

**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
« 30 » 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
[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 «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

1. Опис дисципліни

Дисципліна – «Теплотехнічні вимірювальні прилади»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: – 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Статус дисципліни – 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 Заочна – 2 Семестр: Денна – 4 Заочна – 4</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 28 год. Заочна – 28 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 28 год. Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150	Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит».	Індивідуальна робота: <i>Денна – 3 год. Тренінг – 8 год.</i> Самостійна робота: <i>Денна – 85 год. Заочна – 138 год.</i>
Тижневих годин <i>денна форма – 11 з них аудиторних:– 4</i>		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

2.1 Мета дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» полягає у формуванні в студентів системи компетенцій, спрямованих на практичне застосування основ і методів теплотехнічних вимірювань, а також досконале володіння сучасними технічними приладами проведення теплотехнічних вимірювань у сфері енергетичного аудиту.

Розуміння принципів роботи теплотехнічних вимірювальних приладів визначить максимальну точність вимірювання, а знання конструктивного виконання забезпечать правильну експлуатацію, що в сукупності дасть об'єктивну оцінку стану обстежуваних енергетичних або технологічних систем.

Базові знання і навички, одержані при вивченні даної дисципліни будуть використовуватися студентами при вивченні та засвоєнні інших спеціальних дисциплін.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» є засвоєння знань і розуміння основних питань теорії теплотехнічних вимірювань, визначення пов'язаних з цим похибок з врахуванням їх зв'язку з реальними особливостями діяльності у сфері енергетичного аудиту, а також формування практичного досвіду із застосуванням теплотехнічних пристроїв, іншого устаткування на рівні вмінь, що достатні для практичної діяльності за спеціальністю, ознайомлення з методами ефективного використання теплоенергетичних процесів, формування навичок застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності.

2.3. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» здобувач вищої освіти повинен:

-знати теоретичні основи теплотехнічних вимірювань та особливості вимірювання основних теплових параметрів, технічні аспекти проведення вимірювальних робіт з врахуванням діапазону їх вимірювання, характеристики та класифікацію похибок, а також відтворювальність результатів, класи точності теплотехнічних приладів вимірювання, методи та засоби вимірювання температури, тиску/розрідження, специфіку вимірювання витрат рідин, газів і пари, вимірювання рівнів, складу та властивостей речовин;

-вміти оцінювати точність та надійність вимірювань основних теплових параметрів за допомогою теплотехнічних приладів, які використовуються у сфері енергетичного аудиту, володіти методами та засобами теплотехнічних вимірювань, здійснювати розробку завдань і на основі цього – сучасних моделей теплотехнічних вимірювань, проводити відповідні дослідження із застосуванням новітніх теплотехнічних вимірювальних приладів та пристроїв, здійснювати

самостійно аналіз результатів проведених теплотехнічних вимірювань з формуванням загальних напрямків розвитку досліджуваного теплотехнічного процесу як в лабораторних, так і промислових умовах його здійснення.

Загальні компетентності (ЗК):

К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

К14. 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

«Теплотехнічні вимірювальні прилади»

Змістовий модуль 1. Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин

Тема 1. Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань

Загальні відомості. Метрологічні основи теплотехнічних вимірювань. Основні принципи теплотехнічних вимірювань. Види вимірювань. Одиниці та методи вимірювань. Класифікація вимірювальних приладів. Характеристика елементів і властивостей приладів. Похибки вимірювань. Системні та випадкові похибки, їх вплив на точність вимірювань. Теплотехнічний контроль.

Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури

Поняття температури. Загальні відомості про вимірювання температури. Термодинамічна температурна шкала. Міжнародні температурні шкали. Класифікація приладів вимірювання температури. Контактні методи вимірювання температури. Термометри розширення. Рідинні термометри розширення. Манометричні термометри (парові (конденсаційні), рідинні, газові). Електричні термометри опору. Термоелектричні термометри. Біметалеві та дилатометричні термометри. Вторинні прилади систем вимірювання температури. Безконтактні/оптичні методи вимірювання температури. Основні поняття і закони випромінювання. Принцип дії та конструкція променевих пірометрів. Оптичні, фотоелектричні пірометри. Радіаційні пірометри. Тепловізори.

Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків

Основні поняття. Загальне визначення поняття тиску. Загальні відомості про види тисків. Одиниці і методи вимірювання тиску. Класифікація засобів вимірювання тиску і розрідження: рідинні, деформаційні, електричні, п'єзометричні, тензометричні манометри. Прилади для вимірювання вакууму: класифікація і типи вакууметрів. Вимоги до систем вимірювання тиску і вакууму. Вимірювання різниці тисків. Правила установки приладів вимірювання і відбирання тиску. Повірка приладів для вимірювання тиску і розрідження.

Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини

Загальні відомості про вимірювання витрати і кількості речовини. Класифікація приладів і методів вимірювання витрати та кількості речовини. Одиниці вимірювання витрати і кількості речовини. Перетворювач витрати. Тахометричні/швидкісні та об'ємні пристрої/витратоміри для вимірювання витрати і кількості: ротаційні, турбінні. Теплолічильники. Вимірювання витрати методом постійного перепаду тиску. Вимірювання витрати методом змінного перепаду тиску. Вимірювання витрати методом динамічного напору. Вимірювання витрати спеціальними звужуючими пристроями. Типи стандартних звужуючих пристроїв. Загальне рівняння витрати та його аналіз. Електромагнітні (індукційні) витратоміри. Ультразвукові витратоміри. Особливі

випадки вимірювання витрати на основі використання нестандартних звужуючих пристроїв.

Змістовий модуль 2. Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості

Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин

Загальні положення про вимірювання рівня рідини та сипучих речовин. Класифікація методів та засобів для вимірювання рівня рідини. Рівнеміри з візуальним відрахунком. Гідростатичні рівнеміри. Поплавкові та буйкові рівнеміри. Ємнісні рівнеміри. Індуктивні рівнеміри. Радіохвильові рівнеміри. Акустичні рівнеміри. Термокондуктометричні рівнеміри. Схеми та принцип дії рівнемірів. Спеціальні засоби вимірювання рівня. Особливості вимірювання рівня сипких речовин: сигналізатори рівня сипких матеріалів, прилади для вимірювання рівня сипких речовин.

Тема 6. Визначення складу речовин

Загальні відомості. Класифікація методів аналізу складу рідин і газів. Класифікація засобів визначення складу і концентрації речовини. Об'ємні хімічні газоаналізатори. Теплові газоаналізатори. Магнітні газоаналізатори. Оптичні газоаналізатори. Електричні газоаналізатори. Хроматографічні газоаналізатори. Електрохімічні методи аналізу розчинів. Оптичні методи аналізу складу рідин. Пристрої для аналізу багатокомпонентних газів.

Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату

Загальні положення. Класифікація методів і засобів контролю якості води, пари і конденсату. Потенціометричний метод аналізу якості води. Пристрої підготовки проби. Кондуктометри. Електронні кондуктометричні аналізатори. Безелектродні кондуктометри. Киснеміри. Стенди контролю водно-хімічного режиму. Вимірювання концентрації газів, розчинених у воді та парі.

Тема 8. Вимірювання вологості речовин

Загальні відомості про вимірювання вологості. Вологість газів, повітря і твердих тіл. Методи вимірювання вологості. Визначення вологості газів. Психрометричний метод. Конденсаційний метод. Сорбційний метод. Визначення вологості повітря. Визначення вологості водяної пари. Вимірювання вологості твердих тіл і сипких речовин. Прилади-вологоміри для газів, твердих тіл та сипких матеріалів.

**4. Структура залікового кредиту дисципліни
«Теплотехнічні вимірювальні прилади»
(денна форма)**

Тема	Кількість, годин, в т.ч.					
	Лекції	Практичні	Індивідуальна робота	Тренінг	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. «Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин»						
Тема 1. Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань	2	2	2	1	10	Поточне оцінювання
Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури	2	2		10	Поточне оцінювання	
Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	4	4		1	12	Поточне оцінювання
Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	4	4		1	12	Поточне оцінювання
Модульна робота 1						Письмова робота
Змістовий модуль 2 «Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості»						
Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	4	4	1	1	10	Поточне оцінювання
Тема 6. Визначення складу речовин	4	4		10	Поточне оцінювання	
Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату	4	4		1	11	Поточне оцінювання
Тема 8. Вимірювання вологості речовин	4	4		1	10	Поточне оцінювання
Модульна робота 2						Письмова робота
Екзамен						Підсумкове оцінювання
Разом	28	28	3	6	85	

**Структура залікового кредиту дисципліни
«Теплотехнічні вимірювальні прилади»
(заочна форма)**

Тема	Кількість, годин, в т.ч.			
	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. «Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин»				
Тема 1. Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань	1	2	18	тестування
Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури	1		18	тестування
Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	1		19	тестування
Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	1		20	тестування
Змістовий модуль 2. «Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості»				
Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	1	2	18	тестування
Тема 6. Визначення складу речовин	1		18	тестування
Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату	1		19	тестування
Тема 8. Вимірювання вологості речовин	1		20	тестування
Разом	8	4	138	

5. Тематика практичних занять

Змістовий модуль 1. Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин

Практичне заняття 1

Тема 1. Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань

Питання для обговорення:

1. Загальні відомості. Метрологічні основи теплотехнічних вимірювань.
2. Основні принципи теплотехнічних вимірювань.
3. Види вимірювань. Одиниці та методи вимірювань.
4. Класифікація вимірювальних приладів. Характеристика елементів і властивостей приладів.
5. Похибки вимірювань. Системні та випадкові похибки, їх вплив на точність вимірювань.
6. Теплотехнічний контроль.

Практичне заняття 2

Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури

1. Поняття температури. Загальні відомості про вимірювання температури.
2. Термодинамічна температурна шкала. Міжнародні температурні шкали.
3. Класифікація приладів вимірювання температури.
4. Контактні методи вимірювання температури. Термометри розширення. Рідинні термометри розширення. Манометричні термометри (парові (конденсаційні), рідинні, газові). Електричні термометри опору. Термоелектричні термометри. Біметалеві та дилатометричні термометри. Вторинні прилади систем вимірювання температури.
5. Безконтактні/оптичні методи вимірювання температури.
6. Основні поняття і закони випромінювання.
7. Принцип дії та конструкція променевих пірометрів. Оптичні, фотоелектричні пірометри. Радіаційні пірометри.
8. Тепловізори.

Практичне заняття 3

Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків

1. Основні поняття. Загальне визначення поняття тиску. Загальні відомості про види тисків.
2. Одиниці і методи вимірювання тиску.
3. Класифікація засобів вимірювання тиску і розрідження: рідинні, деформаційні, електричні, п'єзOMETричні, тензOMETричні манометри.
4. Прилади для вимірювання вакууму: класифікація і типи вакууметрів.
5. Вимоги до систем вимірювання тиску і вакууму.
6. Вимірювання різниці тисків.
7. Правила установки приладів вимірювання і відбирання тиску.
8. Повірка приладів для вимірювання тиску і розрідження.

Практичне заняття 4

Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини

1. Загальні відомості про вимірювання витрати і кількості речовини.
2. Класифікація приладів і методів вимірювання витрати та кількості речовини. Одиниці вимірювання витрати і кількості речовини. Перетворювач витрати.
3. Тахометричні/швидкісні та об'ємні пристрої/витратоміри для вимірювання витрати і кількості: ротаційні, турбінні.
4. Теплолічильники.
5. Вимірювання витрати методом постійного перепаду тиску.
6. Вимірювання витрати методом змінного перепаду тиску.
7. Вимірювання витрати методом динамічного напору.
8. Вимірювання витрати спеціальними звужуючими пристроями. Типи стандартних звужуючих пристроїв.
9. Загальне рівняння витрати та його аналіз.
10. Електромагнітні (індукційні) витратоміри.
11. Ультразвукові витратоміри.
12. Особливі випадки вимірювання витрати на основі використання нестандартних звужуючих пристроїв.

Змістовий модуль 2. Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості

Практичне заняття 5

Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин

1. Загальні положення про вимірювання рівня рідини та сипучих речовин.
2. Класифікація методів та засобів для вимірювання рівня рідини.
3. Рівнеміри з візуальним відрахунком.
4. Гідростатичні рівнеміри.
5. Поплавкові та буйкові рівнеміри.
6. Ємнісні рівнеміри.
7. Індуктивні рівнеміри.
8. Радіохвильові рівнеміри.
9. Акустичні рівнеміри.
10. Термокондуктометричні рівнеміри.
11. Схеми та принцип дії рівнемірів.
12. Спеціальні засоби вимірювання рівня.
13. Особливості вимірювання рівня сипких речовин: сигналізатори рівня сипких матеріалів, прилади для вимірювання рівня сипких речовин.

Практичне заняття 6

Тема 6. Визначення складу речовин

1. Загальні відомості. Класифікація методів аналізу складу рідин і газів.
2. Класифікація засобів визначення складу і концентрації речовини.
3. Об'ємні хімічні газоаналізатори.
4. Теплові газоаналізатори.
5. Магнітні газоаналізатори.

6. Оптичні газоаналізатори.
7. Електричні газоаналізатори.
8. Хроматографічні газоаналізатори.
9. Електрохімічні методи аналізу розчинів.
10. Оптичні методи аналізу складу рідин.
11. Пристрої для аналізу багатокомпонентних газів.

Практичне заняття 7

Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату

1. Загальні положення. Класифікація методів і засобів контролю якості води, пари і конденсату.
2. Потенціометричний метод аналізу якості води.
3. Пристрої підготовки проби.
4. Кондуктометри. Електронні кондуктометричні аналізатори. Безелектродні кондуктометри.
5. Киснеміри.
6. Стенди контролю водно-хімічного режиму.
7. Вимірювання концентрації газів, розчинених у воді та парі.

Практичне заняття 8

Тема 8. Вимірювання вологості речовин

1. Загальні відомості про вимірювання вологості. Вологість газів, повітря і твердих тіл.
2. Методи вимірювання вологості.
3. Визначення вологості газів. Психрометричний метод. Конденсаційний метод. Сорбційний метод.
4. Визначення вологості повітря.
5. Визначення вологості водяної пари.
6. Вимірювання вологості твердих тіл і сипких речовин.
7. Прилади-воломіри для газів, твердих тіл та сипких матеріалів.

6. Самостійна робота студентів з дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними та прикладними аспектами основ термодинаміки і теплотехніки.

Денна форма навчання

№	Тематика самостійної роботи	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин		
1	Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань	10
2	Методи і засоби вимірювання температури	10
3	Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	12
4	Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	12
Змістовий модуль 2. Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості		
5	Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	10
6	Визначення складу речовин	10
7	Аналіз якості води, пари і конденсату	11
8	Вимірювання вологості речовин	10
	Разом	85

Заочна форма навчання

№	Тематика самостійної роботи	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Теплотехнічні вимірювання температури, тиску, кількості та витрати речовин		
1	Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань	18
2	Методи і засоби вимірювання температури	18
3	Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	19
4	Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	20
Змістовий модуль 2. Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості		
5	Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	18
6	Визначення складу речовин	18
7	Аналіз якості води, пари і конденсату	19
8	Вимірювання вологості речовин	20
	Разом	138

Самостійна робота з дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» виконується самостійно кожним студентом і охоплює усі основні теми дисципліни.

Метою виконання є оволодіння практичними навичками з основ термодинаміки та теплотехніки. 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. Метрологічне забезпечення теплоенергетичних об'єктів.
2. Вимірювання температури за допомогою термометрів розширення (рідинних, манометричних, біметалевих).
3. Термоелектричні термометри.
4. Принцип дії термопари.
5. Термоелектродні ланцюги.
6. Диференційні термопари (батарея термопар).
7. Вторинні прилади для вимірювання термоелектрорухівної сили.
8. Термопари та температури при використанні термопар: лабораторні, технічні.
9. Вимірювання температури за допомогою термометрів опору.
10. Вторинні прилади, які використовуються з термометрами опору.
11. Вимірювання температури оптичними термометрами.
12. Пірометри повного випромінювання.
13. Квазімонохроматичні пірометри.
14. Пірометри спектрального відношення.
15. Вимірювання тиску. Методика вимірювання.
16. Манометри та дифманометри рідинні та з деформаційними пружними чутливими елементами.
17. Вимірювання витрати та кількості рідини, газу та пари.
18. Вимірювання витрати стандартними дросельними діафрагмами та іншими звужуючими пристроями.
19. Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри).
20. Тахометричні витратоміри та лічильники кількості рідини та газу.
21. Електромагнітні, ультразвукові, вихорні витратоміри.
22. Тепломіри.
23. Вимірювання витрати повітря (газу) в установках обладнаних вентилятором.
24. Пневмометричний метод (за допомогою пневмометричних трубок; за допомогою плавного входу в установку; на виході з газоходу пневмометричною трубкою повного напору).
25. Вимірювання швидкості руху повітря та його витрати анемометрами (чашечним, крильчатим, термоанемометром).
26. Вимірювання рівня рідини. Датчики та вторинні прилади.
27. Контроль якості води, пари, конденсату.
28. Вимірювання концентрації розчинів.
29. Оцінка та облік похибок при теплотехнічних вимірюваннях.
30. Перевірка вимірювальних приладів

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 (приклад)

Температура в термостаті вимірювалася технічним термометром зі шкалою 0...500 °С та має межі допустимої основної похибки ± 4 °С.

Показники термометра склали 346 °С. Одночасно з технічним термометром в термостаті було розміщено лабораторний термометр, котрий має підтвердження про повірку. Показники лабораторного термометра склали 352 °С, поправка згідно повірки складає -1 °С, поправка на виступаючий стовбець дорівнює +0,5 °С.

Визначте, чи виходить за межі допустимої основної похибки дійсне значення похибки величини показань технічного термометра.

Розв'язання: для технічного термометра можна визначити лише інтервал, в якому знаходиться дійсне значення температури: (346 ± 4) °С або 342...350 °С.

Для лабораторного термометра відомі значення поправок, тому за його показниками може бути визначена дійсна температура:

$$t_d = 352 + (-1) + (+0,5) = 351,5 \text{ °С.}$$

Звідси легко помітити, що дійсна похибка технічного термометра виходить за допустимі межі.

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 «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

Тематика: Основні теплотехнічні вимірювальні прилади та їх характеристики

Методична доцільність проведення тренінгу полягає у забезпеченні студентів знаннями і навичками, які в подальшому можуть використовуватися при вирішенні комплексних спеціалізованих задач і практичних проблем, пов'язаних із експлуатацією теплотехнологічного обладнання у майбутній професійній діяльності.

У процесі проведення тренінгу студентам пропонуються задачі та ситуації, у яких вони зможуть продемонструвати набуті знання і вміння аналізувати технічні, інженерні та організаційні параметри діяльності теплотехнічного виробництва, застосовувати методи розрахунку в умовах практичного використання енергетичного і теплотехнологічного обладнання, застосовувати прогресивні методи використання теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

Мета тренінгу (приклад). ознайомитися з основними приладами для вимірювання фізичних величин, їх класифікацією, особливостями та характеристиками.

1. Теоретичні відомості

Прилад – це пристрій для спостереження, вимірювання, обробки, подання інформації, передачі її на відстань, для дії на об'єкт дослідження (object of study), для регулювання і управління процесами.

Для орієнтування в світі приладів їх необхідно класифікувати. Класифікація – поділ за тією чи іншою ознакою. Залежно від ознаки, покладеної в основу, можлива та чи інша класифікація.

Основні класифікації бувають такі.

За призначенням (appointment). За цією ознакою розрізняють:

- прилади для отримання інформації про явища природи і техніки. Це прилади для спостереження і вимірювальні прилади (вольтметр, ротаметр тощо);
- еталони і міри (лінійки, гирі тощо);
- прилади для передачі і перетворення інформації (датчики, лінії зв'язку, підсилювачі, інтегратори);
- прилади для перетворення і передачі енергії (джерела струму, трансформатори, редуктори тощо);
- прилади для дії на об'єкти (насоси, печі, пальники, котли, холодильники).

За галуззю використання: хімічні, біологічні, медичні, геодезичні, електротехнічні, теплотехнічні тощо.

За видом вимірюваної величини: спідометри, вольтметри, амперметри, манометри, психрометри, ротаметри тощо.

За принципом дії: електричні, оптичні, магнітні.

За конструктивним оформленням: стаціонарні і переносні.

За компонуванням блоків, вузлів:

- власне прилад (всі блоки в одному корпусі);
- установка (на одному столі всі прилади, з'єднані лініями зв'язку);
- інформаційна система (сукупність приладів, які знаходяться в різних місцях). Прямого (лінійка, гирьова вага) та непрямого вимірювання (коли прилад безпосередньо вимірює величину X' , а необхідно виміряти величину X , котра пов'язана з X' якоюсь залежністю, (наприклад, ртутний термометр безпосередньо вимірює не температуру T , а збільшення об'єму ртуті ΔV).

За методом вимірювання:

- прилади прямого показування (метод безпосереднього вимірювання), в яких залежно від значення вимірюваної величини зміщується по шкалі мітка (стрілка, «зайчик») – вольтметр, ротаметр, барометр, манометр;

- нуль-прилади (метод компенсації), в яких вимірювана величина врівноважується набором мір з магазину, мітка і шкала служать тільки для реєстрації рівноваги, тобто повної компенсації вимірюваної величини набором мір. Приклади – важільна вага, вимірні мости, вимірювальні потенціометри;

- диференційні (метод часткової компенсації), в яких відбувається не повна, а часткова компенсація вимірюваної величини за рахунок магазинних мір. Приклади – торговельні ваги, диференційні манометри.

2. Хід тренінгу

- отримати від викладача прилад для теплотехнічних вимірювань;
- визначити призначення приладу;
- визначити систему і принцип дії приладу;
- визначити клас точності приладу і його абсолютну похибку;
- дані про прилад внести в таблицю 1;
- зробити висновки.

Таблиця 1

Характеристики і параметри приладів

№ з/п	Характеристики		
1.	Марка приладу		
2.	Назва приладу		
3.	Призначення приладу		
4.	Система приладу		
5.	Тип приладу		
6.	Шкала		
7.	Межі вимірювань		
8.	Діапазон вимірювань		
9.	Клас точності		
10.	Абсолютна похибка		
11.	Клас захисту		

Контрольні запитання:

1. Які Ви знаєте типи приладів?
2. Як розрізняються прилади за компоновкою?
3. Що таке клас точності приладу?

4. Запишіть основні характеристики приладу.
5. Які бувають типи шкал і чим вони відрізняються?
6. Чим відрізняються надійність приладу і термін його служби?
7. Які бувають прилади за методом вимірювання?

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Парові, водогрійні, опалювальні котли та теплогенератори» 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 «Парові, водогрійні, опалювальні котли та теплогенератори» 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) max 40 балів 2. Практичні завдання (3) max 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) max 50 балів 2. Лабораторні завдання (3) max 50 балів	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу	Середнє арифметичне з оцінок, отриманих вивчення дисципліни за самостійну роботу	1.Тестові завдання (10) max 20 балів 2.Теоретичні питання (2) max 40 3.Лабораторні завдання (1) max 20 4.Практичні Завдання (1) max 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	1-8
2.	Екран проєкційний	1-8
	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-8
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)	1-8
4.	Форми звітності суб'єктів господарювання	1-8

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. Денісов А.К., Денісов С.А. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2013. 184 с.
3. ДСТУ 2708-94 Метрологія. Метрологічне забезпечення. Основні положення.
4. ДСТУ 2708-94 Метрологія. Повірка засобів вимірювань. Організація і порядок проведення.
5. ДСТУ 3651-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин. Міжнародні системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.
6. Курилов А.Ф., Козін В.М. Теплотехнічні вимірювання і прилади: навч. посіб. Суми: Сумський державний університет, 2015. 189 с.
7. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: Підруч. для студ. / Є.С. Поліщук; Держ. ун-т «Львів. політехніка». Львів, 2018. 359 с.
8. Співак О.Ю. Теплотехнічні вимірювання, метрологія та стандартизація: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2017. 110 с.
9. Тепловіддача горизонтальної труби при вільному русі повітря/ укл. В.В.Дубровська, В.І. Шкляр. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 24 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28307>
- 10.Чепурний М.М., Степанов Д.В., Корженко Є.С. Теплові розрахунки парогенераторів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2016. 155 с.
- 11.Alobaid F. Numerical Simulation for Next Generation Thermal Power Plants. Springer, 2018. 454 p.
- 12.Basu S., Debnath A. Power Plant Instrumentation and Control Handbook: A Guide to Thermal Power Plants. 2nd Edition. Academic Press, 2019. 1129 p.
- 13.Bedalov Z. Practical Power Plant Engineering: A Guide for Early Career Engineers. Wiley, 2020. 653 p.
- 14.Cardarelli F. Encyclopaedia of Scientific Units, Weights and Measures: Their SI Equivalences and Origins. Springer, 2004.872 p.
- 15.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.
- 16.Chani Muhammad Tariq Saeed, Asiri Abdullah Mohammed, Khan Sher Bahadar (eds.) Humidity Sensors: Types and Applications. ITeXLi, 2023. 113 p.
- 17.Crowder St., Delker C., Forrest E., Martin M. Introduction to Statistics in Metrology. Springer, 2020. 357 p.

18. Curtis M., Farago F. Handbook of Dimensional Measurement. 5th Ed. Industrial Press, Inc., 2013. 642 p.
19. Czichos H. Measurement, Testing and Sensor Technology: Fundamentals and Application to Materials and Technical Systems. Springer International Publishing AG, 2018. 214 p.
20. Effenberger H. Dampferzeugung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000. XIII, 854 p.
21. Eidson John C. Measurement, Control, and Communication Using IEEE 1588. Springer, 2006. 284 p.
22. El Hefni B., Bouskela D. Modeling and Simulation of Thermal Power Plants with ThermoSysPro: A Theoretical Introduction and a Practical Guide Springer, 2019. 502 p.
23. Ferri G., Stornelli V., Barile G. Electronic Interfaces for Differential Capacitive Sensors. Gistrup: River Publishers, 2020. 150 p.
24. Forsberg C. Heat Transfer: Principles and Applications. Academic Press, 2021. 516 p.
25. Gilman G.F. (Jerry) Boiler Control Systems Engineering. 2nd ed. International Society of Automation, 2010. XIII, 198 p.
26. Haseli Y. Entropy Analysis in Thermal Engineering Systems. Academic Press, 2020. 200 p.
27. Kumar S. Problems and Solutions in Thermal Engineering: With Multiple-Choice Type Questions. New Delhi: Springer-Ane Books, 2023. 180 p.
28. Kumar S. Thermal Engineering. V. 1. New York: Springer, 2022. 585 p.
29. Lopez G. Safety Metrics for the Modern Safety Professional. CRC Press, 2021. 154 p.
30. Mari L., Wilson M., Maul A. Measurement Across the Sciences: Developing a Shared Concept System for Measurement. 2nd edition. Springer, 2023. 339 p.
31. Vedral J. Industrial and Laboratory Measuring Systems: Sensors, Distributed, Modular and Wireless Systems. River Publishers, 2024. 490 p.
32. Zhou Wei, Li Zhiqi, Bai L., Fu X., Qu B., Miao M. The Border Effect in High-Precision Measurement. Springer, 2023. 388 p.