величин робочим мірам і вимірювальним приладам.
3. Основні положення метрологічного забезпечення національної еконгміки України.
4. Державна система забезпечення єдності вимірювання (ДСВ).
5. Одиниці фізичних величин згідно Держстандарту.
6. Державна перевірка, ревізія, експертиза засобів вимірювання.

Практичне заняття 3

Тема: Електромеханічні вимірювальні прилади. Електронні вимірювальні прилади

Питання для обговорення:

1. Узагальнена структурна схема, загальні вузли і елементи аналогових електромеханічних приладів, загальні технічні вимоги до приладів.
2. Принцип дії, устрій і сфера застосування приладів магнітоелектричної, електромагнітної, електростатичної, електродинамічної, феродинамічної, теплової та індукційної системи. Випрямляючі прилади.
3. Загальні відомості. Класифікація електронних вимірювальних приладів.

4. Поняття про вимірювальні генератори.
5. Принцип дії, устрій, характеристика і сфера застосування електронних вольтметрів, осцилографів, омметрів.

Змістовий модуль 2. Засоби вимірювання електричних величин

Практичне заняття 4

Тема: Цифрові вимірювальні прилади

Питання для обговорення:

1. Основні визначення. Загальні властивості цифрових вимірювальних приладів.
2. Основні операції над вимірювальними сигналами.
3. Структурні схеми характеристики, сфера застосування цифрових вольтметрів, частотомірів, мультиметрів комбінованих приладів.
4. Цифрові прилади з мікропроцесорним керуванням.

Практичне заняття 5

Тема: Вимірювання струмів і напруг. Методи вимірювання постійних струмів і напруг

Питання для обговорення:

1. Методи вимірювання змінних струмів і напруг промислової частоти.
2. Особливості вимірювання струмів і напруг підвищеної і високої частоти.
3. Електромагнітні перешкоди вимірювальному колу і методи боротьби з ними.

Практичне заняття 6

Тема: Вимірювання параметрів електричних кіл. Вимірювання потужності і енергії

Питання для обговорення:

1. Загальні відомості. Особливості вимірювання малих, середніх і великих опорів постійному струму.
2. Вимірювання опорів омметрами, мегаметрами, методом амперметра - вольтметра, одинарним і двійним мостом.
3. Вимірювання параметрів котушок індуктивності і конденсаторів мостом змінного струму.
4. Загальні відомості. Вимірювання потужності в колах постійного струму.
5. Методи вимірювання активної потужності в однофазних і трифазному колі.
6. Триелементний ватметр. Ватметр реактивної потужності.
7. Методи вимірювання реактивної потужності в однофазних і трифазних колах.
8. Улаштування і принцип роботи лічильників електричної енергії індукційної системи.
9. Похибки вимірювання схеми вмикання лічильників в коло змінного струму.
10. Вимірювання активної енергії в трифазному колі.
11. Двоелементний і триелементний лічильники.
12. Вимірювання реактивної енергії в трифазному колі.

Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних і магнітних величин

Практичне заняття 7

Питання для обговорення:

Тема: Загальні відомості і характеристики первинних вимірювальних перетворювачів. Вимірювально-інформаційні системи

1. Переваги електричних методів вимірювання неелектричних величин.
2. Класифікація, структурні схеми і характеристики первинних вимірювальних неелектричних величин в електричну.
3. Електромеханічні теплові перетворювачі
4. Принцип дії і сфера застосування резистивних, електромагнітних і електричних перетворювачів неелектричних величин в електричні величини.
5. Принцип дії, конструкції і сфера застосування термоелектричних перетворювачів і електричних термометрів опору. Особливості конструкції вторинних приладів.
6. Загальні поняття. Державна система приладів і агрегатні комплекси.
7. Основні структури систем і вимірювально-обчислювальних комплексів.
8. Основні напрями автоматизації засобів вимірювання на основі сучасної мікроелектронної елементної бази мікропроцесорів і мікроЕОМ.

6. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторне заняття 1

Тема 1. Повірка амперметра і вольтметра.

Мета: Вивчення загальних вимог та основних етапів повірки амперметра та вольтметра методом безпосереднього звірення.

Лабораторне заняття 2

Тема 2. Повірка ватметра

Мета: Практичне вивчення основних етапів повірки феродинамічного ватметра

Лабораторне заняття 3

Тема 3. Вимірювання електричних величин за допомогою електронного осцилографа

Мета: Вивчити принцип дії та роботу електронного осцилографа; виміряти чутливість каналів X і Y осцилографа.

Лабораторне заняття 4

Тема 4. Розширення границь вимірювання постійного і змінного струмів

Мета: Придбання практичних навичок при роботі з вимірювальним трансформатором струму

Лабораторне заняття 5

Тема 5. Повірка амперметра та вольтметра за допомогою електронних приладів

Мета: Вивчення загальних вимог та основних етапів повірки амперметра та вольтметра методом безпосереднього звірення.

Лабораторне заняття 6

Тема 6. Повірка приладів за допомогою компенсатора постійного струму

Мета: Вивчити побудову і принцип дії компенсатора (потенціометра) постійного струму і повірюваного вольтметра.

Лабораторне заняття 7

Тема 7. Вимірювання опору за допомогою омметра

Мета: ознайомлення з приладом та навчитися вимірювати опір ізоляції.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ

«Метрологія та електричні вимірювання»

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними та прикладними аспектами метрології та електричними вимірюваннями.

Денна форма навчання

№ з/п	Тематика самостійної роботи	Кількість годин
1.	Основні поняття і терміни метрології. Класифікація похибок	6
2.	Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювання	6
3.	Міри основних електричних величин	8
4.	Електромеханічні вимірювальні прилади	6
5.	Електронні вимірювальні прилади	6
6.	Цифрові вимірювальні прилади	6
7.	Вимірювання струмів і напруг	8
8.	Вимірювання параметрів електричних кіл	8
9.	Вимірювання потужності і енергії	8
10.	Загальні відомості і характеристики первинних вимірювальних перетворювачів	8
11.	Вимірювально-інформаційні системи	8
	Разом	78

Самостійна робота з дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання» виконується самостійно кожним студентом і охоплює усі основні теми дисципліни.

Метою виконання є оволодіння практичними навичками з метрології та електричних вимірювань. Самостійна робота оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання самостійної роботи є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з навчальної дисципліни.

Питання для самостійної роботи:

1. Оцінка похибок вимірювання.
2. Держана ревізія, експертиза.
3. Електромеханічні вимірювальні прилади.

4. Принцип дії і застосування приладів.
5. Прилади електродинамічної системи.
6. Прилади індукційної і вібраційної систем.
7. Властивості вимірювальних перетворювачів.
8. Мостові та компенсаційні схеми перетворювачів.
9. Розширення границь вимірювання постійного струму.
10. Трансформатори постійного струму.
11. Реєструючі прилади.
12. Самопишучі прилади.
13. Електронні прилади принцип дії.
14. Методи вимірювання змінних струмів і напруг.
15. Вимірювання параметрів котушок індуктивності і конденсаторів.
16. Вимірювання реактивної потужності.
17. Вимірювання активної енергії, реактивної енергії.
18. Додаткові параметри кіл змінного струму.
19. Вимірювання параметрів магнітних кіл.
20. Характеристики перетворювачів неелектричних величин.
21. Вимірювання параметрів магнітних кіл.
22. Електромеханічні і теплові перетворювачі.
23. Загальні відомості про ІВС.
24. Структури ІВС.
25. Напрямки автоматизації вимірювань.

На основі опрацювання питань, передбачених тематикою самостійної роботи, здобувач вищої освіти виконує такі завдання для самостійної роботи студентів: 1) підготовка реферату; 2) підготовка презентації; 3) розв'язання задачі.

Основні вимоги: критичний та креативний аналіз проблеми, для якого необхідним є порівняння існуючих щодо проблеми поглядів та обґрунтування власної позиції. Технічні вимоги – реферат (обсяг до 20 сторінок, Times New Roman, шрифт 14, інтервал 1,5, не менше ніж 10 позицій у списку літератури, коректне оформлення посилань, презентація до 20 слайдів).

Задача

Для дослідження однофазного кола змінного струму з послідовним з'єднанням активного опору, індуктивності та ємності ввімкнули амперметр, вольтметр, ватметр, фазометр. Накреслити схему ввімкнення.

Визначити: повну потужність кола коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, повний опір активний опір реактивний опір кола реактивну потужність Q та інші величини, які не задані.

Вихідні дані згідно відповідного варіанта тематики самостійної роботи.

Розв'язання:

1 Накреслимо схему ввімкнення приладів.

2 Визначаємо повну потужність кола за однією з формул:

$$S = UI; \quad S = \frac{P}{\cos \varphi}; \quad S = \frac{Q}{\cos \varphi}; \quad S = I^2 Z; \quad S = \frac{U^2}{Z}; \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$S =$.

3 Визначаємо коефіцієнт потужності (показ фазометра)

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{U_a}{U} = \frac{R}{Z};$$

$$\cos\varphi =$$

4 Визначаємо повний опір кола за формулою

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + X^2} = \frac{S}{I^2} = \frac{U^2}{S} = \frac{r}{\cos\varphi} = \frac{x}{\sin\varphi}.$$

$$Z =$$

5 Визначаємо активний опір кола із співвідношень:

$$R = \frac{U_a}{I} = Z \cdot \cos\varphi = \sqrt{Z^2 - X^2} = \frac{P}{I^2} = \frac{U_a^2}{P}.$$

$$R =$$

6 Визначаємо реактивний опір кола із співвідношень:

$$X = \frac{U_p}{I} = Z \sin\varphi = \sqrt{Z^2 - R^2} = \frac{Q}{I^2} = \frac{U_p^2}{Q};$$

$$X =$$

7 Визначаємо реактивну потужність кола за однією з формул

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = UI \sin\varphi = S \sin\varphi = UI \frac{X}{Z} = I^2 X = \frac{U_p^2}{X}.$$

Критерії оцінювання самостійної роботи:

- комплексність виконання завдання для самостійної роботи;
- логічність викладення матеріалу;
- логічність аналізу стану обраної проблематики;
- повнота і глибина розкриття питань;
- правильність розрахунків;
- обсяг опрацьованої наукової літератури;
- критичне мислення та індивідуальний підхід до оформлення результатів самостійного завдання;
- презентація науково-дослідної роботи.

Індивідуальна робота – ідентифікована як одна із форм організації навчальної роботи викладача і студентів, реалізовуватиметься створенням необхідних умов для виявлення та розвитку персональних здібностей студентів на основі особистісно-діяльнісного підходу до виконання завдання.

8. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГУ З ДИСЦИПЛІНИ

«Метрологія та електричні вимірювання»

Тематика: Робота з метрології та електричних вимірювань

Методична доцільність проведення тренінгу полягає у забезпеченні студентів знаннями і навичками, які в подальшому можуть використовуватися у майбутній професійній діяльності.

У процесі проведення тренінгу студентам пропонується показати методи вимірювання фізичних величин, провести перевірки вимірювальних приладів, провести контроль стану засобів вимірювань, виявити несправності та пошкодження в роботі електроустаткування та усувати їх.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання (опитування, тестування, виконання лабораторних завдань, доповіді, реферати);
- проміжне модульне оцінювання;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- оцінювання результатів виконання самостійної роботи студентів;
- оцінювання результативності наукових досліджень;
- інші види індивідуальних і групових завдань;
- підсумкове оцінювання (екзамен).

10. ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо граничних термінів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Письмові роботи підлягають перевірці на наявність плагіату та допускаються до захисту з коректними текстовими запозиченнями. Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонене.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

11. КРИТЕРІЇ, ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

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

Структура залікового кредиту для студентів (екзамен) %:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (кожен здобувач має бути оцінений не рідше як раз на два заняття)	Письмова робота: 1. Теоретичні питання (2) мах 40 балів 2. Практичні завдання (3) мах 60 балів	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (кожен здобувач має бути оцінений не рідше як раз на два заняття)	Письмова робота: 1. Теоретичні питання (2) мах 50 балів 2. Лабораторні завдання (3) мах 50 балів	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час вивчення дисципліни за самостійну роботу	1.Тестові завдання (10) мах 20 балів 2.Теоретичні питання (2) мах 40 3.Лабораторні завдання (1) мах 20 4.Практичні Завдання (1) мах 20

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	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)

11. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1-11
2.	Екран проєкційний	1-11
	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-11
3.	Базове програмне забезпечення: ОС Windows 10 – згідно ліцензії Microsoft IT Academy та Microsoft DreamSpark for Students. Стандартне програмне забезпечення базових інформаційних технологій: MS Office (Excel), телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox, ZOOM, MOODLE, Viber)	1-11
4.	Амперметр, вольтметр, ватметр, осцилограф, омметр, електроінструменти	1-11

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): підручник / В.М. Ванько, Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець та ін. ; за ред. Є.С. Поліщука; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2017. 584 с.
2. Гуржій А.М., Поворознюк Н.І. Електричні і радіотехнічні вимірювання, Київ: Навчальна книга, 2012. 287 с.
3. Дем'яненко І.В. Основи стандартизації і метрології. Полтава, 1999 р.
4. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення.
5. ДСТУ 2708-94 Метрологія. Метрологічне забезпечення. Основні положення.
6. ДСТУ 2708-94 Метрологія. Повірка засобів вимірювань. Організація і порядок проведення.
7. ДСТУ 3651-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин. Міжнародні системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.
8. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність».
9. Закон України «Про стандартизацію» №2408-ІН від 17 травня 2001 р.
10. Малиновський В.Н. Електричні вимірювання. Київ: Енергія, 2020. 392 с.
11. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: Підруч. для студ. / Є.С. Поліщук; Держ. ун-т «Львів. політехніка». Львів, 2018. 359 с.
12. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація, управління якістю: Підручник. Київ: Либідь, 1993.
13. Шаповаленко О.Г., Бондар В.М. Основи електричних вимірювань: Підручник. Київ: Либідь, 2012. 320 с.
14. Шишмарєв В.Ю., Шанін В.І. Електрорадіовимірювання. Київ: Академія, 2014.
15. Cardarelli F. Encyclopaedia of Scientific Units, Weights and Measures: Their SI Equivalences and Origins. Springer, 2004. 872 p.
16. Cataldo A., Giaquinto N., De Benedetto E., Masciullo A., Cannazza G., Lorenzo I., Nicolazzo J., Meo M.T., De Monte A., Parisi G., Gaetani F. Basic Theory and Laboratory Experiments in Measurement and Instrumentation: A Practice-Oriented Guide. Springer, 2020. 204 p.
17. Chani Muhammad Tariq Saeed, Asiri Abdullah Mohammed, Khan Sher Bahadar (eds.) Humidity Sensors: Types and Applications. ITEXLI, 2023. 113 p.
18. Crowder St., Delker C., Forrest E., Martin M. Introduction to Statistics in Metrology. Springer, 2020. 357 p.
19. Curtis M., Farago F. Handbook of Dimensional Measurement. 5th Ed. Industrial Press, Inc., 2013. 642 p.
20. Czichos H. Measurement, Testing and Sensor Technology: Fundamentals and Application to Materials and Technical Systems. Springer International Publishing AG, 2018. 214 p.
21. Czichos H., Saito T., Smith L.E. (Eds.) Handbook of Metrology and Testing. 2nd ed. Springer, 2011. 1500 p.
22. Du S., Xi L. High Definition Metrology Based Surface Quality Control and Applications. Springer, 2019. 338 p.

23. Eichstädt S. (ed.) Dynamic Measuring Systems: Fundamentals and application of time-dependent measurements. De Gruyter Oldenbourg, 2023. 146 p.
24. Eidson John C. Measurement, Control, and Communication Using IEEE 1588. Springer, 2006. 284 p.
25. Fisher W., Cano S.J. (eds.) Person-Centered Outcome Metrology: Principles and Applications for High Stakes Decision Making. Springer, 2023. 402 p.
26. Fridman A.E. The Quality of Measurements: A Metrological Reference. Springer Science+Business Media, 2011. 212 p.
27. Gupta S.V. Units of Measurement: Past, Present and Future. International System of Units. Berlin et al.: Springer-Verlag, 2010. XVII, 158 p.
28. Jiang X., Scott P. Advanced Metrology: Freeform Surfaces. Academic Press, 2020. 383 p.
29. Karmalita Viacheslav. Metrology of Automated Tests: Static and Dynamic Characteristics. De Gruyter, 2020. 115 p.
30. Korotcenkov G. Handbook of Humidity Measurement. Volume 2: Electronic and Electrical Humidity Sensors. CRC Press; Taylor & Francis Group, 2019. 405 p.
31. Krishnan K.M. Principles of Materials Characterization and Metrology. Oxford: Oxford University Press, 2021. 868 p.
32. Krystek M. Quantities and Units: The International System of Units. De Gruyter Oldenbourg, 2023. 118 p.
33. Kumar K., Zindani D. Engineering Materials Characterization. Berlin: de Gruyter, 2023. 270 p.
34. Langarin Reza. Measurement and Instrumentation: Theory and Application. Elsevier Science, 2020. 736 p.
35. Mari L., Wilson M., Maul A. Measurement Across the Sciences: Developing a Shared Concept System for Measurement. 2nd edition. Springer, 2023. 339 p.
36. Morris A., Langari R. Measurement and Instrumentation: Theory and Application. Second Edition. Academic Press, 2016. 695 p.
37. Morris A.S., Langari R. Measurement and Instrumentation: Theory and Application. 3rd Edition. Elsevier Inc., 2021. 711 p.
38. Nakra B.C., Chaudhry K.K. Instrumentation, Measurement and Analysis. New Delhi: McGraw-Hill Education, 2017. 734 p.
39. Raghavendra N.V., Krishnamurthy L. Engineering metrology and measurements. Oxford: University Press. 2013. 546 p.
40. Sawhney A.K. A Course In Electronics & Electrical Measurements And Instrumentation. New Delhi: S. K. Kataria & Sons, 2006. 1089 p.
41. Velychko Oleh. Modern Metrology Applied Aspects. ITeXLi, 2022. 135 p.
42. Wade Heather A. (ed.) The ASQ Metrology Handbook. 3rd edition. ASQ Quality Press, 2022. 737 p.
43. Zhou Wei, Li Zhiqi, Bai L., Fu X., Qu B., Miao M. The Border Effect in High-Precision Measurement. Springer, 2023. 388 p.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

« 30 » _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

_____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ

« 30 » _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **«Електричні апарати»**

ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

галузь знань – **14 «Електрична інженерія»**

спеціальність – **141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

освітньо-професійна програма **«Енергетичний аудит»**

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Екзамен, (сем.)
Денна	III	5	32	28	4	8	78	150	5
Заочна	III	5	8	4	-	-	138	150	6

30.08.2024
[Signature]

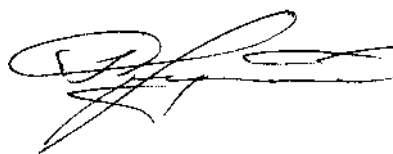
Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 10 від 23 червня 2023 р.

Робочу програму склав к.е.н., доцент Микола ГОРЛАЧУК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри,
д.е.н., професор



Руслан БРУХАНСЬКИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», протокол № 2 від 30 серпня 2024 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

Гарант ОПІ «Енергетичний аудит»,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

« » _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

« » _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту університету освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ

_____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Парові, водогрійні, опалювальні котли та теплогенератори»

ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Залік, (сем.)
Денна	II	4	28	28	3	6	85	150	4
Заочна	II	4	8	4	-	-	138	150	4

30.08.2024
[Signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

«__»

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«__»

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Електрична частина станцій, систем та енергопостачання»

ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Екзамен, (сем.)
Денна	III	6	30	30	4	8	78	150	6
Заочна	III	6	8	4	-	-	138	150	6

30.08.2024
[Signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

« »

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

« »

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Кафедра бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	ІРС, год.	Тренінг (год.)	Самост. робота студ., (год.)	Разом, (год.)	Залік, (сем.)
Денна	II	4	28	28	3	6	85	150	4
Заочна	II	4	8	4	-	-	138	150	4

30.08.2024
[Handwritten signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2024