



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Технічні засоби теплофізичного експерименту

### Шифр та назва спеціальності

144 – Теплоенергетика

### Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Промислова та комунальна теплоенергетика.  
Енергетичний менеджмент та енергоефективність

### Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

### Рівень освіти

Магістр

### Тип дисципліни

Профільна, Вибіркова

### Семестр

1

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Кунденко Микола Петрович

[mykola.kundenko@khpі.edu.ua](mailto:mykola.kundenko@khpі.edu.ua)

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ».

Автор понад 200 наукових і навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи наукових досліджень», «Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії» та інші

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Навчальна дисципліна спрямована на отримання знань, вмінь та навичок, що дає змогу планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки..

### Мета та цілі дисципліни

Систематизація і узагальнення студентами досвіду в області аналізу та синтезу при виборі раціональних рішень, вирішення питань оптимізації енергетичних, фінансових та сировинних ресурсів в процесі проектування сучасних систем енергозабезпечення. Освоїти алгоритм та конструктивні принципи підготовки проектної документації, яка забезпечує системам енергозбереження, оптимальну експлуатацію з високими параметрами для споживача.

### Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

ІК-1. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в теплоенергетичній галузі або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК-7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці

ФКС-4. Здатність до визначення потреби виробництва в паливно-енергетичних ресурсах, підготовці обґрунтувань технічного переозброєння, розвитку енергогосподарства, реконструкції та модернізації підприємств – джерел енергії та систем енергопостачання.

## Результати навчання

ПРН-1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПРН-8. Обґрунтовувати вибір та застосування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПРН-11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН-16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

«Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка.»

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Переважають застосовуються структурно-логічні технології: поетапна організація навчання, що забезпечує логічну послідовність постановки і вирішення дидактичних завдань на основі поетапного відбору їх змісту, форм, методів і засобів із урахуванням діагностування результатів навчання. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях застосовані комп'ютерні, мультимедійні технології. Під час такого освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем он-лайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

**ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технічні засоби теплофізичного експерименту».**

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Технічні засоби теплофізичного експерименту», структура курсу. Література.

**ТЕМА 2. Метрологічні характеристики засобів вимірів.**

Види, методи й засоби вимірів. Погрішності вимірів, їхня класифікація.

Метрологічні характеристики засобів вимірів.

**ТЕМА 3. Електричні методи вимірів неелектричних величин.**

Електричні методи вимірів неелектричних величин. Перетворювачі неелектричних величин в електричні - реостатні, тензо- і терморезисторні, індуктивні, ємнісні, фото-, п'єзоелектричні, термоелектричні. Оцінка точності вимірювальних приладів.

**ТЕМА 4 Вимір тиску й вакууму.**

Вимір тиску й вакууму. Основні способи й засоби. Рідинні й грузопоршневі прилади. Деформаційні прилади тиску. Електричні датчики. Прилади для виміру вакууму.

### ТЕМА 5. Вимір температур.

Вимір температур. Фізичні основи температурних вимірів. Температурні шкали. Види термометрів - рідинно-скляні, манометричні, термоперетворювачі опору, термоелектричні перетворювачі, температурні індикатори, пірометри випромінювання. Динамічні характеристики термометрів.

### ТЕМА 6. Вимір швидкості й витрати рідини й газу.

Вимір швидкості й витрати рідини й газів. Пневмометричні трубки. Термоанемометрія. Вимір витрат газу й рідини.

### ТЕМА 7. Оптичні методи виміру параметрів потоку.

Оптичні методи виміру параметрів потоку. Фізичні основи методів. Тіньовий метод. Шлирен-метод Теплера. Інтерферометричні методи. Лазерна анемометрія. Доплеровські методи. Використання голографічних методів у теплофізичному експерименті.

### ТЕМА 8. Методи визначення термічних властивостей речовин.

Методи визначення щільності рідин і газів. Визначення поверхневого натягу й кутів змочування. Визначення тиску насичених пар. Визначення температури плавлення.

### ТЕМА 9. Методи визначення калоричних властивостей речовин.

Методи визначення калоричних властивостей речовин. Визначення калоричних властивостей рідин і газів. Визначення теплоти плавлення й паротворення. Визначення теплопровідності речовин.

### ТЕМА 10. Трубопроводи і арматура теплофізичних стендів.

Вимоги до трубопроводів і арматури, загальний підхід до їх вибору для використання в стенді конкретного призначення. Конструкційні матеріали трубопроводів і арматури. Критерії оцінки і класи негерметичності. Ущільнення нерухомих з'єднань. Ущільнення з'єднань пар обертального руху. Клапанні ущільнення. Щілисті ущільнення. Матеріали ущільнень. Перевірочний міцностний розрахунок трубопроводів, арматура, кінцевих елементів. Основи розрахунку ущільнень.

## Теми практичних занять

ТЕМА 1. Обробка результатів прямих вимірювань.

ТЕМА 2 Обробка результатів непрямих вимірювань.

ТЕМА 3 Планування експерименту.

ТЕМА 4 Методи виміру тиску.

ТЕМА 5 Вимір температур. Градування термометрів.

ТЕМА 6 Вимір витрат газу й рідини.

ТЕМА 7 Вимір теплоємності й теплопровідності

ТЕМА 8 Ознайомлення з сучасними засобами вимірювання та управління теплотехнічними стендами

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи не передбачені навчальним планом.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання, яке присвячене визначенню термічних властивостей речовин.

Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література:

1. Теплотехнічні вимірювання і прилади : навч. посіб. / А. Ф. Курилов, В. М. Козін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 189 с.

2. . Денісов А. К. Теплотехнічні вимірювання та прилади : навчальний посібник / А. К. Денісов, С. А. Денісов. – Рівне : НУВГП, 2013. – 184 с

3. . Метрологія та вимірювальна техніка : навчальний посібник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, В. П. Долгополов, Л. В. Грумінська. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 252 с
4. . Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. Проф. Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 544 с

#### Додаткова література:

1. . Методи та засоби експериментальних досліджень : навч. посіб. / Г.Б. Параска, Д.В. Прибега, П.С. Майдан. – Київ : Кондор-Видавництво, 2017. – 138 с.
2. . Метрологічне забезпечення вимірювань і контроль / [Володарський Є. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б.] – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 219 с.
3. Науковий журнал "Вимірювальна техніка та метрологія". – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/uk/istcmtm>.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).  
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.  
Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахункове завдання (по 20%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

15.06.2023



Завідувач кафедри  
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023



Гарант ОП  
Олександр КОШЕЛЬНИК