

**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

«29»

3680120

2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«29»

3680120

2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

«29»

3680120

2025 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	30	30	4	8	78	150	4
Заочна	II	4	8	4	-	-	138	150	4

20.08.2024

**Тернопіль – ЗУНУ
2025**

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

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та
інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

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



Руслан БРУХАНСЬКИЙ

Гарант ОПП
«Енергетичний аудит»,
к.т.н., доцент



Петро КЛЕНДІЙ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

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 – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання – 4</i>	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки – 2 <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i> Семестр: <i>Денна – 4</i> <i>Заочна – 4</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 30 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 30 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150	Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит».	Індивідуальна робота: <i>Денна – 4 год.</i> Тренінг – 8 год. Самостійна робота: <i>Денна – 78 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i>
Тижневих годин <i>денна форма – 11</i> <i>з них аудиторних: – 4</i>		Вид підсумкового контролю – залік

Мета і завдання дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади»

Мета дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» полягає у формуванні в студентів системи знань, 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 дисциплін.

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.

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.

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 газоаналізatori. Теплові газоаналізatori. Магнітні газоаналізatori. Оптичні газоаналізatori. Електричні газоаналізatori. Хроматографічні газоаналізatori. 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 аналізatori. 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-воломіри для газів, твердих тіл та сипких матеріалів.

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	4	4		1	10	поточне оцінювання
Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	4	4		1	10	поточне оцінювання
Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	4	4		1	10	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	2	1	10	поточне оцінювання
Тема 6. Визначення складу речовин	4	4		1	10	поточне оцінювання
Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату	4	4		1	9	поточне оцінювання
Тема 8. Вимірювання вологості речовин	4	4		1	9	поточне оцінювання
Модульна робота 2						письмова робота
Залік						підсумкове оцінювання
Разом	30	30	4	8	78	залік

**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	-
Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури	1		18	-
Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	1		19	-
Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	1		20	-
Змістовий модуль 2. «Вимірювання рівня і вологості речовин. Визначення їх складу та якості»				
Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	1	2	18	-

Тема 6. Визначення складу речовин	1		18	-
Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату	1		19	-
Тема 8. Вимірювання вологості речовин	1		20	-
Разом	8	4	138	залік

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'єзометричні, тензометричні 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-вологоміри для газів, твердих тіл та сипких матеріалів.

6. Організація і проведення тренінгу

Оцінювання результатів проходження тренінгу є обов'язковим складовим модулем залікового кредиту з дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади».

Мета проходження тренінгу з дисципліни полягає у набутті студентами комплексних систематизованих теоретичних знань і практичних навичок щодо теплотехнічних вимірювальних приладів.

Отримані студентами знання і уміння будуть застосовуватися у процесі написання кваліфікаційної роботи та майбутній професійній діяльності.

Тематика тренінгу: 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 компонованням 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	2
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?

Критерії оцінювання результатів проходження тренінгу.

90-100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самотійно та аргументовано його використовує під час виконання завдань тренінгу, виявляє творчий підхід до виконання завдання;

75-89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при виконанні окремих завдань тренінгу не вистачає достатньої глибини та аргументації його використання, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки, загалом виявляє творчий підхід до виконання завдання;

65-74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та загалом його використовує при виконанні завдань тренінгу, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому суттєві неточності та помилки, в окремих моментах виявляє творчий підхід до виконання завдання;

60-64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його використовує, недостатньо розкриває зміст завдань тренінгу, допускаючи при цьому суттєві неточності, не виявляє творчого підходу до виконання завдання;

1-59 – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст завдань тренінгу.

Самостійна робота

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними та прикладними аспектами теплотехнічних вимірювальних пристроїв.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння здобувачами навчального матеріалу в позааудиторний час. Обсяг і зміст самостійної роботи визначається робочою програмою та навчальним планом в межах встановленого обсягу годин із навчальної дисципліни, методичними вказівками викладача. Самостійна робота здобувача забезпечується системою навчально-методичних засобів: конспектами лекцій, підручниками, навчальними та методичними посібниками, монографічною літературою і періодикою.

Навчальний матеріал, передбачений навчальним планом для засвоєння здобувачем в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні практичних занять. Викладач проводить перевірку якості самостійної роботи здобувача на індивідуальних заняттях (консультаціях). Вони проводяться в позааудиторний час за окремим графіком, складеним кафедрою.

Завдання виконує кожен здобувач шляхом підготовки творчої роботи у вигляді реферату з презентацією згідно із рекомендованою тематикою поданою нижче (згідно свого порядкового номеру списку в журналі відвідувань). Теми рефератів охоплюють різні аспекти основ термодинаміки та теплотехніки, дозволяючи здобувачам глибше дослідити проблематику й розвивати критичне мислення щодо проблемної тематики.

Реферат – це завершена теоретична робота з конкретної проблематики (теми) в межах навчальної програми курсу. Реферат виконується здобувачем

самостійно при консультуванні викладачем. Оформляється за стандартним зразком і подається викладачу за два тижні до екзамену. Захист реферату шляхом усного звіту здобувача освіти з підготовкою та оформлення презентації.

Тематика самостійної роботи (теми):

1. Метрологічне забезпечення теплоенергетичних об'єктів.
2. Вимірювання температури за допомогою термометрів розширення (рідинних, манометричних, біметалевих).
3. Термоелектричні термометри.
4. Принцип дії термопар.
5. Термоелектродні ланцюги.
6. Диференційні термопар (батарея термопар).
7. Вторинні прилади для вимірювання термоелектрорухівної сили.
8. Термопар 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. Квaziмонохроматичні 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

Критерії оцінювання:

90-100 балів – зміст самостійної роботи повністю відповідає встановленим вимогам, містить елементи самостійного дослідження, свідчить про високий рівень опанування навчального матеріалу, студент на високому рівні виявляє

творчий підхід до виконання завдань;

75-89 балів – зміст самостійної роботи в основному відповідає встановленим вимогам, можуть бути несуттєві недопрацювання за обраною тематикою, свідчить про належний рівень опанування навчального матеріалу, студент належно виявляє творчий підхід до виконання завдань;

60-74 балів – поставлені завдання виконані на недостатньому рівні; наведені авторські напрацювання є загальними і слабо обґрунтованими, свідчать про недостатній рівень опанування навчального матеріалу; студент припускається значних помилок у виконанні завдання, в окремих моментах виявляє творчий підхід до виконання завдань;

1-59 балів – завдання практично не виконано; відсутні авторські напрацювання, що свідчать про низький рівень опанування навчального матеріалу; студент не виявляє творчого підходу до виконання завдання.

Оцінювання результатів самостійної роботи студентів заочної форми проводиться під час проведення екзамену.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання;
- проміжне модульне оцінювання;
- оцінювання результатів проходження тренінгу;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- підсумкове оцінювання (залік).

Політика щодо оцінювання та відвідування

Політика щодо граничних дедлайнів 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. Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонене.

Політика щодо відвідування. Пропуски практичних занять відпрацьовуються. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції інституту.

Політика щодо визначення результатів навчання

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі

підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням

Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

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

Структура залікового кредиту для студентів (залік) %:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4
20%	20%	20%	20%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 1-4 на практичних заняттях	Підсумкова письмова робота за темами 1-4	Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 5-8 на практичних заняттях	Підсумкова письмова робота за темами 5-8	Оцінка за виконання завдання з тренінгу	Оцінка за виконання завдання самостійної роботи

Поточне опитування під час заняття:

90-100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань;

75-89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки;

65-74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки;

60-64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань, допускаючи при цьому суттєві неточності;

1-59 балів – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст теоретичних питань.

Підсумкова оцінка за поточне опитування кожного модуля визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих під час занять в межах кожного модуля.

Модульна робота, – види контролю, при яких засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу оцінюється від 0 до 100 балів як сума балів за виконані завдання.

Модульна робота складається із:

а) теоретичного питання 1, теоретичного питання 2, за відповідь на кожне з яких студент може отримати від 0 до 30 балів:

15-30 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, всебічно, самостійно та аргументовано його викладає під час відповіді, глибоко та всебічно розкриває зміст завдання.

1-14 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не в повному обсязі, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст завдання, допускаючи при цьому суттєві неточності, відповіді на запитання нечіткі.

б) практичного завдання (задачі), за розв'язання якого студент може отримати: від 0 до 40 балів:

30-40 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання і інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

15-29 балів – у достатньому обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання, але на додаткові контрольні запитання відсутня повна відповідь, допускає несуттєві неточності та фрагментарно (без аргументації) інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

1-14 балів – не в повному обсязі володіє матеріалом, фрагментарно розв'язує практичне завдання, допускає суттєві неточності, поверхнево його викладає, недостатньо розкриває зміст поставлених питань.

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)

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проєктор	1-8
2.	Екран проєкційний	1-8
3.	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-8
4.	Телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox).	1-8

5.	Комунікаційна навчальна платформа Moodle для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-8
6.	Комунікаційне програмне забезпечення Zoom для проведення занять в режимі on-line (за необхідності)	1-8
7.	Програмне забезпечення базових інформаційних технологій: ОС Windows, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)	1-8
1.	Мультимедійний проєктор	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 GuideSpringer, 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. Haseli Y. Entropy Analysis in Thermal Engineering Systems. Academic Press, 2020. 200 p.
 26. Kumar S. Problems and Solutions in Thermal Engineering: With Multiple-Choice Type Questions. New Delhi: Springer-Ane Books, 2023. 180 p.
 27. Kumar S. Thermal Engineering. V. 1. New York: Springer, 2022. 585 p.
 28. Mari L., Wilson M., Maul A. Measurement Across the Sciences: Developing a Shared Concept System for Measurement. 2nd edition. Springer, 2023. 339 p.
 29. Vedral J. Industrial and Laboratory Measuring Systems: Sensors, Distributed, Modular and Wireless Systems. River Publishers, 2024. 490 p.
 30. Zhou Wei, Li Zhiqi, Bai L., Fu X., Qu B., Miao M. The Border Effect in High-Precision Measurement. Springer, 2023. 388 p.