

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

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



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної роботи

Богдан КОРОБКО

29 » 09 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ЇХ ОБЛАДНАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	<u>Бакалавр</u> (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	<u>Теплоенергетика</u> (назва освітньої програми)
Спеціальності	<u>144 – Теплоенергетика</u> (код і назва спеціальності)

Полтава  
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів спеціальності 144 - Теплоенергетика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Складена відповідно до освітньої-професійної програми «Теплоенергетика» 2024р.

Розробники: Кутний Б.А., професор кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, доктор технічних наук, доцент.

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної 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 інституту

Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії інституту \_\_\_\_\_

( Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

© Кутний Б.А., 2025 рік  
© Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», 2025 рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма здобуття освіти	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>14 – електрична інженерія</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
Загальна кількість годин – 150			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 – «Теплоенергетика»</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 1		4-й	4-й
		<b>Семестр</b>	
Індивідуальне завдання: курсова робота «Теплопостачання мікрорайону міста»	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	<b>Лекції</b>	
		24 год	0
		<b>Практичні заняття</b>	
		18 год.	0
		<b>Лабораторні заняття</b>	
		10 год	0
		<b>Самостійна робота</b>	
		58 год.	110
		<b>Індивідуальна робота, год</b>	
		40	40
<b>Вид контролю</b>			
екзамен			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми здобуття освіти – 52/98.

для дистанційної форми здобуття освіти – 0/150.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** викладання навчальної дисципліни «Теплові мережі та їх обладнання» є отримання студентами знань в проектуванні і надійній експлуатації джерел та систем теплопостачання, ознайомлення з їх тепловими схемами, методами регулювання відпуску теплової енергії споживачам. Значна увага при вивченні курсу приділяється методам регулювання систем теплопостачання, конструктивним елементам теплових мереж, гідравлічним режимам при експлуатації теплових мереж та іншим питанням, які пов'язані з нормальною роботою систем теплопостачання.

### Компетентності за ОПП:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.
- Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- Здатність виконувати теплотехнічні, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки теплоенергетичного обладнання з врахуванням факторів техногенного впливу на навколишнє середовище та застосування методів захисту довкілля.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення навчальної дисципліни є попередньо опановані дисципліни першого (бакалаврського) рівня.

## 4. Очікувані результати навчання з дисципліни

### Програмні результати навчання за ОПП:

- Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.
- Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
- Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

### 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.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90- 100	А	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	<b>Високий</b> , 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, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	<b>Достатній</b> , 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, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних /типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	<b>Достатній</b> , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни

64-73	D	<b>Задовільно</b>	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. 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.	<b>Середній</b> , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни
60-63	E	<b>Достатньо</b>	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. Володіє основними положеннями, на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	<b>Середній</b> , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни
35-59	FX	<b>Незадовільно</b> 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 відсутня.	<b>Низький</b> , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни
0-34	F	<b>Незадовільно</b> 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.	<b>Незадовільний</b> , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює програма навчальної дисципліни

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; усне опитування, виконання курсової роботи; презентація результатів виконаних практичних завдань,

виконання завдань на лабораторному обладнанні, контрольна робота для дистанційної форми здобуття освіти.

## **7. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Теплові мережі та їх обладнання.**

#### **Тема 1. Схеми теплопостачання.**

Схеми систем теплопостачання. Схема районного теплопостачання, схема теплофікації. Основні елементи системи теплопостачання та їх призначення.

Лабораторне заняття № 1

#### **Тема 2. Економічна ефективність теплопостачання.**

Економічна ефективність централізованого і децентралізованого теплопостачання. Економічна та екологічна ефективність. Економічна ефективність теплофікації.

Практичне заняття № 1

#### **Тема 3. Підключення споживачів до теплових мереж.**

Схеми підключення споживачів до теплових мереж, підключення систем опалення, підключення калориферних установок та технологічних апаратів до теплових мереж.

Лабораторне заняття № 2

#### **Тема 4. Розрахункові витрати теплоти.**

Визначення розрахункових втрат теплоти для цілей теплопостачання. Визначення розрахункових втрат теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання для окремих кварталів при відомій та невідомій забудові. Визначення втрат теплоти для технологічних потреб.

Практичне заняття № 2

#### **Тема 5. Системи гарячого водопостачання.**

Схеми систем гарячого водопостачання. Характеристика основного обладнання. Добові та часові норми споживання води на потреби гарячого водопостачання. Коефіцієнт добової та часової нерівномірності.

Лабораторне заняття № 3

#### **Тема 6. Подаючий трубопровід системи гарячого водопостачання.**

Визначення розрахункових секундних витрат води на потреби гарячого водопостачання. Гідравлічний розрахунок трубопроводів для подачі води на комунально-побутові потреби.

Практичне заняття № 3

#### **Тема 7. Циркуляційний режим СГВ.**

Циркуляційний режим роботи систем гарячого водопостачання. Потреби води при циркуляційному режимі. Гідравлічний розрахунок циркуляційного режиму.

Практичне заняття № 4

#### **Тема 8. Графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання.**

Часовий та інтегральний графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання. Визначення необхідної теплової потужності теплообмінника та об'єму бака-акумулятора.

Практичне заняття № 5

#### **Тема 9. Обладнання теплового пункту.**

Розрахунок обладнання теплового пункту. Розрахунок теплообмінників та баків акумуляторів. Підбір підвищувальних та циркуляційних насосів.

Практичне заняття № 6    Лабораторне заняття № 4

#### **Тема 10. Графіки споживання теплоти.**

Графіки споживання теплоти на протязі року. Графік споживання теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання. Загальний графік споживання теплоти. Графік Росандера. Витрати теплоти на протязі року.  
Практичне заняття № 7

**Тема 11.** Опалювальний графік.

Регулювання теплових мереж. Кількісне та якісне регулювання. Регулювання централізоване, групове та індивідуальне. Виведення формул для побудови опалювального графіка температур теплоносія.  
Практичне заняття № 8

**Тема 12.** Підвищений графік. Розрахункові витрати теплоносія.

Регулювання закритої теплової мережі по підвищеному графіку температур теплоносія. Виведення формул для побудови підвищеного графіка температур теплоносія. Регулювання відкритої теплової мережі по скоригованому графіку. Визначення розрахункових витрат теплоносія для закритої теплової мережі. Розрахункові витрати теплоносія на опалення будинків, на вентиляцію, на гаряче водопостачання при паралельній схемі підключення теплообмінників, при двоступеневій змішаній схемі, чи при двоступеневій послідовній схемі.  
Практичне заняття № 9      Лабораторне заняття № 5

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	с.р.
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1. Теплові мережі та їх обладнання</b>						
Тема 1. Схеми теплопостачання.	8	2		2		4
Тема 2. Економічна ефективність теплопостачання.	8	2	2			4
Тема 3. Підключення споживачів до теплових мереж.	9	2		2		5
Тема 4. Розрахункові витрати теплоти.	9	2	2			5
Тема 5. Системи гарячого водопостачання.	9	2		2		5
Тема 6. Подаючий трубопровід системи гарячого водопостачання.	9	2	2			5
Тема 7. Циркуляційний режим СГВ.	9	2	2			5
Тема 8. Графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання.	9	2	2			5
Тема 9. Обладнання теплового пункту.	11	2	2	2		5
Тема 10. Графіки споживання теплоти.	9	2	2			5
Тема 11. Опалювальний графік.	9	2	2			5
Тема 12. Підвищений графік. Розрахункові витрати теплоносія	11	2	2	2		5
Курсова робота	40				40	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>58</b>

**б) для дистанційної форми здобуття освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин		
	усього	у тому числі	

		л	п	ла б	інд	с.р.	
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	
<b>Змістовий модуль 1. Теплові мережі та їх обладнання</b>							
Тема 1. Схеми теплопостачання.	9					9	
Тема 2. Економічна ефективність теплопостачання.	9					9	
Тема 3. Підключення споживачів до теплових мереж.	9					9	
Тема 4. Розрахункові витрати теплоти.	14					14	
Тема 5. Системи гарячого водопостачання.	14					14	
Тема 6. Подаючий трубопровід системи гарячого водопостачання.	14					14	
Тема 7. Циркуляційний режим СГВ.	14					14	
Тема 8. Графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання.	14					14	
Тема 9. Обладнання теплового пункту.	14					14	
Тема 10. Графіки споживання теплоти.	14					14	
Тема 11. Опалювальний графік.	15					15	
Тема 12. Підвищений графік. Розрахункові витрати теплоносія	10					10	
Курсова робота	40				40		
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>150</b>	-	-	-	<b>40</b>	<b>110</b>	

### 9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

### 10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
<b>Змістовий модуль 1 Теплові мережі та їх обладнання</b>			
1	<b>Практичне заняття 1. Економічна ефективність теплопостачання.</b> 1. Розрахунок витрат палива при централізованому та децентралізованому теплопостачанні.	2	-
2	<b>Практичне заняття 2. Розрахунок витрат теплоти.</b> 1. Розрахунок витрат теплоти для опалення будинків, систем вентиляції, систем гарячого водопостачання та технологічних потреб.	2	-
3	<b>Практичне заняття 3. Теплове навантаження на гаряче водопостачання.</b> 1. Конструювання систем гарячого водопостачання. 2. Визначення секундних витрат води для потреб гарячого водопостачання.	2	-
4	<b>Практичне заняття 4. Гідравлічний розрахунок</b>	2	-

	1. Гідравлічний розрахунок режиму максимального споживання води в системі гарячого водопостачання.		
5	Практичне заняття 5. <b>Циркуляційний режим системи гарячого водопостачання.</b> 1. Визначення циркуляційних витрат води.	2	-
6	Практичне заняття 6. <b>Циркуляційний режим системи гарячого водопостачання.</b> 1. Гідравлічний розрахунок циркуляційного режиму системи гарячого водопостачання.	2	-
7	Практичне заняття 7. <b>Циркуляційний режим системи гарячого водопостачання.</b> 1. Підбір теплообмінників та насосів	2	-
8	Практичне заняття 8. <b>Регулювання в системах тепlopостачання</b> 1. Побудова графіків відпуску теплоти. 2. Графік теплоти на опалення будинків, на вентиляцію, на гаряче водопостачання.	2	-
9	Практичне заняття 9. <b>Регулювання в системах тепlopостачання</b> 1. Графік споживання теплоти протягом року.	2	-
	<b>Усього</b>	<b>18</b>	<b>0</b>

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
<b>Змістовий модуль 1 Теплові мережі та їх обладнання</b>			
1	Лабораторне заняття 1. <b>Конструктивні особливості теплових вузлів.</b> Екскурсія. Ескізування обладнання індивідуального теплового вузла.	2	-
2	Лабораторне заняття 2. <b>Підключення споживачів до теплових мереж.</b> Екскурсія. Ескізування обладнання автоматизованого теплового вузла.	2	-
3	Лабораторне заняття 3. <b>Підключення споживачів до твердопаливних котлів.</b> Ескізування схеми приєднання системи опалення та гарячого водопостачання до твердопаливного котла.	2	-
4	Лабораторне заняття 4. <b>Приєднання систем гарячого водопостачання.</b> Екскурсія. Ескізування приєднання систем ГВ до водяних теплових мереж.	2	-
5	Лабораторне заняття 5. <b>Дослідження роботи теплообмінника.</b> Визначення коефіцієнта теплопередачі теплообмінника гарячого водопостачання.	2	-
	<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

## 12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та 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 виконання контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до виконання курсової роботи;
- підготовка до екзамену.

### Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
<b>Змістовий модуль 1 Теплові мережі та їх обладнання</b>			
	<b>Тема 1. Схеми теплопостачання.</b>		
1	Схема теплофікації.	2	4
2	Схема когенерації.	2	5
	<b>Тема 2. Економічна ефективність теплопостачання.</b>		
3	Призначення та класифікація джерел теплопостачання.	1	3
4	Промислові джерела теплопостачання.	2	3
5	Теплофікаційне обладнання ТЕЦ.	1	3
	<b>Тема 3. Підключення споживачів до теплових мереж.</b>		
6	Основні характеристики систем опалення.	1	3
7	Основні характеристики систем вентиляції.	2	3
8	Основні характеристики систем гарячого водопостачання.	2	3
	<b>Тема 4. Розрахункові витрати теплоти.</b>		
9	Схеми підключення систем опалення до теплової мережі. Схеми приєднання систем вентиляції до теплової мережі.	5	14
	<b>Тема 5. Системи гарячого водопостачання.</b>		
10	Загальна характеристика, переваги та недоліки централізованих та децентралізованих СГВ.	5	14
	<b>Тема 6. Подаючий трубопровід системи гарячого водопостачання.</b>		
11	Конструкції подаючих трубопроводів СГВ.	5	14
	<b>Тема 7. Циркуляційний режим СГВ.</b>		
12	Визначення циркуляційних витрат.	3	9
13	Гідравлічний розрахунок циркуляційного режиму.	2	5
	<b>Тема 8. Графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання.</b>		
14	Добовий, тижневий та сезонний графіки витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання.	5	14
	<b>Тема 9. Обладнання теплового пункту.</b>		
15	Схеми теплових пунктів.	1	3

16	Схеми приєднання гарячого водопостачання до теплової мережі.	1	3
17	Визначення об'єму бака-акумулятора закритого типу. Визначення об'єму бака-акумулятора відкритого типу.	1	3
18	Розрахунок підігрівачів гарячого водопостачання.	2	4
	<b>Тема 10. Графіки споживання теплоти.</b>		
19	Режим регулювання теплових мереж. Розрахунок витрат теплоносія для відкритої теплової мережі.	5	14
	<b>Тема 11. Опалювальний графік.</b>		
20	Опалювальний графік температур теплоносія.	5	15
	<b>Тема 12. Підвищений графік. Розрахункові витрати теплоносія</b>		
21	Підвищений графік температур теплоносія.	2	5
22	Витрати теплоносія для різних схем теплових пунктів.	3	5
	<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>58</b>	<b>110</b>
	Разом	<b>58</b>	<b>110</b>

### 13. Індивідуальні завдання

Для денної та дистанційної форм здобуття освіти навчальним планом передбачено виконання курсової роботи на тему «Теплопостачання мікрорайону міста», 40 годин. Обсяг роботи 35-40 листів пояснювальної записки формату А4 та 1 лист креслень формату А1.

Методичні вказівки:

Кутний Б.А. Методичні вказівки до курсової роботи з курсу «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.– 29 с.

### 14. Методи навчання

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

Словесні і наочні методи навчання використовуються під час лекцій та інструктажів, практичні – при проведенні лабораторних та практичних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація.

Перед проведенням практичних та лабораторних занять викладачами проводиться вступний інструктаж. Під час проведення практичних занять студенти вирішують задачі. Під час лабораторних робіт (ауд. 104ц, 105ц, теплові вузли Спортивного корпусу, Центрального корпусу) виконується ескізування об'єктів, вимірювання теплотехнічних параметрів та розрахунок теплотехнічних характеристик.

**Методи навчання, які дозволяють формувати soft skills:** робота в команді, робота в малих групах на лабораторних заняттях, дискусії на практичних заняттях, тощо.

### 15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті.

Підсумковий контроль – екзамен, проводиться в формі тестування або усно.

### 16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів\* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Теплові мережі та їх обладнання» за видами робіт

Види робіт/контролю	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
	Практичне заняття											
		1		2		3	4	5	6	7	8	9
	Лабораторне заняття											
Опитування	2		2		2				2			2
Виконання практичних завдань		2		2		2	2	2	2	2	2	2
Виконання лабораторних завдань	2		2		2				2			2
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Всього за темами</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>											
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>											
<b>Курсова робота</b>	<b>100</b>											

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

Схема нарахування балів\* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Теплотехнічні процеси та установки» за видами робіт

Види робіт/контролю	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 контрольної роботи	19						19					
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>											
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>											
<b>Курсова робота</b>	<b>100</b>											

### Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали	Критерії оцінювання
2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.

0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
---	---

### Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання практичної 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
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в 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 контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти

Бали	Критерії оцінювання
16-19	Виконання завдань контрольної 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.
11-15	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.
6-10	Виконання завдань контрольної 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.
0-5	Завдання контрольної 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
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 знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. 2 Теоре-	12-15	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних

тичні питання. (макс. по 15 балів)		програмних результатів навчання.
	8-11	Питання розкриті, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	4-7	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-3	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
2. Практичне завдання	16-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	11-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено 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.
	6-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

### Шкала і критерії оцінювання результатів виконання та захисту за курсову роботу

Виконання		Захист
змістової частини	оформлення	
0-50	0-10	0-40

Захист курсової роботи є *обов'язковим*.

За умови відсутності хоча б однієї частини чи інших складових елементів, передбачених методичними рекомендаціями, курсова робота *до захисту не допускається*.

Змістова частина	
<b>23-30</b>	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Чітко обґрунтований вибір об'єкту, предмету дослідження, актуальність теми, чітко визначена мета та описані методи дослідження. В роботі здійснений глибокий та ґрунтовний аналіз проблеми, яка досліджується, використані сучасні вітчизняні та закордонні джерела літератури, наведені результати власного дослідження, проведеного на високому рівні, отримані результати обґрунтовані, поставлені в роботі завдання досягнуті повністю. Робота містить обґрунтовані висновки, які чітко корелюються з поставленими завданнями, надані переконливі рекомендації.
<b>16-22</b>	Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Обґрунтований вибір об'єкту, предмету, актуальність теми, визначена мета та описані методи дослідження; поставлені завдання виконані повністю, тема роботи розкрита, аналіз стану проблеми здійснено на середньому рівні, в основному з використанням

	вітчизняних джерел літератури; наведені результати власного дослідження, які проведені на середньому рівні; отримані результати, зроблені висновки та рекомендації обґрунтовані, але не повною мірою або непереконливо, простежується нечіткість відповідності висновків поставленим завданням та проведеним дослідженням.
<b>8-15</b>	Робота виконана в цілому з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Обґрунтування вибору об'єкту, предмету, актуальності теми здійснено недостатньо, формально, поставлені завдання в переважній більшості виконані, тема роботи розкрита на достатньому рівні, але спостерігаються недоліки змістового характеру; аналіз стану проблеми проведено поверхнево, з використанням лише вітчизняних джерел літератури, без опрацювання або з незначним опрацюванням сучасних джерел. Мета роботи сформульована нечітко; наведені результати власного дослідження містять неглибоке обґрунтування або не обґрунтовані; висновки правильні, але не повні або не повною мірою забезпечується їх відповідність поставленим завданням та/або проведеним дослідженням, рекомендації в переважній більшості непереконливі.
<b>0-7</b>	Робота не відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Тема роботи не розкрита, об'єкт, предмет, методи дослідження не визначені, актуальність теми не аргументована або аргументація є суттєво недостатньою. Розділи в теоретичній частині не пов'язані між собою або порушена логічна послідовність викладення матеріалу, відсутній огляд сучасних джерел літератури, аналіз визначеної проблеми не проведений або виконаний із суттєвими помилками, поверхнево; практична частина роботи не містить власних досліджень або вони є неактуальними, не відповідають поставленим у роботі завданням. Висновки та пропозиції не відповідають темі роботи та поставленим завданням чи проведеному дослідженню та/або сучасним вимогам, та/або відсутні, частково відсутні, помилково визначені, не корелюють між собою.
<b>Оформлення</b>	
<b>8-10</b>	Матеріал структурований, повністю відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю та з високою наочністю розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>5-7</b>	Матеріал структурований, відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло, але текст містить стилістичні помилки та/або незначні невідповідності вимогам. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю, але з недостатньою наочністю та/або точністю розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>3-4</b>	Матеріал структурований, в цілому відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт в частині оформлення, однак викладений не стисло, не чітко, текст містить граматичні та/або стилістичні помилки. Ілюстративний матеріал не повністю та/або недостатньо наочно розкриває та доповнює зміст роботи.
<b>0-2</b>	Структура та оформлення роботи в цілому не відповідають вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт. Матеріал викладено нечітко, не стисло, текст містить значну кількість граматичних та/або стилістичних помилок. Ілюстративний матеріал не сприяє розкриттю та доповненню змісту роботи.
<b>Захист</b>	
<b>31-40</b>	Здобувач під час захисту демонструє вміння застосовувати глибокі теоретичні

	знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи та дає правильні, змістовні, розгорнуті, логічно побудовані відповіді на питання; вільно, на високому рівні обґрунтовує рішення поставлених у роботі завдань; повністю та глибоко володіє матеріалом. Відповіді можуть містити незначні неточності, які здобувач зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Високий рівень якості доповіді: доповідь логічна, послідовна, змістовна. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які розкривають сутність роботи, здобувач вміло оперує ними.
<b>21-30</b>	Здобувач під час захисту в цілому демонструє вміння застосовувати теоретичні знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи, володіє матеріалом та обґрунтовує рішення поставлених у роботі завдань на середньому рівні. Відповіді на питання повні, логічні, але містять незначні неточності, які здобувач не зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді середній: доповідь логічна, послідовна, змістовна, з незначними неточностями. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які в цілому розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними на середньому рівні.
<b>11-20</b>	Здобувач під час захисту володіє змістом роботи та обґрунтовує запропоновані рішення поставлених у роботі завдань на достатньому рівні, доповідь прочитана за текстом. Відповіді на запитання нечіткі, неповні, порушена логічність їх викладення, містять помилки та неточності, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді достатній: доповідь в цілому логічна, послідовна, однак не повною мірою розкриває зміст роботи, містить неточності та/або помилки. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які недостатньо повно розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними невпевнено, але на достатньому рівні.
<b>0-10</b>	Здобувач під час захисту не володіє або частково, на низькому рівні володіє змістом роботи, не демонструє здатність обґрунтувати рішення поставлених у роботі завдань; доповідь прочитана за текстом, викладена нечітко та невпевнено. Відповіді на запитання відсутні, фрагментарні або із суттєвими помилками, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді низький: у доповіді порушена логічна послідовність викладення основних положень дослідження, не розкривається зміст роботи, доповідь містить суттєві помилки. Захист супроводжується наочними матеріалами, які не розкривають зміст роботи, здобувач ними не оперує, або необхідні наочні матеріали відсутні.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену, курсової роботи
90 – 100	<b>A</b> – відмінно	5- відмінно
82-89	<b>B</b> – дуже добре	4- добре
74-81	<b>C</b> – добре	
64-73	<b>D</b> – задовільно	3- задовільно
60-63	<b>E</b> – достатньо	
35-59	<b>FX</b> – незадовільно з можливістю повторного складання	2- не задовільно
0-34	<b>F</b> – 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 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий.

**1. Поточний контроль.** Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином:

- для денної форми здобуття освіти – результати опитування, 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), виконання завдань самостійної роботи та тестування – до 50 балів.

- для дистанційної форми здобуття освіти – виконання контрольних робіт, завдань самостійної роботи – до 50 балів.

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

**2. Індивідуальне завдання:** курсова робота – до 100 балів.

**3. Підсумковий контроль:**

Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

### 17. Методичне забезпечення

1. Кутний Б.А. Курс лекцій з дисципліни «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.– 54 с.
2. Кутний Б.А. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024. – 17 с.
3. Кутний Б.А. Методичні вказівки до курсової роботи з курсу «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024. – 29 с.
4. Кутний Б.А. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Теплові мережі та їх обладнання» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.– 10 с.

### 18. Рекомендована література

#### Базова

1. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зі Зміною № 1: - Київ: Мінрегіонбуд Україна, 2009. – 56 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – 127 с.
3. Панкевич, О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О. В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85 с. ISBN 978-966-641-842-8.
4. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Тепломасообмін : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. 100 с.
5. Alastair Brown Heating and cooling networks: A comprehensive review of modelling approaches to map future directions/ Alastair Brown, Aoife Foley, David Laverty, Seán McLoone, Patrick Keatley//Energy, Part B, 2022. –261p. ISSN 0360-5442

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125060>.

6. John H. Lienhard V, John H. Lienhard IV A Heat Transfer Textbook / Massachusetts Institute of Technology University of Houston 2024. –847p. <https://ahtt.mit.edu/wp-content/uploads/2024/04/АНТТv600.pdf>
7. Г.І. Позднякова, О.І. Сігал, Д.Ю. Падерно Теплопостачання міста Одеси/ Київ: Наукова думка, 2024. -220 с.

#### Допоміжна

1. Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина І “Теплові мережі та споруди”). Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007, – 244 с.
2. Кравченко В. С., Саблій Л. А. Гаряче водопостачання будівель: Навч. Посібник. – Рівне: Рівненський державний технічний університет, 1999. -74с.
3. В.А. Kutniy Calculation of phase change heat accumulator in complex of energy efficient ventilation system/ В.А. Kutniy, В.В. Novakh //Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering 2019. P.191-196.
4. Кутний Б.А. Порівняння ефективності застосування фотоелектричних панелей та геліоколекторів для теплопостачання індивідуального будинку / Кутний Б.А., Чернецька І.В., Шнейдер С.В. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки Том 35 (74) № 1 Частина 2. – 2024. – С.45-49.
5. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти/ Текст лекцій для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»/ Київ: НТУУ «КПІ» 2016. – 256 с.
6. Ковальчук В.А., Мацнева Т.С. Теплопостачання: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
7. Ткаченко С.Й., Чепурний М.М., Степанов Д.В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 140 с.
8. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230 с.
9. Курс лекцій з дисципліни «Інженерні мережі та споруди» (для студентів напрямку 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ) / Уклад.: Н. Ю. Кіс. – Ужгород: УжНУ, - 2024 – 84 с.

#### 19. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle <https://dist.nupr.edu.ua/course/view.php?id=2884>
2. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти. Текст лекцій. <https://core.ac.uk/download/pdf/47211999.pdf>
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. <https://finance.smr.gov.ua/files/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf>
4. Курс неформальної освіти: <https://www.udemy.com/topic/piping/>