

СИЛАБУС КУРСУ

ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ



Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Кількість кредитів ECTS – 5

Рік навчання – 2, семестр – 4

Мова викладання – українська

Керівник курсу: к.е.н., доцент Микола Горlachuk

Контактна інформація: m.horlachuk@wunu.edu.ua

+38 0352 47-50-50*12-221

ОПИС 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.

СТРУКТУРА КУРСУ

Години (лек./ практ.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/2	Тема 1. Загальні поняття про теплотехнічні вимірювання. Похибки вимірювань	Знати: 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі
2/2	Тема 2. Методи і засоби вимірювання температури	Знати: 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	Тести, питання, ситуаційні задачі

		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. Теплоізори.	
4/4	Тема 3. Вимірювання тиску, розрідження та різниці тисків	Знати: 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 4. Вимірювання витрати і кількості газу, пари та рідини	Знати: 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 5. Вимірювання рівня рідини та сипких речовин	Знати: Загальні положення про вимірювання рівня рідини та сипких 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 6.	Знати: Загальні відомості. Класифікація методів	Тести,

	Визначення складу речовин	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 багатокomпонентних газів.	питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 7. Аналіз якості води, пари і конденсату	Знати: 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 8. Вимірювання вологості речовин	Знати: 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.	Тести, питання, ситуаційні задачі

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.

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.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теплотехнічні вимірювальні прилади» 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 під час 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)