

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ О.С. Максименко
« _____ » _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

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

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

Робоча програма «Теплові мережі та обладнання теплових мереж» для студентів
(назва навчальної дисципліни)
 за напрямом підготовки 144 «теплоенергетика»

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.

Розробники: Кутний Б.А., доцент кафедри, доцент, к.т.н.,

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.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
 « 28 » серпня 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту

Протокол від « » _____ 2020 року №

Голова навчально-методичної ради
 « » _____ 2020 року  (Калюжний А.П.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	денна скорочена форма навчання
Кількість кредитів – 6,0	Галузь знань <u>14 – електрична інженерія</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 теплонергетика</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		3-й	
		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		6-й	
Індивідуальне завдання: не передбачено навчальним планом	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції	
		28 год.	
		Практичні, семінарські заняття	
		22 год.	
		Лабораторні роботи	
		12 год.	
		Самостійна робота	
		118 год.	
		Індивідуальна робота	
		-	
Вид контролю			
залік			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 62/118

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання студентам теоретичної основи методів розрахунку і практичних навиків у проектуванні систем теплопостачання. 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 ОПШ:

ЗК2 здатність до обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт;

ЗК1 здатність використовувати базові знання з фізики, вищої математики, теоретичної механіки, термодинаміки, гідрогазодинаміки та нарисної геометрії для вирішення практичних задач в галузі теплоенергетики;

ЗК3 здатність використовувати професійні знання для вирішення практичних задач в галузі теплоенергетики;

ЗК5 здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи теплоенергетичних установок;

ФК12 здатність використовувати знання та уміння для розрахунку, дослідження, вибору, впровадження, ремонту та проектування теплоенергетичних систем та їх складових.

Програмні результати навчання за ОПШ:

ПРН3 використовувати інформаційні технології та комунікаційні мережі для розв'язання теплоенергетичних завдань;

ПРН5 вміти розробляти проекти у теплоенергетичній галузі діяльності та управляти комплексними діями щодо їх реалізації;

ПРН8 здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів;

ПРН10 здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Фізика», «Вища математика», «Теоретична механіка», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Теплогенеруючі установки промислових підприємств», «Теплофізика», «Системи транспортування і використання горючих газів», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Паливо та теорія горіння».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання: навчити студентів основним методам розрахунку і практичних навиків у проектуванні 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 порогів рівень оцінювання результатів навчання:

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	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: залік; стандартизовані тести; презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання завдань на лабораторному обладнанні.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Гідравлічний режим теплових мереж

Тема 1. Розрахункові витрати теплоти. Лекція №1, 2.

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

Практичні заняття № 1, 2.

Тема 2. Визначення схеми прокладки теплової мережі. Лекція №3, 4.

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

Практичні заняття № 3, 4.

Тема 3. Послідовність гідравлічного розрахунку. Лекція №5, 6.

Визначення витрат теплоносія та втрат тиску в магістральних трубопроводах. Попередній розрахунок трубопроводів теплової мережі. Визначення матеріальної характеристики та оптимального градієнту тиску. Остаточний гідравлічний розрахунок магістральних мереж.

Практичні заняття № 5, 6. Лабораторне заняття № 1.

Тема 4. Проектування квартальних теплових мереж. Лекція №7, 8.

Трасування квартальних мереж. Гідравлічний розрахунок трубопроводів КТМ. Гідравлічний розрахунок трубопроводів гарячого водопостачання. Гідравлічний розрахунок циркуляційних трубопроводів.

Практичні заняття № 7, 8. Лабораторне заняття № 2.

Тема 5. Побудова п'єзометричного графіка. Лекція №9, 10.

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

Практичні заняття № 9. Лабораторні заняття № 3, 4.

Тема 6. Циркуляційні та підживлюючі насоси. Лекція №11, 12.

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.

Практичні заняття № 10. Лабораторне заняття № 5, 6.

Тема 7. Підбір основних та пікових т/о ТЕЦ. Лекція №13, 14.

Схема приєднання т/о на ТЕЦ. Типи пароводяних т/о. Методика розрахунку пароводяних основних та пікових т/о на ТЕЦ.

Практичні заняття № 11.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						денна за скороченим терміном навчання					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		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>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Теплові мережі та обладнання теплових мереж												
Тема 1. Розрахункові витрати теплоти	24	4	4			16						
Тема 2. Визначення схеми прокладки теплової мережі.	24	4	4			16						
Тема 3. Послідовність гідравлічного розрахунку.	26	4	4	2		16						
Тема 4. Проектування квартальних теплових мереж.	26	4	4	2		16						
Тема 5. Побудова п'єзометричного графіка.	28	4	2	4		18						
Тема 6. Циркуляційні та підживлюючі насоси.	28	4	2	4		18						
Тема 7. Підбір основних та пікових т/о ТЕЦ.	24	4	2			18						
Усього годин (модуль 1)	180	28	22	12		118						
Усього годин	180	28	22	12		118						

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	2	3
1	Розрахунок витрат теплоти на опалення і вентиляцію	2
2	Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання	2
3	Витрати теплоносія для окремих споживачів Графік змін кількості теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання.	2
4	Річні витрати теплоносія. Побудова сумарних графіків змін кількості теплоносія протягом року.	2
5	Опалювальний графік. Режим регулювання. Побудова опалювального графіка температур теплоносія.	2
6	Підвищений графік. Побудова підвищеного графіка температур теплоносія.	2
7	Попередній гідравлічний розрахунок магістральних теплових мереж, визначення матеріальної характеристики	2
8	Остаточний гідравлічний розрахунок магістральних теплових мереж та її конструювання	2
9	Гідравлічний розрахунок квартальних теплових мереж	2
10	Гідравлічний розрахунок подаючих трубопроводів СГВ	2
11	Гідравлічний розрахунок циркуляційних трубопроводів СГВ	2
	Разом	22

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Закрита тепла мережа. Побудова п'єзометричного графіку для моделі теплової мережі.	2
2	Визначення гідравлічної характеристики Гідравлічна характеристика моделі теплової мережі. Зміна гідравлічної характеристики.	2
3	Регулювання в теплових мережах Регулювання тиску та витрат теплоносія в тепловій мережі.	4
4	Налагодження гідравлічного режиму теплових мереж Налагодження гідравлічного режиму теплової мережі на лабораторному стенді.	4
	Разом	12

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 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 екзамену.

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.	12
2	Статичний режим теплової мережі. Графік тиску для статичного режиму.	12
3	П'єзометричний графік тиску при складному рельєфі місцевості і протяжною тепловою мережею.	12
4	Вплив тиску в тепловій мережі на схему підключення споживача.	12
5	Влаштування підкачуючих насосних підстанцій.	12
6	Нейтральна точка в тепловій мережі. Можливі схеми підключення насосів. Підбір підживлюючих насосів.	12
7	Тиск і продуктивність мережного насосу. Підбір мережного насосу.	12
8	Гідравлічний режим теплової мережі. Поняття "провідність" та "опір" ділянок теплової мережі.	12
9	Опір та провідність при паралельному приєднанні ділянок.	12
10	Опір та провідність при послідовному підключенні ділянок.	11
	Разом	118

13. Індивідуальні завдання

Виконання індивідуального завдання не передбачено навчальним планом.

14. Методи навчання

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

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

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

Перед проведенням лабораторних робіт викладачами проводяться інструктажі: вступні, поточні, підсумкові. Під час проведення лабораторних робіт застосовуються наочні спостереження та словесні бесіди: вступні, поточні, підсумкові. Під час проведення практичних занять студенти вирішують задачі.

15. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних та практичних занять і має за мету перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається викладачем, що проводить заняття.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формує цей модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів.

Підсумковий контроль – залік, проводиться в формі тестування або за допомогою білетів.

За власним бажанням студента, після складання тесту, з метою уточнення оцінки він може відповісти на 1-2 додаткових запитання (за вибором викладача).

Організація МРОЗ студентів із конкретної навчальної дисципліни регламентується «Правилами модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни», які затверджуються рішенням кафедри.

Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру

Поточне тестування та самостійна робота							Залік	Сума
Змістовий модуль №1								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Разом	
10	10	10	10	10	10	10	70	30
								100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для диференційованого заліку
90 – 100	A	5- відмінно
82-89	B	4- добре
74-81	C	
64-73	D	3- задовільно
60-63	E	
35-59	FX	2- не задовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	2- не задовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів. За видами робіт вона розподіляється:

1. Поточний контроль: захист лабораторних робіт та виконання практичних завдань (з захистом) – до 70 балів (до 4,1 балів за кожне лабораторне чи практичне заняття: відсутність на занятті без поважної причини або отримання оцінки

«незадовільно» – 0 балів, виконання відповідних завдань без отримання оцінки – 1,0 балу, отримання оцінки «задовільно» – 2,0 бали, «добре» – 3,5 бали, «відмінно» – 4,1 бали).

До складання тестів після дати їх проведення завідувач кафедри та провідний викладач можуть допустити лише студентів, які були відсутніми з поважних причин.

Модульний контроль вважається зарахованим, якщо студент отримав не менше мінімальної кількості балів, яка визначена в таблиці (не менше половини максимально можливих балів). Не зарахований змістовий модуль перескладається викладачу не більше 2-ох разів. У разі виникнення конфліктних ситуацій створюється кафедральна комісія, рішення якої оформлюється окремим протоколом.

2. Підсумковий контроль:

(залік) – до 30 балів. Студент вважається допущеним до підсумкового контролю за дисципліну, якщо виконав усі види робіт згідно із робочою навчальною програмою, та загальна сума балів за попередні звіти не менше 25 балів. У разі невиконання цих вимог студент отримує незадовільну оцінку і має право на два перескладання: перше – викладачу, друге – комісії, створеній деканом факультету. У випадку успішного перескладання підсумкового контролю студентом, він отримує мінімальну задовільну оцінку (60-63 балу – результат E за шкалою ECTS).

17. Методичне забезпечення

1. Кутний Б.А. Конспект лекцій з курсу «Теплові мережі та обладнання теплових мереж» для студентів спеціальності “144-Теплоенергетика” денної та прискореної форми навчання. Полтава, ПолтНТУ, 2020. – 24 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Строй А.Ф. Теплоснабжение сельских населенных пунктов. М.: Агропромиздат 2015. – 109 с.
2. Строй А.Ф., Пиотровски Е.З. Основы расчетов управления тепловым и воздушным режимом помещений. Полтава, ПолтНТУ, 2018. – 171 с.
3. Строй А.Ф. Управление тепловым режимом зданий и сооружений. К.: Вища школа, 2016. – 155 с.
4. Строй А.Ф., Скальский В.Л. Расчет и проектирование тепловых сетей. К.: Будівельник 2017. – 144 с.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергоиздат, 2018. – 360 с.
6. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В., Терляцкая Е.Н. Теплоснабжение. М.: Стройиздат 2015. – 336 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.

19. Інформаційні ресурси

Б. А. Кутний. Робоча програма з навчальної дисципліни «Теплові мережі та обладнання теплових мереж» для студентів денної та денної прискореної форм навчання за спеціальністю 144 теплоенергетика. – Полтава, 2020 . – 11 с. (Електронна версія – в електронній бібліотеці ПолтНТУ).

Електронна версія методичних вказівок, представлених в п. 17, знаходиться в електронній бібліотеці ПолтНТУ.