

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний технологічний університет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теплотехнічні вимірювання та прилади

Обов'язкова навчальна дисципліна

Мова навчання – українська

Освітньо-професійна програма Енергетичний інжиніринг та енергоаудит

Код та найменування спеціальності 144 Теплоенергетика

Шифр та найменування галузі знань 14 Електрична інженерія

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено
Методичною радою університету

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИКИ: професор кафедри ЕТтаПЕ, д.т.н., професор, Железний В.П. професор кафедри ЕТтаПЕ, д.т.н., професор, Семенюк Ю.В. ст.викладач кафедри ЕТтаПЕ, к.т.н., Івченко Д.О.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Протокол від «09» серпня 2022 р. №1

Завідувач кафедри

ПІДПИСАНО

Юрій СЕМЕНЮК

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Голова ради

ПІДПИСАНО

Олександр ТІТЛОВ

Гарант освітньої програми

ПІДПИСАНО

Борис КОСОЙ

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету

Протокол від «22» вересня 2022 р. №1

Секретар Методичної ради
університету

ПІДПИСАНО

Валерій МУРАХОВСЬКИЙ

ЗМІСТ

1	Пояснювальна записка.....	4
1.1	Мета та завдання навчальної дисципліни	4
1.2	Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти.....	4
1.3	Міждисциплінарні зв'язки.....	6
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС.....	6
2	Зміст дисципліни:.....	7
2.1	Програма змістових модулів.....	7
2.2	Перелік лабораторних робіт.....	8
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи.....	8
3	Критерії оцінювання результатів навчання.....	9
4	Інформаційне забезпечення.....	9

1. Пояснювальна записка

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» є: вивчення і критичне співставлення методів вимірювання різних величин, що характеризують теплотехнічні процеси.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» є :

підготовка студентів до професійної та наукової діяльності, прищеплення навичок самостійного розв'язання конкретних завдань для безпосереднього використання в НДРС, курсовому і дипломному проектуванні.

В результаті вивчення курсу «Теплотехнічні вимірювання та прилади» студенти повинні:

знати :

- основні конструктивні схеми вимірювання приладів
- умови використання приладів з оцінкою можливої вірогідності результатів;
- методи вимірювання основних теплотехнічних величин і способи обробки отриманої інформації;

вміти :

- кваліфіковано використовувати різні засоби вимірювань
- самостійно проводити перевірку і градування основних засобів вимірювання (потенціометрів, манометричних і рідинних термометрів та ін.);
- оцінювати похибки вимірювань.

1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика та освітньо-професійній програмі «Енергетичний інжиніринг та енергоаудит»](#) підготовки бакалаврів.

Загальні компетентності:

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

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

ЗК-4. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)

ЗК-5. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК-6. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

ЗК-7. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК-1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

СК-2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

СК-3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

СК-4. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти.

СК-5. Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи стали проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

СК-6. Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей характеристик.

СК-7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

СК-9. Здатність оцінювати небезпеки при виконанні робіт у галузі теплоенергетики, оцінювати надійність роботи обладнання та систем.

СК-11. Здатність застосовувати методи планування експериментальних досліджень, проводити їх за допомогою обчислювальної техніки, оцінювати адекватність результатів досліджень.

СК-12. Здатність планування інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

СК-13. Здатність критичного осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.

Програмні результати навчання:

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

ТРН-2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПРН-3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплосенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

ПРН-4. Відшукувати необхідну інформацію з різних джерел оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПРН-5. Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і

надійність.

ПРН-6. Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

ПРН-7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

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

ПРН-14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПРН-15. Розуміння професійних і етичних стандартів діяльності, застосування їх під час діяльності у сфері теплоенергетики.

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

ПРН-18. Аналізувати теплотехнічні процеси та установки з формулюванням обґрунтованих висновків і оцінок, а також застосовувати отримані результати до ситуацій і проблем.

ПРН-19. Розуміння завдань міждисциплінарної інтеграції в напрямку взаємодії науки, техніки, технологій і промислового виробництва.

ПРН-20. Здатність творчого підходу до вирішенні. проблем у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.

1.3. Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – «Вища математика», «Фізика», «Технічні засоби теплотехнічного експерименту», «Технічна термодинаміка», «Системи перетворення теплової енергії», «Експериментальна теплофізика», «Методи дослідження теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем», послідовні – «Науково-дослідна практика», «Фізико-хімічні проблеми перетворювачів енергії з КП».

1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 3 курсі у 1 семестрі для денної форми навчання
Кількість кредитів ECTS - 3, годин – 90

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	38	26	12	-
заочна				
Самостійна робота, годин	Денна – 32		Заочна –	

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Програма змістовних модулів

Змістовий модуль 1: Вимір температури.

№ тем и	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<u>Вступ.</u> Загальні відомості про вимірах. Види вимірювань. Принципи , засоби та методи вимірювання. Засоби вимірювання. Похибки вимірювань. Випадкові помилки. Статистична обробка результатів вимірювань. Послідовність обробки результатів вимірювань. Одиниці вимірювання фізичних величин.	2	
2.	<u>Вимір температури.</u> Температура та температурні шкали. Історична довідка. Порівняння температурних шкал. Термодинамічна шкали температур. Міжнародна практична температурна шкала МПТШ – 1968. Основні реперні точки МПТШ – 1968. Відтворення МПТШ - 68. Міжнародна температурна шкала МТШ -90. Основні реперні точки МТШ -90. Відтворення потрійної точки води.	2	
3.	<u>Термометри розширення. Термоелектричні термометри.</u> Скляні рідинні термометри. Термометричні рідини. Основні джерела похибок. Манометричні термометри. Основні джерела похибок. Термоелектричні термометри. Ефект Зеєбека. Схеми включення вимірювального приладу в ланцюзі термопар. Матеріали для виготовлення термопар. типи термопар. Термо -ЕДС термопар. Методи вимірювання термо –ЕДС. Основні джерела похибок.	4	
4.	<u>Термометри опору.</u> Вимогам до матеріалів для виготовлення ТЗ. Властивості матеріалів для виготовлення ТЗ. Пристрій термометрів опору. Компенсаційний метод вимірювання опору термометра. Вимірювання опору термометра врівноваженим мостом. Основні джерела похибок.	4	
5.	<u>Пірометри</u> Основи теорії вимірювання температури тел по захисту. Схема квазімонохроматического пірометра. Схема фотоелектричного пірометра. Пірометр спектрального відношення. Пірометр повного випромінювання. Основні переваги і недоліки пірометричної методу вимірювань.	2	

Змістовий модуль 2: Вимір тиску витрати, рівня, складу і властивостей речовин.

№ тем и	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
6.	<u>Тиск.</u> Одиниці виміру тиску. Класифікація манометрів. Рідинні манометри. деформаційних манометри. Грубчасто - пружинний показує манометр. Грузопоршневої манометр. Датчики тиску , засновані на інших принципах.	4	

7.	<u>Вимір витрати.</u> Залежність між витратою і перепадом тиску. Переваги і недоліки витратомірів з пристроями звуження потоку. Витратоміри постійного перепаду тиску. Ротаметри. Тахометричні витратоміри. Кулькові витратоміри. Турбінні витратоміри. Передавальні перетворювачі турбінних і кулькових витратомірів. Камерні витратоміри. Електромагнітні витратоміри. Переваги і недоліки електромагнітних витратомірів. Ультразвукові витратоміри. Коріолісову витратоміри. Меточние расходормери.	2	
8.	<u>Вимір рівня.</u> Поплавковий рівнемір. Гідростатична рівнемірів. Мікрохвильовий рівнемір. Вібраційний сигналізатор рівня. Ультразвуковий рівнемір. Кондуктивний сигналізатор рівня.	2	
9.	<u>Вимір вологості.</u> Методи вимірювання вологості повітря і газу. Психрометричний метод. Методи вимірювання вологості. метод точки роси.	2	
10.	<u>Аналіз складу рідин.</u> Методи аналізу складу рідин. Кондуктометричний метод аналізу розчинів. Оптичний метод аналізу складу рідин.	2	
	Разом	26	

2.2. Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Перевірка рідинного термометру	2	
2	Перевірка деформаційного (пружинного) манометру	2	
3	Градування пьезоелектричних перетворювачів тиску	2	
4	Вимірювання витрат методом постійного перепаду тиску.	2	
5	Вимірювання витрат методом змінного перепаду тиску.	2	
6	Вимірювання температури пірометричним методом	2	
	Всього	12	

2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	6	
2.	Підготовка до лабораторних	6	
3	Підготовка до практичних	6	
4	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	6	
5	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	8	
	Всього	32	

3. Критерії оцінювання результатів навчання

Види контролю: поточний, підсумковий – *диф.залик*.

Нарахування балів за виконання змістового модуля

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання							
	min	max	Кільк. робіт, од-ць	денна		заочна		Кільк. робіт, од-ць	Сумарні бали	
				min	max	min	max		min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Змістовий модуль 1: Методи дослідження фазових рівноваг чистих речовин і розчинів										
Робота на лекціях	1	2	6	6	12					
Виконання лабораторних робіт	4	8	3	12	24					
Опрацювання тем, не винесених на лекції	1	2	3	3	6					
Підготовка до лабораторних занять	1	2	3	3	6					
Виконання індивідуальних завдань	16	22	1	16	22					
Проміжна сума				40	60					
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40					
Оцінка за змістовий модуль 1	–	–	–	60	100					
Змістовий модуль 2: Вимір тиску витрати, рівня, складу і властивостей речовин.										
Робота на лекціях	1	2	6	6	12					
Виконання лабораторних робіт	4	8	3	12	24					
Опрацювання тем, не винесених на лекції	1	2	3	3	6					
Підготовка до лабораторних занять	1	2	3	3	6					
Виконання індивідуальних завдань	16	22	1	16	22					
Проміжна сума				40	60					
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40					
Оцінка за змістовий модуль 2	–	–	–	60	100					
Разом з дисципліни			60...100							

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Теплотехнічні вимірювання та прилади [Електронний ресурс] : підручник / В. З. Геллер, В. П. Железний, Ю. В. Семенюк, С. М. Губанов ; МОН України, Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2018. — 253 с. Мова: Українська Шифр: *536(075)

Авторський знак: Т34

2. Теплотехнічні вимірювання та прилади [Електронний ресурс] : навч. посіб. Ч. 1 / В. З. Геллер, В. П. Железний, С. М. Губанов ; Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2013. — 1 електрон. опт. диск (CD-R): 40 с. Тексту. Мова: Українська Шифр: *536(075) Авторський знак: Г31

3. Розрахунок питомих витрат тепла в теплових установках [Текст] : навч. посіб. / В. І. Вінниченко ; Харків. держ. техн. ун-т будівництва та архітектури. — Харків : Тимченко А. М., 2008. — 152 с. : іл., табл. Мова: Українська Шифр: 621.18(075) Авторський знак: В48

4. Метрологія, стандартизація і сертифікація [Текст] : підручник / В. В. Тарасова, А. С. Малиновський, М. Ф. Рибак ; Держ. агрокол. ун-т. — Київ : Центр навч. літ., 2006. — 264 с. — МОН. Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: Т19

5. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. Г. Муратов. — Вид. 3-е, допов. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 390 с. Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: М91

Допоміжна

1. Автоматизація виробничих процесів. Теорія подібності [Електронний ресурс] : навч.-метод. посіб. для здобувачів освітнього ступеня "бакалавр" зі спец. галузей знань: 15 "Автоматизація та приладобудування", 18 "Виробництво та технології" усіх форм навчання / В. В. Тичков, В. Я. Гальченко, Р. В. Трембовецька, К. В. Базіло ; Черкас. держ. технол. ун-т, Ф-т електронних технологій і робототехніки. — Черкаси, 2022. — 181 с. Мова: Українська Шифр: 681(075) Авторський знак: А22

2. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища [Текст] : підручник / Ю. І. Посудін. — Київ : Світ, 2003. — 288 с. : іл. Мова: Українська Шифр: 504(075) Авторський знак: П63

3. Теплотехнічні прилади та вимірювання [Текст] : навч. посіб. Ч.1 : Вимірювання температури / М. Г. Хмельнюк, В. С. Ольшамовський, П. Ф. Стоянов ; Одес. держ. акад. холоду. — Одеса : ОДАХ, 2012. — 37 с. Мова: Українська Шифр: *536(075) Авторський знак: Х65

4. Метрологія та вимірювальна техніка [Текст] : підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець та ін.; за ред. Є. Поліщука. — Львів : Бескид Біт, 2003. — 544 с. Мова: Українська Шифр: 006(075) Авторський знак: М54