

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Т.в.о. проректора з науково-педагогічної  
та навчальної роботи

\_\_\_\_\_ О.С. Максименко  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ**  
(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**  
(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**  
(код і назва спеціальності)

Полтава  
2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові мережі» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика.

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.

Розробник: **Череднікова О.В.**, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Погоджено

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ (Голік Ю.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

**Протокол від «28» серпня 2020 року № 1**

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту

**Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року № 1**

Голова навчально-методичної ради \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ )

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	обов'язкова
Загальна кількість годин – 120		
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b> 4-й
Змістових модулів – 2		<b>Семестр</b> 8-й
Індивідуальне завдання:  Курсовий проект «Теплопостачання житлового району міста»	Ступінь вищої освіти  <u>бакалавр</u>	<b>Лекції</b> 22 год.
		<b>Практичні</b> 16 год.
		<b>Лабораторні</b> 10 год.
		<b>Самостійна робота</b> 36 год.
		<b>Індивідуальна робота:</b> 36 год.
		<b>Вид контролю:</b> екзамен

#### Примітка:

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

для денної форми навчання – 48/72.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** формування у студентів знань про методи розрахунку та проектування систем теплопостачання, про методи регулювання систем теплопостачання, конструктивні елементи теплових мереж, гідравлічні режими при експлуатації теплових мереж та інші питання, які пов'язані з нормальною роботою систем теплопостачання.

### Компетентності за ОПІ:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК3);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- здатність працювати в команді (ЗК7);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК9);
- здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі (СК1);
- здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем (СК2);
- здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання (СК3);
- здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі (СК4);
- здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі (СК8);
- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми (СК9).

### Програмні результати навчання за ОПІ:

- знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (РН1);
- 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 (РН2);
- аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики (РН4);
- виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних обмежень (РН6);
- вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її (РН9);
- знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики (РН10);
- 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 (РН11);
- розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії (РН12);
- розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження (РН13);
- мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації (РН14);
- розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів (РН15).

### 3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Вища математика», «Фізика», «Гідрогазодинаміка» та «Теплофізика».

### 4. Очікувані результати навчання з дисципліни

**Завдання дисципліни:** навчити студентів основним методам розрахунку та виробити у студентів практичні навички для проектування та експлуатації централізованих систем теплопостачання.

- У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні конструктивні елементи системи теплопостачання;
- способи регулювання відпуску теплоти;
- конструктивні елементи теплових мереж та їх призначення;
- методи розрахунку гідравлічного режиму теплових мереж;
- методи розрахунку теплових навантажень споживачів теплових мереж;
- методи розрахунку конструктивних елементів систем теплопостачання і теплових мереж.

**вміти:**

- виконати розрахунки та запроектувати систему теплопостачання, зокрема теплові мережі, або тепловий пункт;
- розрахувати і розробити графіки для регулювання систем теплопостачання;
- робити розрахунки конструктивних елементів теплових мереж.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

**Мінімальний поріг рівень оцінювання результатів навчання:**

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	E	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, 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.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; стандартизовані тести; курсова робота, презентація результатів виконаних практичних завдань.

### 7. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ**

**Тема 1. Розрахункові витрати теплоти.**

Визначення розрахункових витрат теплоти на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

*Практичні заняття № 1- 3.*

### **Тема 2. Визначення схеми прокладки теплової мережі.**

Визначення схеми прокладки теплової мережі, розміщення нерухомих опор та компенсаторів, теплових камер та ділянок самокомпенсації.

*Практичне заняття № 4.*

### **Тема 3. Послідовність гідравлічного розрахунку.**

Визначення витрат теплоносія та втрат тиску. Розрахунок трубопроводів теплової мережі. Визначення оптимального градієнту тиску.

*Практичні заняття № 5-6.*

*Лабораторні заняття № 1, 2.*

### **Тема 4. Побудова п'єзометричного графіка.**

Побудова п'єзометричного графіку для динамічного та статичного режимів роботи теплової мережі.

*Практичне заняття № 7.*

*Лабораторні заняття № 3, 4.*

### **Тема 5. Циркуляційні та підживлюючі насоси.**

Визначення тиску циркуляційних та підживлюючих насосів на основі п'єзометричного графіка. Нейтральна точка в тепловій мережі. Вплив роботи насосів на п'єзометричний графік. Характеристики сучасних циркуляційних та підживлюючих насосів.

### **Тема 6. Теплова ізоляція теплових мереж.**

Матеріали. Визначення термічного опору та товщин ізоляційних конструкцій. Визначення температури в різних точках температурного поля.

*Практичне заняття № 8.*

*Лабораторне заняття № 5.*

### **Тема 7. Будівельні конструкції теплових мереж.**

Підземне прокладання. Надземне прокладання. Спеціальні споруди теплових мереж.

### **Тема 8. Керування та автоматизація теплових мереж.**

Принципові схеми автоматизації основних вузлів теплових мереж. Основні типи регуляторів теплових мереж.

### **Змістовий модуль 2.**

Виконання курсової роботи «Теплопостачання житлового району міста».

## **8. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Теплові мережі.</b>						
Тема 1.Розрахункові витрати теплоти	14	4	6	0	0	4
Тема 2.Визначення схеми прокладки теплової мережі.	8	2	2	0	0	4
Тема 3.Послідовність гідравлічного розрахунку.	14	4	4	4	0	4
Тема 4.Побудова п'єзометричного графіка.	14	4	2	4	0	6
Тема 5.Циркуляційні та підживлюючі насоси.	10	2	0	0	0	6

Тема 6. Теплова ізоляція теплових мереж.	8	2	2	2	0	4
Тема 7. Будівельні конструкції теплових мереж.	8	2	0	0	0	4
Тема 8. Керування та автоматизація теплових мереж.	8	2	0	0	0	4
<b>Разом за змістовим модулем 1.</b>	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>36</b>
<b>Змістовний модуль 2. Теплопостачання житлового району міста.</b>						
<b>Курсова робота</b>	<b>36</b>				36	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>36</b>				36	
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

### 9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Семінарські заняття не передбачені	

### 10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок витрат теплоти на опалення і вентиляцію. Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання.	2
2	Витрати теплоносія для окремих споживачів. Графік змін кількості теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання.	2
3	Річні витрати теплоносія. Побудова сумарних графіків змін кількості теплоносія протягом року.	2
4	Опалювальний графік. Режим регулювання. Побудова опалювального графіка температур теплоносія. Підвищений графік. Побудова підвищеного графіка температур теплоносія.	2
5	Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двотрубної водяної теплової мережі.	2
6	Гідравлічний розрахунок квартальних теплових мереж. Побудова п'єзометричного графіку головної магістралі.	2
7	Розрахунок товщини теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж.	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

### 11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова п'єзометричного графіка тиску двотрубної теплової мережі закритої системи теплопостачання.	2
2	Побудова п'єзометричного графіка тиску двотрубної теплової мережі відкритої системи теплопостачання.	2
3	Визначення і дослідження опору мережі закритої системи теплопостачання	2
4	Визначення і дослідження опору мережі відкритої системи теплопостачання	2
5	Визначення коефіцієнта ефективності ізоляційної конструкції трубопроводу системи теплопостачання	2
	<b>Разом</b>	<b>10</b>

### 12. Самостійна робота

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

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до семінарських занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями.

### Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Питання для самостійного вивчення студентами	Кількість годин
1	Динамічний режим теплової мережі. Графік тиску для динамічного режиму роботи теплової мережі.	4
2	Статичний режим теплової мережі. Графік тиску для статичного режиму.	4
3	П'єзометричний графік тиску при складному рельєфі місцевості і протяжною тепловою мережею.	4
4	Вплив тиску в тепловій мережі на схему підключення споживача.	4
5	Влаштування підкачуючих насосних підстанцій.	4
6	Нейтральна точка в тепловій мережі. Можливі схеми підключення насосів. Підбір підживлюючих насосів.	4
7	Тиск і продуктивність мережного насосу. Підбір мережного насосу.	4
8	Гідравлічний режим теплової мережі. Поняття "провідності" та "опір" ділянок теплової мережі.	4
9	Опір та провідність при паралельному приєднанні ділянок.	2
10	Опір та провідність при послідовному підключенні ділянок.	2
	<b>Разом</b>	<b>36</b>

### 13. Індивідуальні завдання

#### **Виконання курсовий проект «Теплопостачання житлового району міста».**

Загальний обсяг часу на індивідуальну роботу складає 36 год.

За цей час студент виконує обов'язкове завдання, яке має на меті закріплення навичок, отриманих при вивченні теоретичного курсу та виконанні завдань практичних занять. охоплює навчальний матеріал усього курсу.

Обсяг курсового проекту 15-20 аркушів пояснювальної записки та 2 аркуша креслень А2 формату. Курсова робота оцінюється в діапазоні 0-100 балів. Мінімальна кількість балів для зарахування 60.

Методичні вказівки для виконання курсової роботи наявні в електронному вигляді.

### 14. Методи навчання

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

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

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

### 15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час 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 лекційному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті



перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

#### 16. Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота									Семестровий екзамен	Сума
Змістовий модуль 1										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Індивідуальні завдання		
12	4	12	8	5	5	2	2	0	50	100

для курсового проекту (роботи):

Текстова (аналітично-розрахункова) частина	Графічна частина	Захист роботи	Сума
30	30	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	<b>A</b> – відмінно	<b>5</b> – відмінно
82 – 89	<b>B</b> – дуже добре	<b>4</b> – добре
74 – 81	<b>C</b> – добре	
64 – 73	<b>D</b> – задовільно	<b>3</b> – задовільно
60 – 63	<b>E</b> – достатньо	
35 – 59	<b>FX</b> – незадовільно з можливістю повторного складання	<b>2</b> – незадовільно
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 (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 25 балів поточної успішності).

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

- робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 балів.

Присутність на лекціях 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.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

**2. 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. Череднікова О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Теплові мережі” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика”./ О. В. Череднікова, Б.А. Кутний. – Полтава: НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. - 32 с.
2. Череднікова О.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Теплопостачання житлового району міста» з курсу «Теплові мережі» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми навчання / О.В. Череднікова, Б.А.Кутний, А.Г.Строй. – Полтава: НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. – 34 с.
3. Череднікова О.В. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу “Теплові мережі” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика”./ О. В. Череднікова. – Полтава: НУПП ім. Ю. Кондратюка, 2020. – 29 с.

### 18. Рекомендована література

#### Базова

1. Ковальчук В.А., Мацнєва Т.С. Теплопостачання: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230 с
3. Строй А.Ф. Теплоснабжение сельских населенных пунктов. М.: Агропромиздат 1985. – 109 с.

#### Допоміжна

1. Манюк В.И., Каплинский Я.И., Хиж Э.Б. и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.
2. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплоснабжения. Под. ред.. Николаев В.Б., М.: Стройиздат 1988. – 623 с.
3. Строй А.Ф., Пиотровски Е.З. Основы расчетов управления тепловым и воздушным режимом помещений. Полтава, ПолтНТУ, 2008. – 171 с.
4. Строй А.Ф. Управление тепловым режимом зданий и сооружений. К.: Вища школа, 1993. – 155 с.
5. Строй А.Ф., Скальський В.Л. Расчет и проектирование тепловых сетей. К.: Будівельник 1981. – 144 с.
6. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.
7. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В., Терляцкая Е.Н. Теплоснабжение. М.: Стройиздат 1982. – 336 с.

### 19. Інформаційні ресурси

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові мережі» для студентів денної форми навчання спеціальності 144 Теплоенергетика /О.В. Череднікова. – Полтава, 2020. – 10 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП ім. Ю. Кондратюка).