

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ
«ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО-
ТА МАСООБМІНУ»**

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*
« 09 » 03 2023 р. протокол №1.

Реєстраційний номер у відділі аспірантури та докторантури

35-144-2023А

1. Загальна інформація

Кафедра: [Нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики](#)
Викладач: Тітлов Олександр Сергійович, професор кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, професор



Контакти:
тел: 063-4974503
e-mail: titlov1959@gmail.com
[профайл викладача](#)

Профайл

Освітній компонент викладається на 2 курсі у 3 семестрі

Кількість: кредитів – 6, годин – 180

	Всього	Лекції	практичні
денна	60	20	40
заочна	40	14	22
Самостійна робота, годин	Денна -120		Заочна – 144

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- ТА МАСООБМІНУ» тісно пов'язан з технікою і технологіями. Розглядаються експериментальні методи дослідження процесів тепло- і масо переносу та методи визначення теплофізичних характеристик теплопровідності, конвективного теплообміну, масообміну та теплообміну випромінюванням. Вивчаються методи створення і визначення теплових потоків, методи визначення теплофізичних характеристик твердих тіл, методи визначення коефіцієнтів тепловіддачі, методи визначення характеристик променистого теплообміну, дослідження теплових процесів методом електротеплової аналогії. Аналізуються експериментальні стенди та установки для проведення експериментальних досліджень.

Освітній компонент «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- ТА МАСООБМІНУ» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Методологія наукових досліджень», «Філософія пізнання», послідовні – «Сучасні методи інтенсифікації тепломасообміну», «Педагогічна практика».

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання дисципліни «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- ТА МАСООБМІНУ» є вивчення методів експериментальних досліджень процесів тепломасообміну, які характеризують теплові процеси у широкого класу теплоенергетичних установках.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- ТА МАСООБМІНУ» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика](#) та [освітньо-накової 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.

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 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.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ.			
1.	Методи створення і визначення теплових потоків	2	1
2.	Експериментальні установки та сучасне обладнання для визначення теплових потоків методом стаціонарного та регулярного режиму	2	1
3.	Методи визначення теплофізичних характеристик твердих тіл	2	1
4.	Експериментальні установки та сучасне обладнання для визначення теплових потоків для визначення коефіцієнтів тепловіддачі методом стаціонарного та регулярного режиму	2	2
5.	Методи визначення коефіцієнтів тепловіддачі	2	2
Змістовний модуль 2. НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХНЬОГО ЗАСТОСУВАННЯ			
6	Методи дослідження процесів масообміну. Визначення коефіцієнтів масовіддачі.	2	1
7	Схеми дослідження процесів масообміну експериментальних установок для дослідження процесів масообміну	2	1

8	Схеми експериментальних установок для дослідження процесів променистого теплообміну	2	1
9	Дослідження теплових процесів методом електротеплової аналогії	2	2
10	Методи визначення характеристик променистого теплообміну	2	2
Разом за ОК:		20	14

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Визначення теплових потоків методом товстостінної труби	4	2
2	Визначення локальних теплових потоків за допомогою датчиків	4	2
3	Визначення теплофізичних характеристик методом регулярного режиму	4	2
4	Методи регулярного режиму першого роду	4	2
5	Метод регулярного режиму другого роду	4	2
6	Метод монотонного нагрівання зразка	4	2
7	Визначення коефіцієнтів тепловіддачі методом регулярного режиму	4	2
8	Визначення коефіцієнтів тепловіддачі методом аналогії з масоотдачею	4	2
9	Схеми експериментальних установок для дослідження тепловіддачі газів	4	4
10	Визначення кутових коефіцієнтів випромінювання методом світлового моделювання	4	2
Всього за ОК:		40	22

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	Заочна
	Опрацювання лекційного матеріалу	20	10
1.1	Методи створення і визначення теплових потоків	2	1
1.2	Експериментальні установки та сучасне обладнання для визначення теплових потоків методом стаціонарного та регулярного режиму	2	1
1.3	Методи визначення теплофізичних характеристик твердих тіл	2	1
1.4	Експериментальні установки та сучасне обладнання для визначення теплових потоків для визначення коефіцієнтів тепловіддачі методом стаціонарного та регулярного режиму	2	1
1.5	Методи визначення коефіцієнтів тепловіддачі	2	1
1.6	Методи дослідження процесів масообміну. Визначення коефіцієнтів масовіддачі.	2	1
1.7	Схеми дослідження процесів масообміну експериментальних установок для дослідження процесів масообміну	2	1
1.8	Схеми експериментальних установок для дослідження процесів променистого теплообміну	2	1
1.9	Дослідження теплових процесів методом електротеплової аналогії	2	1
1.10	Методи визначення характеристик променистого теплообміну	2	1
2	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	40	69
2.1	Схеми експериментальних установок для дослідження тепловіддачі при плинні рідини в каналах	5	12
2.2	Схеми експериментальних установок для дослідження тепловіддачі газів	5	12
2.3	Комплексні методи визначення теплофізичних характеристик	5	12
2.4	Інтегральні коефіцієнти випромінювання методом стаціонарного режиму	5	9
2.5	Інтегральні коефіцієнти випромінювання методом регулярного	10	12

	режиму		
2.6	Відносний метод регулярного режиму. Абсолютний метод регулярного режиму.	10	12
3	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	45	50
3.1	Дослідження процесів конвективного теплообміну	10	10
3.2	Види електричних моделей	10	10
3.3	Дослідження променистого теплообміну в системі сірих тіл	10	15
3.4	Визначення кутових коефіцієнтів випромінювання	15	15
4	Підготовка та складання контрольних заходів	15	15
	Всього	120	144

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 – *диференційований залік*

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ.		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	20	11
Самостійна робота*	20	29
Тест*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	50	50
Змістовний модуль 2. НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХНЬОГО ЗАСТОСУВАННЯ.		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	20	11
Самостійна робота (у вигляді індивідуальних завдань)*	20	29
Тест*	10	10
Всього за змістовний модуль 2	50	50
Всього	100,0	100,0

*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

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи, денна та заочна форма навчання)

1,8 – 2,0 бала	<i>Практична відпрацьована вчасно, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	відмінно
1,5 – 1,7 балів	<i>Практична відпрацьована вчасно, при відповіді допущені неточності</i>	дуже добре
1,1 – 1,4 балів	<i>Практична відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки</i>	добре
0,6 – 1,0 балів	<i>Практична відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	достатньо
0-0,5 балів	<i>Практична не відпрацьована або дані незадовільні відповіді</i>	незадовільно

Самостійна робота (денна та заочна форма навчання)

денна	заочна		
36 – 40 балів	52-58 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
32 -35 балів	46-51 бал	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
29-31 балів	43-45 балів	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
23-28 балів	35-42 бали	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-22 балів	0-36 балів	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Тестування (денна та заочна форма навчання, за один тест)

9,0-10,0 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
7,4 -8,9 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
6,0– 7,3 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
3,5 – 5,9 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 3,4 балів	0-34 % 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. Основи наукових досліджень [Текст]: навч. посіб. / В. М. Дорошенко, О. С. Тітлов, Т. А. Сагала, Н. О. Біленко ; МОН України, Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса :

ОНАХТ, 2019. — 156 с

2. Нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії [Текст]: навч. посіб. / М. С. Сегеда, М. Й. Олійник, О. Б. Дудурич; Нац. ун-т "Львівська політехніка". — Львів: Вид-во Львів. політехн., 2019. — 204 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОНАХТ.1341553>

3. Олійник, М. Й. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії [Текст]: навч. посіб. / М. Й. Олійник, В. Г. Лисяк, О. Б. Дудурич; за заг. ред. М. С. Сегеди. — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2020. — 184 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОНАХТ.1662614>

4. Вінклер, І. А. Екологічна безпека джерел енергії. Від традиційних до сучасних і перспективних [Текст]: навч. посіб. / І. А. Вінклер, Я. Ю. Тевтуль. — Львів: Новий світ-2000, 2018. — 277 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОАН.BibRecord.60419>

5. Адамбаєв, Д. Х. Вдосконалення енергетичних характеристик генераторів абсорбційних холодильних агрегатів [Текст] / Д. Х. Адамбаєв, О. С. Тітлов // Холодильна техніка та технологія: наук.- виробн. журн. — 2021. — Т. 57, № 2. — С. 74-80.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОНАХТ.1651986>

Додаткові:

1. Біленко, Н. О. Оцінка термодинамічної ефективності абсорбційних водоаміачних термотрансформаторів на основі аналізу ексергетичних втрат в їх елементах [Текст] / Н. О. Біленко, О. С. Тітлов, Д. М. Нікітін // Холодильна техніка та технологія: наук.- виробн. журн. — 2022. — Т. 58, № 2. — С. 106-114.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОНАХТ.2144720>

2. Біленко, Н. О. Розробка абсорбційних холодильних агрегатів на низькопотенційних джерелах теплової енергії / Н. О. Біленко, О. С. Тітлов // Холодильна техніка та технологія: наук.- виробн. журн. — 2021. — Т. 57, № 1. — С. 13-25.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdОНАХТ.1577875>

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

4. Експериментальна теплофізика. Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин.

<https://www.yakaboo.ua/ua/eksperimental-na-teplofizika-metodi-doslidzhennja-teplofizichnih-vlastivostej-rechovin.html>

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/ Олександр ТІТЛОВ

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри НТІТ_____

Протокол від 22.02.2023 р. № 8

Завідувач кафедри /ПІДПИСАНО/ Олександр ТІТЛОВ

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП *ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА ТА ПРОМИСЛОВА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА*

професор кафедри ЕТПЕ /ПІДПИСАНО/ Борис КОСОЙ