

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний технологічний університет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи інтенсифікації теплообміну

Назва дисципліни

Обов'язкова навчальна дисципліна
Обов'язкова/Вибіркова

Мова навчання – українська
українська/англійська

Освітньо-професійна програма Технічна теплофізика та
промислова теплоенергетика
(назва ОП)

Код та найменування спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(код та найменування спеціальності)

Шифр та найменування галузі знань 14 «Електрична інженерія»
(шифр та найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: **Доктор філософії з теплоенергетики**

Розглянуто, схвалено та затверджено
Методичною радою університету

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

РОЗРОБНИК (розробники): Борис КОСОЙ, д.т.н., доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики

Протокол від «24» 08 2022_р. № 1

Завідувач кафедри ПІДПИСАНО Олександр ТІТЛОВ

(підпис)

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Протокол від «09» 09 2022_р. № 1

Голова ради ПІДПИСАНО

(підпис)

Олександр ТІТЛОВ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньої програми ПІДПИСАНО

(підпис)

Борис КОСОЙ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету

Протокол від «22» 09 2022_р. № 1

Секретар Методичної ради університету ПІДПИСАНО Валерій МУРАХОВСЬКИЙ

(підпис)

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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.....	5
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС.....	5
2	Зміст дисципліни:.....	6
2.1	Програма змістових модулів.....	6
2.2	Перелік лабораторних робіт.....	7
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи.....	7
3	Критерії оцінювання результатів навчання.....	8
4	Інформаційне забезпечення.....	10

Пояснювальна записка

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Сучасні методи інтенсифікації теплообміну» є ознайомлення здобувачів освіти із сучасними ефективними методами інтенсифікації процесів теплообміну в енергетичних установках а дослідження питань вибору метода, моделювання та оптимізації процесів інтенсифікації теплообміну.

В результаті вивчення курсу «Сучасні методи інтенсифікації теплообміну» студенти мають

знати: основні закони тепло- та масообміну та способи його інтенсифікації в енергоустановках, методика розрахунку, принципи та методи моделювання, методи оптимізації процесів теплообміну, джерела спеціальної науково-дослідної інформації в галузі інтенсифікації теплообміну;

вміти: аналізувати процеси теплообміну та обирати ефективні рішення щодо використання методів та способів інтенсифікації теплообміну в теплоенергетичних системах, виконувати відповідні теплотехнічні розрахунки.

1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни « Сучасні методи інтенсифікації теплообміну» 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 «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика»](#) підготовки докторів філософії.

Загальні компетентності:

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

ЗК 3. 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 напрямках.

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

СК 6. Здатність обґрунтування та формулювання напрямків наукових досліджень та завдань для рішення наукових питань, створення фізичних та математичних моделей досліджуваних об'єктів та проведення їх верифікації на фізичних моделях та експериментальних установках

Програмні результати навчання:

ПРН 1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

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 напрямках.

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

ПРН 6. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

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.

ПРН 9*. Розуміти прийоми математичного моделювання процесів перенесення теплоти та маси, що включають створення математичних моделей, що відбивають причинно-наслідкові зв'язки явищ; дослідження математичних моделей, рішення наукових задач.

1.3. Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – Методологія наукових досліджень, філософія пізнання, послідовні – Методи дослідження процесів теплообміну в суцільних, дисперсних та багатофазних середовищах, педагогічна практика.

1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 2 курсі у 3 семестрі для денної та заочної форми навчання

Кількість кредитів ECTS - 4, годин - 120

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	40	34	6	-
заочна	10	8	2	-
Самостійна робота, годин	Денна - 80		Заочна - 110	

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Програма змістовних модулів

Змістовий модуль 1: Способи інтенсифікації теплообміну

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Використання теплообміну і теплообмінних апаратів в теплоенергетиці. Існуючі методи інтенсифікації теплообміну, їхня фізична природа та класифікація.	2	0,5
2	Способи інтенсифікації теплообміну при русі рідин в каналах. Інтенсифікація конвекційного теплообміну при зміні швидкості потоку. Інтенсифікація конвекційного теплообміну при зміні термічного опору.	2	0,5
3	Інтенсифікація тепловіддачі в каналах з турбулізаторами. Інтенсифікація теплообміну шляхом закрутки потоку. Інтенсифікація теплообміну в кільцевих каналах.	4	0,5
4	Інтенсифікація теплообміну при зміні рельєфу поверхонь. Дискретно-шорсткі канали при турбулентному русі теплоносія. Інтенсифікація конвекційного теплообміну шляхом обребрення та ошиповки поверхні теплообміну.	4	1
5	Інтенсифікація теплообміну в середовищах зі зміною агрегатного стану. Інтенсифікація теплообміну при кипінні та конденсації. Інтенсифікація променистого теплообміну.	4	0,5

Змістовий модуль 2: Інтенсифікація теплообміну в теплообмінних апаратах

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Інтенсифікація теплообміну при застосуванні пластинчастої гофрованої поверхні теплообміну. Інтенсифікація теплообміну при використанні пластинчатих теплообмінників. Розбірні, нерозбірні та напіврозбірні пластинчаті теплообмінники	4	1
2	Інтенсифікація теплообміну при використанні теплообмінників з ребристими поверхнями при течії однофазних та двофазних потоків. Подовжні ребра. Пучки ореброваних труб.	4	1
4	Режими течії та теплообмін у спіральних трубах. Спіральні теплообмінники.	2	0,5
3	Інтенсифікація теплообміну при використанні пористих покриттів. Теплогідралічні характеристики пористих теплообмінних апаратів на основі високопористого проникного пористого матеріалу. Принцип роботи теплової труби. Класифікація теплових труб.	2	0,5
5	Інтенсифікація процесу теплопередачі в теплообмінному апараті типу «труба в трубі» за зміни схеми руху теплоносіїв. Аналіз ефективності процесу теплопередачі та оптимізація теплообмінників типу «труба в трубі»	2	0,5
6	Інтенсифікація конвекційного теплообміну під час поперечного обтікання пучків труб. Традиційні компонування пучків труб (шахове та коридорне). Нетрадиційне компонування пучків труб. Інтенсифікація процесу теплопередачі в кожухотрубчастому теплообмінному апараті за зміни схеми руху теплоносіїв.	4	0,5
Разом з дисципліни		34	8

2.2. Перелік лабораторних робіт

№ лаб.роб.	Назва лабораторної роботи	Годин	
		денна	заочна
1	Дослідження передачі тепла від обрешеної поверхні	2	-
2	Турбулентні струмені	2	1
3	Дослідження характеристик теплової труби	2	1
	Всього	6	2

2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20	30
1.1	Фізичні основи процесів тепломасообміну	5	7
1.2	Огляд методів інтенсифікації теплообміну	5	8
1.3	Концепція енергетичної ефективності	5	8
1.4	Розвинені (обрешені) поверхні теплообміну	5	7
2	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	20	32
2.1	Закрутка потоку теплоносія та канали типу конфузор-дифузор	5	8
2.2	Дискретно-шорсткі канали (ДШК) при турбулентній течії теплоносія	5	8
2.3	Пористі вставки	5	8
2.4	Тепловіддача при бульбашковому кипінні. Інтенсифікація під час кипіння	5	8
3	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	25	33
3.1	Аналіз механізмів інтенсифікації теплообміну	5	8
3.2	Аналіз теплогідравлічної ефективності різних пристінних спіральних закручувачів	5	7
3.3	Інтенсифікація теплообміну при турбулентній течії теплоносія у каналі з поперечними кільцевими виступами.	5	6
3.4	Теплова ефективність паро-рідинних та рідино-рідинних теплообмінних апаратів з різними типами пасивних інтенсифікаторів теплообміну	5	6
3.5	Аналіз інтенсифікації теплообміну при додаванні аніонних поверхневоактивних речовин	5	6
4	Підготовка та складання контрольних заходів	15	15
	Всього	80	110

Опрацювання тем, не винесених на лекції	2/3	5/5,5	4	8	20	4	12	22
Підготовка до лабораторних занять	1	2	1	1	2	1	1	2
Підготовка до практичних занять	-	-	-	-	-	-	-	-
Виконання індивідуальних завдань	2,4	4/6	5	12	20	5	12	30
Проміжна сума /повинна бу- ти до 60 балів/				30	60		30	60
Поточний контроль (тестовий)				15	20		15	20
Контроль результатів дис- танційного модулю				15	20		15	20
Оцінка за змістовий модуль 2				60	100		60	100

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Константінов С.М. Теплообмін. – К.: Політехніка, 2005. – 304 с.
2. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний (за ред. Б.Х. Драганова). Теплотехніка: Підручник. – Київ; «ІНКОС», 2005. – 504с.
3. Петренко В. П. Інтенсифікація теплообміну в апаратах харчових виробництв та холодильних машин. – К.: НУХТ, – 2010 – 170 с.
4. Шалугін В.С., Шмандій В.М. Процеси та апарати промислових технологій. Навчальний посібник. – Київ: ЦУЛ, 2008. – 392 с.
5. Василенко С. М., Шутюк В. В. Теплообмінні апарати. Основи розрахунку та вибору. Навчальний посібник. – 2000. – 36 с.

Додаткові:

1. Марценюк О.С., Мельник Л.М. Процеси і апарати харчових виробництв. – Київ: НУХТ, 2011. – 407 с.
2. Туз В.О., Н.Л. Лебедь Гідродинаміка і тепломасообмін газорідних потоків на капілярно-пористих структурах: монографія. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2018 – 220с.
3. Василенко С. М. Теплообмінні апарати. Основи розрахунку та вибору : [навч. посіб. для студ. техн. спец.] / С. М. Василенко, В. В. Шутюк. – 2000. – 36 с.
4. Боднар Л. А. Ефективні методи інтенсифікації теплообміну в круглих каналах /Л. А. Боднар, Д. В. Степанов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3 – С. 73 – 78.