



## СИЛАБУС

з дисципліни

### ***Метрологія та теплотехнічні вимірювання***

Семестр та рік навчання I семестр 2023-2024 навчального року  
Освітній рівень (перший або другий) перший - ДИСЦИПЛІНИ ВІЛЬНОГО ВИБОРУ  
Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів: Лектор:

Василенко Олег Вадимович (к.т.н., доц),

Контакти: +38 0673966747, e-mail: [0673966747@ukr.net](mailto:0673966747@ukr.net), [vasylenko@kart.edu.ua](mailto:vasylenko@kart.edu.ua)

Асистенти лектора:

Василенко Олег Вадимович (к.т.н., старший викладач),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: [0673966747@ukr.net](mailto:0673966747@ukr.net), [vasylenko@kart.edu.ua](mailto:vasylenko@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: понеділок та середа з 13.00-15.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Метрологія, як наука зародилась задовго до нашої ери, а саме термін «метрологія» утворений із двох грецьких слів «метра» – міра і «логос» – вчення. Тому то у дослівному перекладі «метрологія» – це вчення про міри. У сучасному розумінні «метрологія» – це наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. На практиці застосовується також скорочене означення: «метрологія» – це наука про вимірювання. Основними термінами, якими оперує метрологія є фізична величина, одиниця фізичної величини, передавання розмірів фізичної величини, засоби вимірювальної техніки, метод вимірювання, методика вимірювання, результат вимірювання, похибка вимірювання, метрологічне забезпечення вимірювань, метрологічна служба, метрологічна повірка та атестація засобів вимірювальної техніки. Важливими суб'єктами метрології, як науки, є предмет її вивчення, а також методи і засоби метрології.

## **Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:**

- 1. Інтегральна компетентність** (формування та розширення світогляду студента в області методів та технічних засобів для вимірювання фізичних величин які отримали поширення в теплоенергетики та суміжних галузях);
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області теплоенергетики та захисту навколишнього середовища.);
- 3. Спеціальні (фахові) компетенції** (здатність використовувати знання фундаментальних розділів природничо-наукових і фахових дисциплін для розуміння і опису методів та засобів вимірювання теплоенергетиці, здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики).

## **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Прискорений темп розвитку метрології, як науки про вимірювання та вимірювальну техніку, зумовив появу нових термінів та понять, а також нового світогляду до принципів побудови засобів вимірювання та контролю.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

## **Огляд курсу**

Цей курс вивчається з вересня по грудень. Курс складається з одного семестру. В семестрі одна лекція на тиждень і одне практичне заняття раз на тиждень. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В рамках курсу на практичних заняттях студенти вирішують задачі захисту навколишнього середовища при роботі теплоенергетичного устаткування передбачені програмою дисципліни.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати про метрологічне забезпечення в теплоенергетиці, теоретичні основи методів вимірювання теплотехнічних величин, устрій теплотехнічних вимірювальних приладів, користування теплотехнічними вимірювальними приладами, обробляти одержані результати і оцінювати їх вірогідність.

## МОДУЛЬ 1.

**Змістовий модуль 1.** Теоретичні основи метрології. Фізичні величини і їх одиниці. Погрішності вимірювання. Стандартизація.

**Тема 1. Вступ** Значення контролю параметрів стану теплоенергетичних установок для забезпечення їх економічної і надійної роботи. Об'єм теплотехнічного контролю котлів, турбін, печей, систем опалення, кондиціонування повітря, тепlopостачання та інших енергетичних об'єктів. Значення теплотехнічних вимірювань в науковій діяльності.

**Тема 2.** Метрологія, її задачі і значення в сучасному суспільстві, підвищенні якості продукції та ефективності економіки. Основні метрологічні поняття та терміни. Законодавство по забезпеченню єдності вимірювання і метрологічної діяльності в державі.

**Тема 3.** Оцінка погрішностей вимірювання Закони розподілу випадкових погрішностей. Середньоквадратична, середньоарифметична та імовірна погрішність та їх вірогідність.

Порядок обробки експериментальних даних та форма подання їх результатів. Систематичні погрішності вимірювання їх облік та виключення. Поправки.

**Тема 4.** Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Класи точності приладів. Номінальні статичні характеристики перетворювачів. Динамічні характеристики.

**Тема 5.** Загальні відомості про еталонну базу України. Еталони температури, тиску.

Певірка засобів вимірювання. Види певірок. Служба головного метролога підприємства.

**Тема 6.** Мета, задачі та народно-господарче значення стандартизації. Категорії стандартів і об'єми стандартизації в теплоенергетиці. Стандарти та палива, обладнання, прилади, арматуру. Державний нагляд і відомчий контроль за додержанням стандартів.

## Змістовий модуль 2. Вимірювання температури

**Тема 7.** Одиниці вимірювання температури. Міжнародні температурні шкали. Класифікація приладів для вимірювання температури.

**Тема 8.** Термометри розширення. Рідинні скляні термометри: взірні, лабораторні технічні, спеціальні. Чутливість та погрішність. Певірка. Техніка безпеки при роботі з ртутними приладами.

**Тема 9.** Манометричні термометри: парові (конденсаційні), рідинні, газові. Устрій, погрішність вимірювання. Певірка.

**Тема 10.** Термоелектричні термометри. Термо-електро-рушійна сила. Закон Вольта. Нормальний термоелектрод. Облік впливу температури вільних кінців термометри. Термоелектричні матеріали і їх характеристика Стандарти на НСХ перетворювачів. Певірка. Подовжувальні проводи.

**Тема 11.** Методи вимірювання термо-електро рухомої сили. Мілівольтметри, принцип роботи, устрій. Схеми підключення до термоелектричного термометра. Джерела погрішності вимірювань та шляхи їх зменшення. Компенсаційний метод вимірювання т.-е.р.с. Потенціометри. Певірка мілівольтметрів і потенціометрів.. Термоперетворювачі опору: платинові, мідні, нікелеві. НСХ. Устрій. Певірка Термістори. Релейний ефект термісторів і його використання.

Логометри, принцип роботи устрій. Урівноважені мости змінного струму. Принцип роботи, устрій. Певірка логометрів і мостів.

Пірометри променеві. Температура яскравісна, оптичні пірометри, фотоелектричні пірометри. Радіаційна та кольорова температури. Прилади для їх вимірювання.

Погрішності виміру температури

## МОДУЛЬ 2.

### **Змістовий модуль 3** Вимірювання тиску.

**Тема 12.** Класифікація приладів для вимірювання тиску в теплоенергетиці. Рідинні та деформаційні прилади. Теорія роботи трубчастого манометра. Електричні манометри. Вантажно-поршневі манометри. Повірка манометрів. Манометри з диференціальною системою передавання показів.

Диференційні манометри: поплавкові, мембранні, дзвонові, сільфонні. Феродинамічні та індуктивні системи передачі показів.

Методика вимірювання тиску та розрідження в теплоенергетиці.

### **Змістовий модуль 4.** Вимірювання кількості та витрати рідини, газів і пари (8 годин)

**Тема 13.** Класифікація методів вимірювання. Перетворювач витрати. Витратоміри перемінного перепаду тиску (дросельні). Теоретичні основи їх роботи. Рівняння витрати та його аналіз. Конструкція звукувальних пристроїв. Порядок їх вибору та розрахунку. Правила їх установа. Погрешності вимірювання

**Тема 14.** Особливі випадки вимірювання витрати за допомогою звукувальних пристроїв: при малих числах Рейнольдса, пилових потоків, пульсуючих потоків.

**Тема 15.** Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри). Теорія роботи, конструкції.

Вимірювання швидкості напірними трубками. Визначення витрати по швидкості в одній точці перерізу труби.

**Тема 16.** Об'ємні та швидкісні лічильники газу та рідини. Ротаційні, турбінні.

Теплолічильники: індукційні, ультразвукові, турбінні, крильчасті.

### **Змістовий модуль 5.** Вимірювання рівня рідини та сипучих тіл

**Тема 17.** Класифікація засобів вимірювання рівня рідини. Оптичні гідростатичні, поплавкові, буйкові, емкісні, індуктивні, радіохвильові, акустичні та кондуктометричні рівноміри рідини. Особливості вимірювання рівня сипучих матеріалів.

### **Змістовий модуль 6.** Контроль складу і властивості речовин

**Тема 18.** Значення аналітичних приладів для управління і захисту енергетичних установок. Аналіз складу газів. Хімічні, теплові і термомагнітні газоаналізатори. Хроматографії принцип дії та їх застосування. Методи аналізу складу рідин, кондуктометричний, потенціометричний, оптичний методи. Вимірювання солемісту котлової води. Загальні відомості про вологість газів, твердих тіл. Методи вимірювання вологості повітря і газів. Електронні психрометри. Вимірювання вологості твердих та сипучих тіл.

### **Змістовий модуль 7** Функціональні схеми теплового контролю енергетичних установок.

**Тема 19.** Призначення функціональних схем і правила їх розробки. Умовні позначення обладнання та приладів на схемах. Специфікація на контрольно-вимірювальні прилади.

## Тематично-календарний план

### І семестр

*Повна та скорочена форми навчання*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

1	Вивчення та повірка скляних термометрів	2
2	Вивчення та повірка манометричних термометрів	2
3	Вивчення та повірка термоелектричних термометрів.	2
4	Вивчення та повірка вторинних приладів з термоелектричними термометрами.	2
5	Вивчення і повірка робочих перетворювачів опору.	2
6	Вивчення і повірка вторинних приладів з термоперетворювачами опору..	2
7	Вивчення вантажно-поршневого манометра.	2
8	Вивчення та повірка пружинних манометрів	2
9	Вивчення та повірка тензометричних манометрів	
10	Вивчення роботи перетворювача тиску типу МЕД- 3 вторинним приладом ДС1-03.	1
11	Вивчення витратомірів зі звужувальними пристроями	2
12	Вимір витрати і швидкості пневмометричними трубками	2
13	Вивчення витратоміра пари в котельній	2
14	Вивчення та повірка електронного психометру для вимірювання вологості повітря	2
15	Вивчення приладів для контроль складу і властивості речовин	2

## Інформаційні матеріали

### Рекомендована література

#### Основна

1. Иванова Г.М. и др. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов /Г.М.Иванова, Н.Д.Кузнецов, В.С.Чистяков. - М.: Энергоатомиздат, 1984. 232с.
- 2 Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. - М. Энергоатомиздат, 1985. 328 с:
- 3 Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. - 3-е изд-ие. -М.: Энергия. - 1978. - 704 с.

#### Допоміжна

- 1 Чистяков СВ., Радун Д.В. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Высшая школа, 1972, - 392 с.
- 2 Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник /М.Ф.Юдин, М.Н.Селиванов, О.Ф.Тищенко, А.И.Скорородов /Под ред. Ю.В.Тарбева. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 113 с.

#### Методичне забезпечення

1. Полтавський І.П. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Вивчення комплексу витратоміра пари в котельній» Х. – УкрДАЗТ. – 1996. – 19 с.
2. Полтавський І.П. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Вивчення роботи ємкісного сигналізатора рівня МЕСР-2» Х. – УкрДАЗТ. – 1998. – 14 с.
3. Полтавський І.П., Бондар Є.М. Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Метрологія , стандартизація і теплотехнічні вимірювання» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. Х. – УкрДАЗТ. – 63 с.

#### **ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ**

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <http://kart.edu.ua/kafedra-ttd-ua/pro-kafedry-ttd-ua>
3. [http://www.uz.gov.ua/about/technical\\_and\\_social\\_policy/technical\\_regulation/metrologia/metrologichna\\_sluzhba/id364-392726/](http://www.uz.gov.ua/about/technical_and_social_policy/technical_regulation/metrologia/metrologichna_sluzhba/id364-392726/)
4. <http://metrology.kharkov.ua/>
5. <http://www.ukrcsm.kiev.ua/index.php/en/>

#### **Правила оцінювання**

**Методи контролю:** Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів за 100-бальною шкалою наведено далі. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження:

#### **Відвідування лекцій:**

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується бали.

**Максимальна сума становить 40 балів.**

#### **Практичні заняття:**

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання практичних задач (до 10 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 20 балів.**

#### Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

#### Іспит:

• Студент отримує оцінку за іспит за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті, відповівши на питання білету.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВЛІЛЬНО - 3</b>	<u>Задовільно</u> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<u>Достатньо</u> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВЛІЛЬНО - 2</b>	<u>Незадовільно</u> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<u>Незадовільно</u> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Вразі, якщо студент пропустив заняття з будь яких причин, у нього є можливість для отримання додаткових балів. Це можна зробити за рахунок виконати презентації на тему, яку було пропущено.

### Очікувані результати навчання

Після вивчення дисципліни «Метрологія та теплотехнічні вимірювання» студент повинен знати про метрологічне забезпечення в теплоенергетиці, теоретичні основи методів вимірювання теплотехнічних величин, устрій теплотехнічних вимірювальних приладів, користування теплотехнічними вимірювальними приладами, обробляти одержані результати і оцінювати їх вірогідність.

### Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи

студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

### **Інтеграція студентів із обмеженими можливостями**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>