

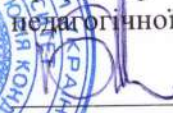
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи


Богдан КОРОБКО
«29» 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕПЛОМАСООБМІН»
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки Бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми Теплоенергетика
(назва освітньої програми)

Спеціальності 144 Теплоенергетика
(код і назва спеціальності)

**Полтава
2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Тепломасообмін»
для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти
Складена відповідно до освітньої програми бакалавра «Теплоенергетика» 2024 р.

Розробник: Чернецька І.В., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції
та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Погоджено

Гарант освітньої програми  (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції
та теплоенергетики


Протокол від « 28 » серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри
теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  (Голік Ю.С.)

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту нафти і газу

Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії  (Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма здобуття освіти	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична</u> <u>інженерія</u>	обов'язкова	
Загальна кількість годин – 120			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144</u> <u>Тепло-</u> <u>енергетика</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		2-й	2-й
	Семестр		
	4-й	4-й	
	Лекції		
Індивідуальне завдання: розрахунково-графічна робота «Розрахунок водо- водяного теплообмінного апарату» – 30 год	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	24 год	-
		Практичні заняття	
		14 год	-
		Лабораторні заняття	
		10 год	-
		Самостійна робота	
		42 год	90 год
		Індивідуальна робота:	
		30 год	30 год
		Вид контролю:	
Диференційований залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми здобуття освіти – 48/72;

для дистанційної форми здобуття освіти – 0/120.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про процеси передачі теплоти у твердих тілах, рідинах і газах, їх види, методи визначення ключових параметрів та алгоритми розрахунку теплообмінних апаратів.

Компетентності за ОПП:

ІК - здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 3 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- ЗК 6** – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
ЗК 7 – здатність працювати в команді;
ФК 3 – здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання;
ФК 8 – здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;
ФК 11 – здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі;
ФК 13 – здатність складати енергетичні баланси.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліни, які мають бути вивчені раніше: «Комп'ютерні методи та засоби розв'язання інженерних задач», «Вища математика».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни:

- ПР 2** – знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики;
ПР 4 – аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
ПР 5 – обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;
ПР 9 – вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її;
ПР 11 – мати лабораторні/технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки;
ПР 13 – розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	А	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач показують його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, вміє застосовувати	Достатній, що забезпечує здобувачу самостійне

			теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	вирішення основних практичних задач.
74 - 81	C	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних задач, має пропозиції щодо напрямку їх розв'язання. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усунути за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 - 63	E	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила розв'язання практичних задач з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами.	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної	Низький , не забезпечує практичної

		складання екзамену/ заліку	дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний , Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є:

- виконання завдань самостійної роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- стандартизовані тести;
- виконання практичних завдань;
- виконання завдань на лабораторному обладнанні;
- розрахунково-графічна робота;
- контрольна робота для студентів дистанційної форми навчання;
- підсумковий контроль у вигляді диференційованого заліку.

7. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Тема 1. Поняття про тепломасообмін. Способи перенесення теплоти.

Основні поняття та визначення. Температурне поле. Способи перенесення теплоти.

Тема 2. Основи вчення про теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності

Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 3. Теплопровідність при стаціонарному тепловому режимі та граничних умовах першого виду.

Передача теплоти через одношарову та багатошарову плоскі стінки. Передача теплоти через одношарову та багатошарову циліндричні стінки. Передача теплоти через одношарову стінку сферичної форми.

Практичне заняття № 1.

Тема 4. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі.

Постановка та розв'язання задачі про охолодження необмеженої пластини. Визначення розподілу температур у пластині та кількості теплоти, переданої в процесі охолодження пластини. Метод кінцевих різниць. Поняття про регулярний тепловий

режим.

Практичне заняття № 2.

Тема 5. Основні положення вчення про конвективний теплообмін. Теорія подібності

Закон Ньютона-Ріхмана. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну та умови однозначності. Основи теорії подібності. Фізичне і математичне моделювання в тепломасообміні.

Тема 6. Тепловіддача конвекцією при вільному рухові повітря

Тепловіддача при вільному рухові повітря в необмеженому просторі вздовж вертикальних та горизонтальних поверхонь. Тепловіддача при вільному рухові повітря в обмеженому просторі.

Лабораторні заняття № 2, 3.

Тема 7. Тепловіддача конвекцією при вимушеному обтіканні плоскої поверхні рідиною або газом.

Гідродинамічний та тепловий пограничні шари. Визначення режиму руху середовища в пограничному шарі. Характер руху рідини або газу при вимушеному поперечному обтіканні труби та пучка труб рідиною або газом. Визначення коефіцієнта тепловіддачі та теплового потоку при вимушеному поздовжньому обтіканні плоскої поверхні та поперечному обтіканні пучка труб рідиною або газом.

Практичне заняття № 3.

Тема 8. Тепловіддача конвекцією при течії теплоносія в трубах

Визначення режиму руху рідини або газу в трубі. Ділянки гідродинамічної та теплової стабілізації. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі та теплового потоку при різних режимах руху рідини або газу в трубі.

Практичне заняття № 4.

Тема 9. Теплопередача через плоску та циліндричну стінки.

Теплопередача через одношарову та багатошарову плоскі стінки. Теплопередача через одношарову та багатошарову циліндричні стінки.

Практичне заняття № 5.

Лабораторні заняття № 4, 5.

Тема 10. Теплопередача в теплообмінних апаратах

Види теплообмінних апаратів та їх будова. Способи передачі теплоти. Схеми руху теплоносіїв. Середньологарифмічний температурний напір.

Практичне заняття № 6.

Тема 11. Теплові баланси теплообмінних апаратів.

Складання теплових балансів теплообмінних апаратів та знаходження складових.

Тема 12. Порядок розрахунку теплообмінних апаратів.

Алгоритм визначення площі поверхні теплообміну водо-водяного теплообмінного апарату.

Практичне заняття № 7.

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1						
Тема 1. Поняття про тепломасообмін. Способи перенесення теплоти	4	2				2

Тема 2. Основи вчення про теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності	8	2		2		4
Тема 3. Теплопровідність при стаціонарному тепловому режимі та граничних умовах першого виду	8	2	2			4
Тема 4. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі	10	2	2			6
Тема 5. Основні положення вчення про конвективний теплообмін. Теорія подібності	6	2				4
Тема 6. Тепловіддача конвекцією при вільному русі повітря	10	2		4		4
Тема 7. Тепловіддача конвекцією при вимушеному обтіканні плоскої поверхні рідиною або газом	10	2	2			6
Тема 8. Тепловіддача конвекцією при течії теплоносія в трубах	10	2	2			6
Тема 9. Теплопередача через плоску та циліндричну стінки	10	2	2	4		2
Тема 10. Теплопередача в теплообмінних апаратах	6	2	2			2
Тема 11. Теплові баланси теплообмінних апаратів	3	2				1
Тема 12. Порядок розрахунку теплообмінних апаратів	5	2	2			1
<i>РГР «Розрахунок водо-водяного теплообмінного апарату»</i>	30					30
Разом за модулем 1	120	24	14	10	30	42

б) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1						
Тема 1. Поняття про тепломасообмін. Способи перенесення теплоти	4					4
Тема 2. Основи вчення про теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності	4					4
Тема 3. Теплопровідність при стаціонарному тепловому режимі та граничних умовах першого виду	14					14
Тема 4. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі	8					8
Тема 5. Основні положення вчення про конвективний теплообмін. Теорія подібності	6					6
Тема 6. Тепловіддача конвекцією при вільному русі повітря	8					8
Тема 7. Тепловіддача конвекцією при вимушеному обтіканні плоскої поверхні рідиною або газом	8					8
Тема 8. Тепловіддача конвекцією при течії теплоносія в трубах	8					8
Тема 9. Теплопередача через плоску та циліндричну стінки	16					16
Тема 10. Теплопередача в теплообмінних апаратах	6					6
Тема 11. Теплові баланси теплообмінних апаратів	4					4
Тема 12. Порядок розрахунку теплообмінних апаратів	4					4
<i>РГР «Розрахунок водо-водяного теплообмінного апарату»</i>	30					30
Разом за модулем 1	120	0	0	0	30	90

9. Перелік питань для семінарських занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
Семінарські заняття не передбачені	-	-

10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>Практичне заняття 1. Розрахунок теплового потоку крізь одношарову та багатшарову плоскі стінки (граничні умови першого виду)</p> <p>1. Визначення термічного опору одношарової плоскої стінки. 2. Розрахунок теплового потоку крізь одношарову плоску стінку. 3. Обчислення термічного опору багатшарової плоскої стінки. 4. Розрахунок теплового потоку крізь багатшарову плоску стінку. 5. Визначення розподілу температури в багатшаровій плоскій стінці.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 2. Розрахунок температури всередині пластини при її охолодженні та кількості теплоти, відданої пластиною в цьому процесі</p> <p>1. Визначення розподілу температур у пластині при її охолодженні. 2. Обчислення кількості теплоти, відданої пластиною при її охолодженні.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 3. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією при вимушеному поздовжньому обтіканні плоскої поверхні повітрям.</p> <p>1. Обчислення середнього за довжиною пластини коефіцієнта тепловіддачі при вимушеному поздовжньому обтіканні плоскої поверхні повітрям. 2. Розрахунок місцевих коефіцієнтів тепловіддачі при вимушеному поздовжньому обтіканні плоскої поверхні повітрям.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 4. Розрахунок теплового потоку при вимушеному русі води в трубі</p> <p>1. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при вимушеному русі води в трубі. Обчислення теплового потоку при вимушеному русі води в трубі.</p>	2	0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Практичне заняття 5. Розрахунок теплового потоку крізь багат шарову плоску та циліндричну стінки (граничні умови третього виду) 1. Визначення опору теплопередачі тришарової плоскої стінки. 2. Обчислення теплового потоку крізь 3-шарову плоску стінку 3. Визначення розподілу температури в тришаровій плоскій стінці. 4. Розрахунок лінійного опору теплопередачі тришарової циліндричної стінки. 5. Обчислення теплового потоку крізь тришарову циліндричну стінку. 6. Визначення розподілу температури в тришаровій циліндричній стінці.	2	0
Практичне заняття 6. Визначення температурного напору в теплообмінних апаратах Розрахунок середньо логарифмічного температурного напору в теплообмінних апаратах при різних схемах руху теплоносіїв	2	0
Практичне заняття 7. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі стінки теплообмінної труби водо-водяного теплообмінного апарату 1. Обчислення коефіцієнта тепловіддачі від первинного теплоносія до внутрішньої поверхні стінки теплообмінної труби α_1 . 2. Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі від зовнішньої поверхні стінки теплообмінної труби до вторинного теплоносія α_2 . 3. Обчислення коефіцієнта теплопередачі стінки теплообмінної труби водо-водяного теплообмінного апарату.	2	0
Усього	14	0

11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
Лабораторне заняття 1. Експериментальне визначення коефіцієнта теплопровідності матеріалу	2	0
Лабораторне заняття 2. Експериментальне визначення коефіцієнта тепловіддачі конвекцією при вільному русі повітря біля вертикальної труби	2	0
Лабораторне заняття 3. Експериментальне визначення коефіцієнта тепловіддачі конвекцією при вільному русі повітря біля горизонтальної труби	2	0
Лабораторне заняття 4. Експериментальне визначення втрат теплоти крізь плоску стінку	2	0
Лабораторне заняття 5. Експериментальне визначення втрат теплоти крізь циліндричну стінку	2	0
Усього	10	0

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних та лабораторних занять;
- підготовка до виконання розрахунково-графічної роботи;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до проміжного тестування;
- підготовка до контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти;
- підготовка до складання диференційованого заліку.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
1	2	3	4
	Тема 1. Поняття про тепломасообмін. Способи перенесення теплоти		
1	Поняття про одномірне, двомірне тримірне, стаціонарне і нестаціонарне температурні поля	1	2
2	Фактори, які впливають на коефіцієнт теплопровідності	1	2
	Тема 2. Основи вчення про теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності		
3	Закон збереження енергії та спрощення при виведення диференціального рівняння теплопровідності	1	1
4	Визначення густини теплового потоку крізь одношарову та багатошарову плоскі стінки при граничних умовах першого виду. Визначення розподілу температури в багатошаровій плоскій стінці	2	2
5	Диференціальне рівняння теплопровідності та умови однозначності при виведенні формули для визначення розподілу температури в одношаровій плоскій стінці при $\lambda = \text{const}$	1	1
	Тема 3. Теплопровідність при стаціонарному тепловому режимі та граничних умовах першого виду		
6	Визначення розподілу температури в одношаровій плоскій стінці за умови $\lambda = f(t)$	2	8
7	Визначення лінійної густини теплового потоку крізь одношарову та багатошарову циліндричні стінки при граничних умовах першого виду. Визначення розподілу температури в багатошаровій циліндричній стінці	2	6
	Тема 4. Теплопровідність при нестаціонарному тепловому режимі		

8	Диференціальне рівняння теплопровідності та умови однозначності при виведенні формули для визначення розподілу температури в пластині при її охолодженні	2	4
9	Розподіл температури в пластині при різних значеннях критерію Біо за умови її охолодження і нагрівання	4	4
	Тема 5. Основні положення вчення про конвективний теплообмін. Теорія подібності		
10	Теорія подібності	4	6
	Тема 6. Тепловіддача конвекцією при вільному русі повітря		
11	Визначення густини теплового потоку при вільному русі рідини або газу біля поверхні	4	8
	Тема 7. Тепловіддача конвекцією при вимушеному обтіканні плоскої поверхні рідиною або газом		
12	Визначення густини теплового потоку при вимушеному поздовжньому обтіканні плоскої поверхні рідиною або газом	2	4
13	Визначення густини теплового потоку при вимушеному поперечному обтіканні пучків труб рідиною або газом	4	4
	Тема 8. Тепловіддача конвекцією при течії теплоносія в трубах		
14	Визначення густини теплового потоку при русі рідини або газу в трубах	2	4
15	Особливості визначення коефіцієнта тепловіддачі конвекцією при течії рідини або газу в трубах (каналах) з різною формою поперечного перерізу.	4	4
	Тема 9. Теплопередача через плоску та циліндричну стінки		
16	Особливості тепловіддачі у вигнутих трубах круглого поперечного перерізу	1	6
17	Теплопередача через багатошарові стінки різної форми	1	10
	Тема 10. Теплопередача в теплообмінних апаратах		
18	Визначення температурного напору при різних схемах руху теплоносіїв	2	6
	Тема 11. Теплові баланси теплообмінних апаратів		
19	Розрахунок складових теплового балансу водо-водяного теплообмінника типу труба в трубі	1	4
	Тема 12. Порядок розрахунку теплообмінних апаратів		
20	Алгоритм розрахунку площі поверхні теплообміну водо-водяного теплообмінного апарату	1	4
	Усього	42	90

13. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання:

- розрахунково-графічна робота «Розрахунок водо-водяного теплообмінного апарату» – 30 год.

Чернецька І.В. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Тепломасообмін» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 20 с.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. Широко використовується метод активізації мислення студентів, наприклад метод "мозкового штурму".

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація, робота із приладами та стендовим обладнанням.

На практичних та лабораторних заняттях застосовуються додатково методи дискусії та роботи в команді, які дозволяють формувати soft skills.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів доводиться до їхнього відома на першому практичному занятті. Міжсесійний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування), проводиться за рахунок аудиторних занять.

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

а) денна форма здобуття освіти

Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни «Тепломасообмін»

за видами робіт

Модуль 1

	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
	Практичні заняття											
			1	2			3	4	5	6		7
	Лабораторні заняття											
		1				2	3		4	5		
Виконання практичних завдань			2	2			2	2	2	2		2
Виконання лабораторних завдань		2				2	2		2	2		
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Тестування				2								
Всього за темами	2	4	4	6	2	6	4	4	8	4	1	3
Виконання РГР	22											
Диференційний залік	30											
Всього за результатами вивчення дисципліни	100											

б) дистанційна форма здобуття освіти
Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни «Тепломасообмін»
за видами робіт

Модуль 1

	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання завдань індивідуальної роботи (РГР)	-								22			
Контрольна робота	24											
Залік	30											
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100											

*В Таблицях вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, у яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, у яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань індивідуальної роботи (РГР)

Бали	Критерії оцінювання
18-22	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
13-17	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
7-12	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-6	Завдання індивідуальної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань контрольної роботи

Бали	Критерії оцінювання
18-24	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
13-17	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
7-12	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-6	Завдання індивідуальної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи за темами 1-10 для денної форми здобуття освіти

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання завдань самостійної роботи за темами 11-12
для денної форми здобуття освіти**

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи
для дистанційної форми здобуття освіти**

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 20 = 2$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання диференційного заліку**

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($1 \times 30 = 30$), правильність відповідей перевіряється автоматично системою Moodle

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при семестровому контролі у вигляді диференційованого заліку на поточний контроль відведено 70 балів, а 30 балів – на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль.

Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином: робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять); самостійна робота; виконання індивідуального завдання:

– до 70 балів.

Присутність на лекціях і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене та лабораторне заняття мають бути відпрацьовані впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях із поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни, допускається до підсумкового контролю за умови отримання достатньої рейтингової оцінки :

– не менше 35 балів.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік, який здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Чернецька І.В. Конспект лекцій з дисципліни «Тепломасообмін» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 50 с.

2. Чернецька І.В. Методичні вказівки до практичних занять із дисципліни «Тепломасообмін» (частина 1) для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 40 с.

3. Чернецька І.В. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи з дисципліни

«Тепломасообмін» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 20 с.

4. Чернецька І.В. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Тепломасообмін» для студентів спеціальності 144 – теплоенергетика, 2025. – 4 с.

5. Чернецька І.В., Кутний Б.А, Гузик Д.В. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Тепломасообмін». для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». – 30 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Тепломасообмін : навчальний посібник / С. С. Мелейчук, В. М. Арсенєв, О. В. Івченко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 176 с.

2. Лабай В.Й. Тепломасообмінні процеси в системах ТГВ: підручник. Львівська політехніка, 2021. – 340 с.

3. Тепломасообмін. Частина I : навчальний посібник / О. Ю. Співак, Н. В. Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 113 с.

4. Ємець В. В. Термодинаміка і теплообмін. Частина II. Основи теорії теплообміну : навч. посіб. / В. В. Ємець, О. В. Павленко ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуцьк. льотний коледж. – Харків : ХНУВС, 2023. – 98 с.

5. Омельченко О.В. Тепломасообмін: навч. посіб. / О.В. Омельченко, Л.О. Цвіркун. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. – 100 с.

6. Малярєнко В. А. Тепломасообмін в об'єктах альтернативної енергетики : підручник / В. А. Малярєнко, О. В. Сенєцький ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекєтова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекєтова, 2021. – 311 с.

7. Heat Transfer - Advances in Fundamentals and Applications. IntechOpen, 2023. – 198 p. DOI: 10.5772/intechopen.107587.

8. Кугаєвська Т.С. Навчальний посібник із курсу «Тепломасообмін» (Частина 1. Теплопровідність) / Т.С. Кугаєвська. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – 66 с.

9. Кугаєвська Т.С. Навчальний посібник із курсу «Тепломасообмін» (Частина 2. Конвективний теплообмін) / Т. С. Кугаєвська. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – 86 с.

10. Допоміжна

1. Incropera, Frank P. Fundamentals of heat and mass transfer / Frank P. Incropera, David P. Dewitt., Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine. — 6th ed. – USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 1000 p.

2. Василенко С. М. Основи тепломасообміну: підручник / С.М. Василенко, А.І. Українець, В.В. Олішевський. За ред. Академіка УААН І.С. Гулого. – К.: НУХТ, 2004. – 250 с.

3. Погорєлов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): навч. посіб. для вузів. 4-те видання, випр. / А.І. Погорєлов. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2006. – 144 с.

4. Драганов Б.Х. Теплотехніка: підручник / Б.Х. Драганов [та ін].– К. : ІНКОС, 2005. – 504 с.

5. Молька (Чернецька) І.В., Кугаєвська Т. С. Методика теоретичних розрахунків інтенсивності танення снігу на покрівлі. Науковий вісник будівництва. – ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – № 53. – С. 243 – 246.

6. Молька (Чернецька) І.В., Кутний Б.А. Математична модель танення снігу на покрівлі Комунальне господарство міст: наук.-техн. збірник. – Харків: ХНАМГ, 2011. – Вип. 92. – С. 50 – 55.

7. Чернецька І.В. Теплотехнічні дослідження пластинчатого теплообмінника на лабораторному стенді HERZ. / І.В. Чернецька, Д.В. Гузик, В.О. Шаповал // Тези доповідей

74-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». м. Полтава, Україна, 2022, том. 2, С. 213 – 215.

8. Кутний Б.А., Чернецька І.В. Интенсифікація масообмінних процесів при синтезі газових гідратів (Intensification of mass exchange processes in the synthesis of gas hydrates). *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 1(26-01), 2023. – С. 44-49. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-26-01-082>

9. Kutnyi Bogdan, Krot Olga, Chernetska Iryna. Intensification of Hydrate Formation by Microbubbles. In: *Problemele Energeticii Regionale*, 2024, nr. 4(64), pp. 200-213. ISSN 1857-0070. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2024.4-64.17>

19. Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Тепломасообмін»: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=433>.

2. Теплопровідність та теплопередача тіл найпростішої форми: <https://www.youtube.com/watch?v=yAC6dAlQc-c>

3. Теорія теплопровідності: навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.В. Гільчук, А.А. Халатов, Т.В. Доник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 153 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/83acae59-9dcd-4ad7-af4c-83aa3671a374/content>

4. Viswanathan G. Heat Transfer : course / IIT Bombay, NPTEL. URL: <https://nptel.ac.in/courses/103101137>

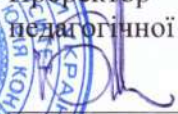
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

 Богдан КОРОБКО
«28» 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕПЛОМАСООБМІН»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки Бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Освітньої програми Теплоенергетика
(назва освітньої програми)

Спеціальності 144 Теплоенергетика
(код і назва спеціальності)

**Полтава
2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Тепломасообмін»
для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра «Теплоенергетика» 2024 р.

Розробник: Чернецька І.В., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Погоджено

Гарант освітньої програми  (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від « 28 » серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  (Голік Ю.С.)

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту нафти і газу

Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії  (Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма здобуття освіти	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична</u> <u>інженерія</u>	обов'язкова	обов'язкова
Загальна кількість годин – 90			
Модулів – 2	Спеціальність <u>144</u> Тепло-енергети ка	Рік підготовки:	
		3-й	3-й
Змістових модулів – 1		Семестр	
		5-й	5-й
		Лекції	
Індивідуальне завдання: не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	18 год	-
		Практичні заняття	
		12 год	-
		Лабораторні заняття	
		6 год	-
		Самостійна робота	
		54 год	90 год
		Індивідуальна робота:	
		0 год	0 год
		Вид контролю:	
Екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми здобуття освіти – 36/54;
для дистанційної форми здобуття освіти – 0/90.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про закони перенесення теплоти в теплотехнічному обладнанні, процеси тепло- і масообміну в теплообмінних апаратах та в будівельних конструкціях, а також алгоритми їх розрахунків.

Компетентності за ОПП:

ІК - здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає

застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 3 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 6 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК 7 – здатність працювати в команді;

ФК 3 – здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання;

ФК 8 – здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;

ФК 11 – здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі;

ФК 13 – здатність складати енергетичні баланси.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліни, які мають бути вивчені раніше: «Технічна термодинаміка і паросилові установки», «Тепломасообмін» (4 семестр)

4. Очікувані результати навчання з дисципліни:

ПР 2 – знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики;

ПР 4 – аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПР 5 – обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;

ПР 9 – вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її;

ПР 11 – мати лабораторні/технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки;

ПР 13 – розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач показують його вміння використовувати знання, які він	Високий, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.

			отримав при вивченні інших дисциплін.	
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	Д	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних задач, має пропозиції щодо напрямку їх розв'язання. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень.	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

			Володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила розв'язання практичних задач з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами.	
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни є:

- виконання завдань самостійної роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- стандартизовані тести;
- виконання практичних завдань;
- виконання завдань на лабораторному обладнанні;
- контрольна робота для студентів дистанційної форми навчання;
- підсумковий контроль у вигляді екзамену.

7. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 2

Тема 1. Теплообмін випромінюванням.

Основні поняття теплообміну випромінюванням. Основні закони теплового випромінювання.

Лабораторне заняття № 1.

Тема 2. Особливості випромінювання газів та пари.

Теплообмін випромінюванням в діатермічному середовищі. Особливості променевого теплообміну в газах. Променевий теплообмін в пучках труб.

Тема 3. Теплообмін при конденсації водяної пари на вертикальній поверхні

та поверхні горизонтальної труби.

Визначення режиму руху плівки конденсату на вертикальній поверхні теплообміну. Визначення місцевого та середнього коефіцієнтів тепловіддачі від пари, що конденсується, до вертикальної поверхні. Визначення середнього по периметру труби коефіцієнта тепловіддачі від пари, що конденсується, до зовнішньої поверхні горизонтальної труби.

Практичні заняття № 1, 2.**Лабораторне заняття №2.****Тема 4. Порядок розрахунку паро-водяного теплообмінного апарату.**

Визначення кількості теплоти, що передається від пари, яка конденсується, до поверхні теплообміну. Алгоритм визначення площі поверхні теплообміну паро-водяного теплообмінного апарату.

Практичне заняття № 3.**Тема 5. Тепло- і масообмін у двофазних середовищах.**

Молекулярна дифузія (концентраційна, термодифузія та бародифузія). Молярна дифузія. Масовіддача. Масопередача. Тепло- і масообмін у двофазних середовищах.

Тема 6. Визначення товщини теплоізоляційного шару в конструкціях, що огорожують будівлі.

Визначення товщини шару теплоізоляції конструкцій, що огорожують житлові та громадські будівлі. Особливості визначення товщини шару теплоізоляції конструкцій, що огорожують промислові будівлі.

Практичне заняття № 4.**Тема 7. Аналіз тепловологісного стану огорожувальних конструкцій.**

Алгоритм розрахунку тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. Способи покращення вологісного стану огорожувальних конструкцій.

Практичне заняття № 5.**Лабораторне заняття № 3.**

Тема 8. Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій. Розрахунок повітропроникності світлопрозорих огорожувальних конструкцій. Розрахунок повітропроникності непрозорих огорожувальних конструкцій.

Практичне заняття № 6.**Тема 9. Визначення показників теплостійкості огорожувальних конструкцій.**

Визначення теплостійкості огорожувальних конструкцій у літній період року.

8. Структура навчальної дисципліни**а) для денної форми здобуття освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд
Модуль 2					
Тема 1. Теплообмін випромінюванням	12	2		2	8
Тема 2. Особливості випромінювання газів та пари	10	2			8
Тема 3. Теплообмін при конденсації водяної пари на вертикальній поверхні та поверхні горизонтальної труби	12	2	4	2	4
Тема 4. Порядок розрахунку паро-водяного теплообмінного	16	2	2		12

апарату						
Тема 5. Тепло- і масообмін у двофазних середовищах	6	2				4
Тема 6. Визначення товщини теплоізоляційного шару в конструкціях, що огороджують будівлі.	8	2	2			4
Тема 7. Аналіз тепловологісного стану огороджувальних конструкцій	10	2	2	2		4
Тема 8. Розрахункова оцінка повітропроникності огороджувальних конструкцій	8	2	2			4
Тема 9. Визначення показників теплостійкості огороджувальних конструкцій	8	2				6
Усього годин	90	18	12	6	0	54

б) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 2						
Тема 1. Теплообмін випромінюванням	8					8
Тема 2. Особливості випромінювання газів та пари	8					8
Тема 3. Теплообмін при конденсації водяної пари на вертикальній поверхні та поверхні горизонтальної труби	6					6
Тема 4. Порядок розрахунку паро-водяного теплообмінного апарату	24					24
Тема 5. Тепло- і масообмін у двофазних середовищах.	4					4
Тема 6. Визначення товщини теплоізоляційного шару в конструкціях, що огороджують будівлі.	10					10
Тема 7. Аналіз тепловологісного стану огороджувальних конструкцій	10					10
Тема 8. Розрахункова оцінка повітропроникності огороджувальних конструкцій	10					10
Тема 9. Визначення показників теплостійкості огороджувальних конструкцій	10					10
Усього годин	90	0	0	0	0	90

9. Перелік питань для семінарських занять

№ з/п	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені	-	-

10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
2	3	4
<p>Практичне заняття 1. Розрахунок кількості теплоти, що передається від пари, яка конденсується, до вертикальної поверхні теплообміну</p> <p>1. Обчислення середнього по довжині вертикальної поверхні коефіцієнта тепловіддачі при конденсації пари.</p> <p>2. Визначення кількості теплоти, що передається від пари, яка конденсується, до вертикальної поверхні теплообміну.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 2. Розрахунок кількості теплоти, що передається від пари, яка конденсується, до зовнішньої поверхні горизонтальної труби</p> <p>1. Обчислення середнього по довжині горизонтальної труби коефіцієнта тепловіддачі при конденсації пари.</p> <p>2. Визначення кількості теплоти, що передається від пари, яка конденсується, до горизонтальної труби.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 3. Визначення площі поверхні теплообміну паро-водяного теплообмінного апарату</p> <p>Розрахунок кількості теплоти, що передається до поверхні теплообміну від пари, яка конденсується. Визначення необхідної площі теплообмінної поверхні</p>	2	0
<p>Практичне заняття 4. Визначення необхідної товщини шару теплової ізоляції</p> <p>Розрахунок необхідної товщини теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель різного призначення</p>	2	0
<p>Практичне заняття 5. Розрахункова оцінка тепловологісного стану зовнішньої стіни</p> <p>1. Обчислення розподілу температур у зовнішній стіні будинку в січні.</p> <p>2. Визначення розподілу парціального тиску насиченої водяної пари в стіні в січні.</p> <p>3. Обчислення розподілу парціального тиску водяної пари в стіні в січні.</p> <p>4. Визначення зони конденсації водяної пари в стіні.</p> <p>5. Розрахунок кількості вологи, що конденсується в стіні.</p>	2	0
<p>Практичне заняття 6. Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій</p> <p>1. Розрахунок повітропроникності зовнішньої стіни</p>	2	0

2. Розрахунок повітропроникності світлопрозорих конструкцій		
Усього	12	0

11. Перелік питань для лабораторних занять

Перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
Лабораторне заняття 1. Експериментальне визначення коефіцієнта випромінювання твердого тіла	2	0
Лабораторне заняття 2. Експериментальне визначення коефіцієнта тепловіддачі при конденсації водяної пари	2	0
Лабораторне заняття 3. Аналіз тепловологісного стану зовнішньої стіни	2	0
Усього	6	0

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних та лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до проміжного тестування;
- підготовка до контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти;
- підготовка до складання екзамену за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
1	2	3	4
	Тема 1. Теплообмін випромінюванням		
1	Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана, Закон Кірхгофа	4	4
2	Теплообмін випромінюванням в системі тіл із плоскопаралельними	4	4

	поверхнями		
	Тема 2. Особливості випромінювання газів та пари		
3	Випромінювальна та поглинальна здатність різних газів	2	2
4	Ступінь чорноти. Закон Стефана-Больцмана для газів.	2	2
5	Оптична товщина газового шару. Спектральний коефіцієнт поглинання газів. Номограми газів	2	2
6	Складний теплообмін для газу між стінками	2	2
1	2	3	4
	Тема 3. Теплообмін при конденсації водяної пари на вертикальній поверхні та поверхні горизонтальної труби		
7	Визначення густини теплового потоку при конденсації водяної пари	4	6
	Тема 4. Порядок розрахунку паро-водяного теплообмінного апарату		
8	Алгоритм розрахунку площі поверхні теплообміну паро-водяного тепло-обмінного апарату	12	24
	Тема 5. Тепло- і масообмін у двофазних середовищах		
9	Тепло- і масообмін у двофазних середовищах	4	4
	Тема 6. Визначення товщини теплоізоляційного шару в конструкціях, що огороджують будівлі.		
10	Визначення товщини шару теплоізоляції конструкцій, що огороджують житлові, громадські та промислові будівлі	4	10
	Тема 7. Аналіз тепловологісного стану огороджувальних конструкцій		
11	Алгоритм визначення кількості вологи, накопиченої в конструкції за розрахунковий період	4	10
	Тема 8. Розрахункова оцінка повітропроникності огороджувальних конструкцій		
12	Визначення повітропроникності світлопрозорих і непрозорих огороджувальних конструкцій	4	10
	Тема 9. Визначення показників теплостійкості огороджувальних конструкцій		
13	Алгоритм визначення теплостійкості зовнішніх огороджувальних конструкцій в літній період року	6	10
	Усього	54	90

13. Індивідуальні завдання

Не передбачено планом.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. Широко використовується метод активізації мислення студентів, наприклад метод "мозкового штурму".

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація, робота із приладами та стендовим обладнанням.

На практичних та лабораторних заняттях застосовуються додатково методи дискусії та роботи в команді, які дозволяють формувати soft skills.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, тестування. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів доводиться до їхнього відома на першому практичному занятті. Міжсесійний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування), проводиться за рахунок аудиторних занять. Для дистанційної форми здобуття освіти передбачено виконання контрольної роботи.

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

а) денна форма здобуття освіти
Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни «Тепломасообмін»
за видами робіт
Модуль 2

	Перелік тем								
	Т е м а 1	Т е м а 2	Т е м а 3	Т е м а 4	Т е м а 5	Т е м а 6	Т е м а 7	Т е м а 8	Т е м а 9
	Практичні заняття								
			1	2	3		4	5	6
Виконання практичних завдань			2	2	2		2	2	2
	Лабораторні заняття								
	1		2				3		
Виконання лабораторних завдань	4		4				4		
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Тестування	2		2			2		2	
Всього за темами	8	2	12	4	2	6	8	6	2
Екзамен	50								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

*В Таблицях вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

б) дистанційна форма здобуття освіти
Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни «Тепломасообмін»
за видами робіт

Модуль 2

	Перелік тем								
	Т е м а 1	Т е м а 2	Т е м а 3	Т е м а 4	Т е м а 5	Т е м а 6	Т е м а 7	Т е м а 8	Т е м а 9
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Виконання контрольної роботи	32								
Екзамен	50								
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100								

*В Таблицях вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, у яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних занять

Бали	Критерії оцінювання
4	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, у яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
2	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи (дистанційна форма здобуття освіти)

Бали	Критерії оцінювання
26-32	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
19-25	Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
10-18	Виконання завдань індивідуальної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0-9	Завдання індивідуальної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.

0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.
---	--

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 20 = 2$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання екзамену**

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
Тестування	0-50	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 50 = 50$), правильність відповідей перевіряється автоматично системою Moodle.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді екзамену в 5-му семестрі 50 балів відведено на поточний контроль і 50 балів – на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль.

Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином: робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять); самостійна робота:

– до 50 балів (при підсумковому контролі у вигляді екзамену).

Присутність на лекціях, лабораторних і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене практичне та лабораторне заняття мають бути відпрацьовані впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни, допускається до підсумкового контролю за умови отримання достатньої рейтингової оцінки :

– не менше 25 балів у випадку екзамену, допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен, який здійснюються відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Чернецька І.В. Конспект лекцій з дисципліни «Тепломасообмін» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 50 с.
2. Чернецька І.В. Методичні вказівки до практичних занять із дисципліни «Тепломасообмін» (частина 2) для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2025. – 40 с.
3. Чернецька І.В. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Тепломасообмін» для студентів спеціальності 144 – теплоенергетика, 2025. – 7 с.
4. Чернецька І.В., Кутний Б.А, Гузик Д.В. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Тепломасообмін». для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 – теплоенергетика. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». – 30 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Тепломасообмін : навчальний посібник / С. С. Мелейчук, В. М. Арсеньєв, О. В. Івченко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 176 с.
2. Лабай В.Й. Тепломасообмінні процеси в системах ТГВ: підручник. Львівська політехніка, 2021. – 340 с.
3. Тепломасообмін. Частина I : навчальний посібник / О. Ю. Співак, Н. В. Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 113 с.
4. Ємець В. В. Термодинаміка і теплообмін. Частина II. Основи теорії теплообміну : навч. посіб. / В. В. Ємець, О. В. Павленко ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуцьк. льотний коледж. – Харків : ХНУВС, 2023. – 98 с.
5. Омельченко О.В. Тепломасообмін: навч. посіб. / О.В. Омельченко, Л.О. Цвіркун. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. – 100 с.
6. Маляренко В. А. Тепломасообмін в об'єктах альтернативної енергетики : підручник / В. А. Маляренко, О. В. Сенецький ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 311 с.
7. Heat Transfer - Advances in Fundamentals and Applications. IntechOpen, 2023. – 198 p. DOI: 10.5772/intechopen.107587.

Допоміжна

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 36 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013. Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 13 с.
4. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 50 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

6. Василенко С. М. Основи тепломасообміну: підручник / С.М. Василенко, А.І. Українець, В.В. Олішевський. За ред. Академіка УААН І.С. Гулого. – К.: НУХТ, 2004. – 250 с.
7. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): навч. посіб. для вузів. 4-те видання, випр. / А.І. Погорелов. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2006. – 144 с.
8. Драганов Б.Х. Теплотехніка: підручник / Б.Х. Драганов [та ін].– К. : ІНКОС, 2005. – 504 с.
9. Філоненко О.І. Будівельна теплофізика огорожувальних конструкцій будівель: навчальний посібник / О.І. Філоненко, О.І. Юрін. – Полтава : ПолтНТУ, 2015. – 328 с.
10. Філоненко О.І., Юрін О. І., Семко О.В., Магас Н.М. Лінійні теплопровідні включення в будівельних конструкціях Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. – 175 с.
11. Incropera, Frank P. Fundamentals of heat and mass transfer / Frank P. Incropera, David P. Dewitt., Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine. — 6th ed. – USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 1000 p.
12. Кутний Б.А., Чернецька І.В. Інтенсифікація масообмінних процесів при синтезі газових гідратів (Intensification of mass exchange processes in the synthesis of gas hydrates). *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 1(26-01), 2023. – С. 44–49. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-26-01-082>
13. Kutnyi Bogdan, Krot Olga, Chernetska Iryna. Intensification of Hydrate Formation by Microbubbles. In: *Problemele Energeticii Regionale*, 2024, nr. 4(64), pp. 200-213. ISSN 1857-0070. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2024.4-64.17>
14. Vashchyshak, I., Tsykh, V., Chernetska, I., Dotsenko, Y. (2025). Improving the Energy Inspection Methodology of the Underground Heating Networks. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) *Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 712. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8_25
15. Yurii Holik; Olga Krot; Iryna Chernetska; Iuliia Chepurko; Tetiana Serha. Comprehensive assessment of the energy potential of biomass and municipal wastes in the Poltava region: ENERGY SYSTEMS AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (ESAES2024). - AIP Conf. Proc. 5 June 2025; 3238 (1): 070002. <https://doi.org/10.1063/5.0248956>

19. Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Тепломасообмін»: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=433>.
2. Viswanathan G. Heat Transfer : course / IIT Bombay, NPTEL. URL: <https://nptel.ac.in/courses/103101137>