МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИПРОБУВАНЬ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ»

Мова навчання – ***українська***

Шифр та найменування галузі знань ***14 «Електрична інженерія»***

Код та найменування спеціальності ***144 «Теплоенергетика»***

Освітньо-наукова програма ***Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика***

Ступінь вищої освіти ***Доктор філософії***

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності ***144 Теплоенергетика***
« 20 » 03 2024 р. протокол №1.

Реєстраційний номер у відділі аспірантури та докторантури

23-144-2024 А

1. Загальна інформація

Кафедра: Нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики

Викладач: **Волгушева Наталя Вікторівна**, доцент кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, кандидат технічних наук.

Профайл

Контакти:
natvolgusheva@gmail.com, 048-7209149
профайл викладача

Освітній компонент викладається на *1* курсі у *2* семестрі
Кількість: кредитів – 4, годин – 120

	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні
денна	60	20	30	10
заочна	24	8	8	8
Самостійна робота, годин	Денна - 60		Заочна – 96	

Розклад занять
(відповідно до затвердженого графіка навчального процесу)

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «**Методи експериментальних досліджень та випробувань процесів і апаратів теплотехнологій**» присвячений вивченню сучасних експериментальних методів вивчення процесів теплообміну, зокрема створення і визначення теплових потоків, електрообігрів та рідинний обігрів. Вивчається методика визначення теплофізичних характеристик твердих тіл та коефіцієнтів тепловіддачі методом стаціонарного та регулярного режиму. Аналізуються схеми експериментальних установок для дослідження процесу тепловіддачі.

Освітній компонент «Методи експериментальних досліджень та випробувань процесів і апаратів теплотехнологій» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Методологія наукових досліджень», «Філософія пізнання».

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання дисципліни «**Методи експериментальних досліджень та випробувань процесів і апаратів теплотехнологій**» є вивчення методів перевірки справедливості теоретичних положень і гіпотез визначення основних характеристик процесів, що відбуваються в апаратах теплоенергетики, і на цій основі проведення широкого і глибокого вивчення теми наукового дослідження; вивчення постановки і організації експерименту і його значення, розроблення плану-програми експерименту, оцінка вимірів і вибір засобів для проведення експерименту, проведення експерименту, обробка та аналіз експериментальних даних, встановлення адекватності запропонованої моделі.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «**Методи експериментальних досліджень та випробувань процесів і апаратів теплотехнологій**» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені

в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика та освітньо-наукової програмі «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика».

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення

Загальні компетентності:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК 1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах.

СК 4. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Програмні результати навчання:

ПРН 3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

ПРН 5. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН 7. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. Загальні вимоги по проведенню теплотехнічних вимірювань			
1	Точність результатів вимірювань. Поняття про природу експериментальних помилок. Що передбачає вимір? Прямі і	2	1

	непрямі вимірювання. Необхідна точність, з якою слід робити підрахунки.		
2	Існуючі способи вимірювання витрати. Витратоміри з пристроями звуження потоку. Пристрої що звужують та їх установка. Витратомірні диференціальні манометри і схеми їх установок. Обробка результатів вимірювань	2	
3	Вимірювання тисків і розрядження. Загальні положення. пружинні манометри і їх установка. Розділові пристрої для манометрів.	2	1
4	Методика обробки результатів випробувань і складання теплового балансу	2	1
5	Методи створення і визначення теплових потоків. Визначення теплових потоків методом товстостінної труби. Визначення локальних теплових потоків за допомогою датчиків.	2	1
Змістовний модуль 2. Методи проведення випробувань теплоенергетичного обладнання			
1	Методи визначення теплофізичних характеристик твердих тіл. Визначення коефіцієнта теплопровідності методом стаціонарного режиму. Визначення теплофізичних характеристик методом регулярного режиму.	2	1
2	Методи визначення коефіцієнтів тепловіддачі. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі методом аналогії з масовіддачею.	2	
3	Дослідження теплових процесів методом електротеплової аналогії	2	1
4	Дослідження процесів конвективного теплообміну в апаратах тепло технологій.	2	1
5	Експериментальне дослідження процесів теплопередачі. Оптимізація теплообмінних апаратів	2	1
Разом за ОК:		**20**	**8**

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Теплообмін дисперсних наскрізних потоків в промислових апаратах	6	2
2	Задачі гідромеханіки в газово-дисперсних середовищах, рухомих і нерухомих	6	2
3	Нагрівання щільного нерухомого шару дисперсного матеріалу з наскрізним потоком газового середовища	6	2
4	Оптимізація теплообмінників регенеративного типу з проміжним потоком дисперсного теплоносія.	6	1
5	Сушіння щільного шару дисперсних матеріалів в умовах дії внутрішніх джерел енергії.	6	1
Всього за ОК:		**30**	**8**

5.3 Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Оцінка похибки вимірів потоків теплоти та маси	2	-
2	Дослідження передачі тепла від обребреної поверхні	2	2
3	Дослідження тепловіддачі при пузирковому кипінні в рекуперативному теплообміннику	2	2
4	Дослідження тепловіддачі при вимушеної конвекції в каналах теплообмінних апаратів	2	2
5	Дослідження теплових характеристик між наскрізним потоком газу та нерухомим щільним шаром дисперсного матеріалу	2	2
Всього за ОК:		**10**	**8**

5.4 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
	Опрацювання лекційного матеріалу	**10**	**20**
1	Точність результатів вимірювань. Поняття про природу експериментальних помилок. Прямі і непрямі вимірювання.	2	4
2	Існуючі способи вимірювання витрати. Витратоміри з пристроями звуження потоку. Витратомірні диференціальні манометри і схеми їх установок. Обробка результатів вимірювань	2	4
3	Вимірювання тисків і розрядження. Загальні положення. пружинні манометри і їх установка. Розділові пристрої для манометрів.	2	4
4	Методика обробки результатів випробувань і складання теплового балансу	2	4
5	Методи створення і визначення теплових потоків. Визначення теплових потоків методом товстостінної труби. Визначення локальних теплових потоків за допомогою датчиків.	2	4
	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	**20**	**30**
1	Взаємодія енергії мікрохвильового поля з полярними діелектричними матеріалами	7	10
2	Методи вимірювання температури та маси діелектричних матеріалів в процесі нагрівання в мікрохвильовому полі	6	10
3	Іноваційні підходи до конструюванню сушарок для дисперсних матеріалів	7	10
	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	**20**	**36**
1	Складання методики експериментального дослідження процессу перенесення теплоти між насрізним газовим потоком та рухомим шаром дисперсного матеріалу.	4	8
2	Складання методики експериментального дослідження процессу перенесення теплоти між насрізним газовим потоком та нерухомим шаром дисперсного матеріалу.	4	7
3	Методики експериментальних досліджень процесів перенесення теплоти та маси при конвективному та кондуктивному сушінні щільного шару зернових матеріалів.	4	7
4	Методики експериментальних досліджень процесів перенесення теплоти та маси при мікрохвильово-конвективному сушінні щільного шару зернових матеріалів.	4	7
5	Складання методики дослідження ремедіації грунтів в мікрохвильовому полі.	4	7
	Підготовка та складання контрольних заходів	**10**	**10**
	Всього	**60**	**96**

6. Система оцінювання та вимоги

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах вхідного, поточного і підсумкового контролів.

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань здобувачів за ОК, що забезпечують вивчення даного освітнього компоненту (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- *модульні контрольні роботи;*
- *тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;*
- *виконання і захист практичних/лабораторних робіт;*
- *усне опитування;*

Підсумковий контроль – *диф. залік*

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. Комп'ютерна симуляція теплових та гідравлічних процесів.		
Лекційний курс *	5	5
Практичні роботи*	12	12
Лабораторні роботи	6	6
Самостійні роботи*	17	17
Тест*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	50	50
Змістовний модуль 2. Експериментальні прийоми візуалізації теплових та гідравлічних процесів		
Лекційний курс *	5	5
Практичні роботи*	12	12
Лабораторні роботи	4	4
Самостійні роботи*	19	19
Тест*	10	10
Всього за змістовний модуль 2	50	50
Всього	**100**	**100**

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в Одеському національному технологічному університеті.

Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів
Підсумковий контроль – диф. Залік

Контрольні заходи під час лекційного курсу

Бали	Критерії оцінювання	Оцінка за національною шкалою
4,5 - 5 балів	90 - 100 % правильних відповідей у модульної контрольної роботі	відмінно
3,5 - 4,4 балів	70 – 89% правильних відповідей у модульної контрольної роботі	добре
2,1– 3,4 балів	35 – 70% правильних відповідей у модульної контрольної роботі	задовільно
0–2,0 балів	0–35% правильних відповідей у модульної контрольної роботі	незадовільно

Лабораторні роботи (оцінювання однієї роботи)

1,8 - 2 балів	Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,5 - 1,7 балів	Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,0 – 1,4 балів	Лабораторна відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
0,5 – 0,9 балів	Лабораторна відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 - 0,4 балів	Лабораторна не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

1,8 – 2,0 бал	Практична відпрацьована вчасно, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,7 – 1,9 балів	Практична відпрацьована вчасно, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,4 – 1,6 балів	Практична відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
1,0 – 1,3 балів	Практична відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-0,9 балів	Практична не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота

модуль 1	*модуль 2*		
14 –17 балів	***15 –19 балів***	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
11– 13,9 балів	***10– 14,9 бали***	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
7 – 10,9 балів	***6 – 9,9 балів***	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
3 – 6, 9 балів	***3 – 5, 9 балів***	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 – 2,9 балів	***0-– 2,9 балів***	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в Одеському національному технологічному університеті.

Тестування (за один тест)

8-10 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
6 -7 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
4 – 5 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
2 – 3 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 1 балів	0-35 % правильних відповідей	незадовільно

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять, а також

самостійних робіт за ОК:

***Лекційні заняття**: Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда, дискусія; Наочні: ілюстрація, спостереження, демонстрація; пояснювально- демонстративний метод, проблемний виклад.*

***Практичні заняття**: аналіз конкретних ситуацій (проблемних, звичайних, нетипових); групове обговорення питання; дискусії, виконання ситуаційно-розрахункових задач, технології ситуативного моделювання, технології опрацювання дискусійних питань*

***Самостійна робота**: робота з навчально-методичними матеріалами, складання звітної документації, науково-дослідна робота здобувачів (методи пізнання, аналогій, оцінка, ілюстрація тощо), реферування, конспектування.*

8.Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Енергетичний менеджмент та енергоефективність [Електронний ресурс] : підручник / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець та ін. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ун-т". — Харків, 2020. — 348 с.

2. Теплоносії та тепломасообмінні апарати [Текст] : навч. посіб. для проведення практ. та самост. занять 144 "Теплоенергетика", 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / І. Л. Бошкова, К. В. Георгієш; Одес. нац. акад. харч. технологій. — Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2021. — 118 с.

3. Альтман, Елла Іллівна. Гідрогазодинаміка [Текст]: навч. посіб. / Е. І. Альтман, І. Л. Бошкова ; Одес. нац. акад. харч. технологій. — Одеса : Бондаренко М. О., 2019. — 188 с.

4. Бошкова І.Л., Волгушева Н.В. Методи дослідження процесів теплообміну: навчальний посібник. Одеса: Бондаренко О.М., 2024. – 123 с.

5. Бошкова, І. Л. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Теорія тепломасообміну" [Електронний ресурс]: для студентів спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / І. Л. Бошкова, М. Д. Потапов, Н. В. Волгушева; відп. за вип. О. С. Тітлов; Каф. нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики. — Одеса: ОНАХТ, 2020. — 73 с.

6. Енергоефективні технології [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А. С. Мандрика, С. С. Антоненко, О. Г. Гусак та ін. ; за заг. ред. А. С. Мандрики ; Сум. держ. ун-т. — Суми : СумДУ, 2021. — 330 с.

7. Modern information technologies in scientific research and educational activities [Текст] : monograph / L. Ivanova, V. Kaverinskiy, S. Kotlyk etc. ; editor-in-chief S. Kotlyk ; Odesa National University of Technology. — Odesa : Iowa State University Digital Press, 2024. — 273 p.

Додаткові (за наявності):

1. Низькопотенційна енергетика [Текст]: навч. посіб. / А. О. Редько, М. К. Безродний, М. В. Загорученко та ін. ; Нац. техн. ун-т України "Київський політехнічний університет", Одес. нац. акад. харч. технологій, Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури, Вінниц. нац. техн. ун-т. — Харків: Друкарня Мадрид, 2016. — 412 с.

2. Погорєлов, А. І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку) [Текст]: навч. посіб. /А. І. Погорєлов. — 4-те вид., випр. — Львів: Новий Світ-2000, 2006. — 144 с. — (Вища освіта Україні). Мова: Українська Шифр: 536(075) Авторський знак: П43.

3. Методи дослідження процесів теплообміну [Електронний ресурс]: метод. вказівки до викон. лаб. робіт для студентів напряму підготовки 6.050601 "Теплоенергетика" / уклад. І.Л. Бошкова; Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2016: 47 с.

4. Boshkova, I. L. Bases of heat and mass transfer [Текст] : textbook for students / I. L. Boshkova, N. V. Volgusheva; Odessa National Academy of Food Technologies, V.S. Martynovskyi Educational & Scientific Institute of Cold, Cryotechnologies and Environmental Energy. — Odessa: Bondarenko M., 2018. — 184 p.

5. Загальні технології харчових виробництв [Текст] : підручник

/ В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура та ін. ; за наук. ред. М. М. Калакури, Л. Ф. Романенко ; Відкритий міжнар. ун-т розвитку людини "Україна", Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : Ун-т "Україна", 2010. — 814 с.

9.Політика освітнього компоненту

Політика всіх освітніх компонент в ОНТУ є уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, Корпоративному кодексу ОНТУ, Кодексу академічної доброчесності ОНТУ, Положення про організацію освітнього процесу ОНТУ, Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в ОНТУ, вимог ISO 9001:2015 та роботодавців.

Викладач /ПІДПИСАНО/ Наталя ВОЛГУШЕВА

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри_НТІТ_____

Протокол від 14. 03.2024 р. № 12_

Завідувач кафедри /ПІДПИСАНО/ Олександр ТІТЛОВ

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП *ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА ТА ПРОМИСЛОВА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА*

професор кафедри ЕТПЕ /ПІДПИСАНО/ Борис КОСОЙ