гМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

« МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕПЛОВИХ ПРИСТРОЇВ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ»

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

24-144-2024 А

1. Загальна інформація

Кафедра: Нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики

Викладач: Бошкова Ірина Леонідівна, професор кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, професор

Освітній компонент викладається на *1* курсі у *2* семестрі
Кількість: кредитів – 3, годин – 90

	Всього	Лекції	Практичні
денна	44	16	28
заочна	18	6	12
Самостійна робота, годин	Денна - 46		Заочна – 72

Розклад занять

(відповідно до затвердженого графіка навчального процесу)

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «**Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв в теплоенергетиці**» присвячений вивченню сучасних методів теоретичного та комп'ютерного моделювання процесів теплообміну і теплотехнологій, зорієнтованих на підвищення енергоефективності та скорочення енергетичних втрат у промисловості та комунальній сфері. Розглядаються методи чисельного розрахунку енергоефективних пристроїв, підходи до побудови моделей теплообміну в різноманітних технологічних установках, а також прикладне використання програмних комплексів для відтворення процесів тепломасообміну. Особлива увага приділяється практичному застосуванню програмного забезпечення.

Освітній компонент «Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв в теплоенергетиці» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Методологія наукових досліджень», «Філософія пізнання», «Чисельні методи у теплоенергетиці», а також є логічно послідовним із курсами «Сучасні методи інтенсифікації тепломасообміну» та «Педагогічна практика».

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання дисципліни «Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв в теплоенергетиці» є формування системних знань та практичних навичок в області розроблення та обґрунтування ефективних методів зниження теплових втрат в енергетичних установках, а також опанування сучасних програмних засобів для комп'ютерного моделювання теплообмінних процесів в енергозберігаючих теплових пристроях.

В результаті вивчення курсу ««**Моделювання енергозберігаючих теплових**

пристроїв в теплоенергетиці»» студенти повинні
знати: теоретичні основи моделювання та методи аналізу теплонапруженого стану, конструктивні та технологічні особливості енергозберігаючих пристроїв, підходи до забезпечення ефективності систем теплоенергетики;

вміти: застосовувати сучасне програмне забезпечення для чисельного аналізу робочих режимів енергозберігаючих установок, виконувати оптимізацію конструктивних параметрів та умов експлуатації, формувати наукові висновки та пропозиції щодо підвищення енергоефективності..

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв в теплоенергетиці» 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. Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв			
1	Моделювання енергетичної системи як сценарій для вивчення технічних та економічних процесів	2	1
2	Типи моделей електроенергетичного сектора	2	
3	Енергетичне моделювання: іноземний досвід і напрями перспективних досліджень в Україні	2	1
4	Класифікація заходів з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря	2	1
Змістовний модуль 2. Експериментальні підходи і практичні аспекти моделювання теплових пристроїв			
1	Приклади застосування чисельного моделювання для енергозберігаючих пристроїв	2	1
2	Приклади застосування чисельного моделювання для енергозберігаючих пристроїв	2	
3	Експериментальні методи вивчення енергозберігаючих теплових пристроїв	2	1
4	Застосування методів візуалізації та моніторингу теплообміну у високотемпературних і низькотемпературних системах	2	1
Разом за ОК:		**16**	**6**

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Застосування прикладних програм у моделях енергозберігаючих пристроїв	6	2
2	Математичне дослідження турбулентності у теплообмінниках	6	2
3	Моделювання процесів нагріву та охолодження для теплових апаратів	6	2
4	Оптимізація конструкції низькотемпературних теплообмінників	6	3
5	Оцінка теплоізоляційних характеристик	4	3
Всього за ОК:		**28**	**12**

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	**Опрацювання лекційного матеріалу**	**10**	**20**
1.1	Універсальні програмни системи для задач енергоефективності	2	4
1.2	Методи розрахунків у сфері енергозбереження	2	4
1.3	Математичне моделювання теплообмінних апаратів	2	4
1.4	Методи візуалізації та моніторингу теплонавантаження	2	4
1.5	Експериментальні установки і засоби вимірювань для енергоефективних досліджень	2	4
2	**Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції**	**10**	**20**
2.1	Розрахунки теплообмінників з двофазними теплоносіями	3	6
2.2	Багатофазні моделі у підвищенні енергозбереження	3	6
2.3	Тепловий аналіз теплоенергетичного обладнання	4	8
3	**Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань**	**11**	**17**
3.1	Проектування енергозберігаючої системи охолодження електронних пристроїв	3	5
3.2	Теплотехнічний аналіз енергетичних систем	2	3
3.3	Дослідження теплообміну у системі теплообмінників	2	3
3.4	Методи дослідження процесів тепломасообміну в зернистих середовищах при дії мікрохвиль	2	3
3.5	Процеси тепломасопереносу при різних способах підведення теплоти	2	3
	Підготовка та складання контрольних заходів	**15**	**15**
	Всього	**46**	**72**

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. Моделювання енергозберігаючих теплових пристроїв		
Лекційний курс *	-	-
Практичні роботи*	14	12
Самостійні роботи*	26	28
Тест*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	50	50
Змістовний модуль 2. Експериментальні підходи і практичні аспекти моделювання теплових пристроїв		
Лекційний курс *	-	-
Практичні роботи*	14	12
Самостійні роботи*	16	28
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

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

Денна	Заочна		
1,8 – 2,0 бал	**3,4 – 4,0** балів	Практична відпрацьована вчасно, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,4 – 1,7 балів	**2,8-3,3** балів	Практична відпрацьована вчасно, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,1 – 1,3 балів	**2,2-2,7** балів	Практична відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
0,7 – 1,0 балів	**1,5-2,1** балів	Практична відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-0,6 балів	**0-1,4** балів	Практична не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота

Денна	Заочна		
15-16 балів	***25-28 балів***	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
12-14 бали	***20-24 бали***	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
9-11 балів	***14-19 балів***	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
6-8 балів	***9-13 балів***	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-5 балів	***0-8 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. Архітектура системного програмного забезпечення [Електронний ресурс]: підручник / Л. О. Левченко, Н. Г. Кучук, Ю. А. Тарнавський, В. П. Колумбет ; Нац. техн. ун-т України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського". — Електрон. мереж. навч. вид. — Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2022. — 497 с.
2. 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/ Ірина БОШКОВА

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