

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового
інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

Наталя МЕТЕЛЕНКО

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Теплові мережі

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____ бакалавра _____

(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

144 «Теплоенергетика»

спеціалізації / предметної спеціальності _____

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма _____

(назва)

Укладач: Єрофєєва А.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри
електричної інженерії та кіберфізичних систем

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електричної інженерії
та кіберфізичних систем

Протокол № 1 від “ 29 ” серпня 2023 р.
Завідувач кафедри

(підпис)

В.Л. Коваленко

(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Інженерного навчально-наукового інституту
ім. Ю.М. Потебні

Протокол № 1 від “ 30 ” серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради

(підпис)

Т.А. Шарاپова

(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП

(підпис)

В.В. Артемчук

(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Інженерні науки»

(підпис)

І.А. Овчинникова

(ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання	заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 Електрична інженерія (шифр і назва)	Вибіркова		
		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки		
Розділів – 4	Спеціальність 144 Теплоенергетика (шифр і назва)	Рік підготовки:		
Загальна кількість годин – 120		4-й	5-й	
		Лекції		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,5	Освітньо-професійна програма Теплоенергетика	28 год.	8 год.	
		Практичні		
		14 год.	4 год.	
			Лабораторні	
			14 год.	-
			Самостійна робота	
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	64 год.	108 год.	
		Вид підсумкового контролю: залік		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теплові мережі» є надання студентам знань у сфері розробки та розрахунку систем централізованого теплопостачання як промислових, так і комунальних об'єктів, а також формування професійних умінь та навиків в теплоенергетичній галузі.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Теплові мережі» є: оволодіння студентами методиками розробки і розрахунку експлуатаційних режимів роботи; визначення втрат енергоносіїв на генерацію теплоти та її транспортування до споживачів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- класифікацію систем теплопостачання;
- засоби регулювання систем централізованого теплопостачання;
- принципові схеми відкритих та закритих систем теплопостачання;
- схеми приєднання абонентів до теплових мереж;
- схеми паропостачання з поверненням та без повернення конденсату;
- устрій, принцип роботи та умови надійної експлуатації теплоенергетичного устаткування.

вміти:

- кваліфіковано виконувати розрахунок теплових навантажень,

- кваліфіковано виконувати гідравлічний та тепловий розрахунки теплових мереж.
- будувати п'єзометричний графік теплової мережі
- підібрати допоміжне обладнання за розрахованими показниками.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

1. Здатність застосовувати системний підхід, знання сучасних технологій та методів при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.

2. Здатність застосувати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.

3. Здатність розробляти, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Теплові мережі» тематично пов'язана та базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Тепломасообмін», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Котельні установки».

Вона забезпечує подальше вивчення дисциплін: «Джерела тепlopостачання промислових підприємств», «Теплові та електричні станції», «Проектування та оптимізація систем тепlopостачання».

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Теплові навантаження

Тема 1. Розрахунок теплових навантажень

Класифікація теплових навантажень. Розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та ГВП для промислових підприємств. Розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та ГВП для житлових та адміністративних будівель

Тема 2. Побудова та аналіз графіка теплового споживання

Розрахунок річного теплоспоживання. Побудова та аналіз графіка теплового споживання.

Розділ 2. Класифікація систем тепlopостачання

Тема 3. Класифікація систем тепlopостачання

Централізовані та місцеві системи тепlopостачання. Парові та водяні системи тепlopостачання. Однотрубні та багатотрубні системи тепlopостачання. Схеми приєднання опалювальних систем до теплових мереж. Схеми приєднання систем ГВП до теплових мереж.

Тема 4. Регулювання навантаження.

Способи центрального регулювання оплювального навантаження. Якісне регулювання. Кількісне регулювання. Якісно – кількісне регулювання.

Розділ 3. Гідравлічний режим в системах теплопостачання

Тема 5. Гідравлічний розрахунок теплових мереж

Теоретичні основи гідравлічного розрахунку. Методика попереднього та перевірного розрахунку.

Тема 6. Побудова п'єзометричного графіку

Умови побудови п'єзометричного графіку. Вимоги до нього. Профіль траси. Лінія невідхилення рідини.

Розділ 4. Тепловий режим в системах теплопостачання

Тема 7. Тепловий розрахунок теплових мереж

Методика визначення теплових втрат. Конструкція та види прокладки трубопроводів. Компенсатори. Методики розрахунку.

Тема 8. Теплоізоляційні матеріали.

Теплоізоляційні матеріали. Економічна товщина ізоляції. Попередньоізольовані труби.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	пр.	лаб	сам. роб	Інд роб		л	пр.	лаб.	сам. роб	Інд роб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Теплові навантаження												
Тема 1. Розрахунок теплових навантажень		2	2	-	2	5		2	2	-		5
Тема 2. Побудова та аналіз графіка теплового споживання		2	2	-	2	5						5
Разом за розділом 1		4	4	-	4	10		2				10
Розділ 2. Системи теплопостачання												
Тема 3. Класифікація систем теплопостачання		4				-						-
Тема 4. Регулювання навантаження		6				5		2				5
Разом за розділом 2		10	2	4		5		2		-		5

Розділ 3. Гідравлічний режим в системах теплопостачання											
Тема 5. Гідравлічний розрахунок теплових мереж.		4	2	4		10			2		10
Тема 6. Побудова п'єзометричн ого графіку		2	2	2		5					5
Разом за розділом 3		6	4	6		15		2		-	15
Розділ 4. Тепловий режим в системах теплопостачання											
Тема 7. Тепловий розрахунок теплових мереж		4	4	4		-		2			-
Тема 8. Теплоізоляцій ні матеріали.		4				-					-
Разом за розділом 4		8	4	4		-		2			-
Усього годин		28	14	14		30		8		-	30

5. Темі лекційних занять

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та ГВП для промислових підприємств. Розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та ГВП для житлових та адміністративних будівель.	2	2
1	Розрахунок річного теплоспоживання. Побудова та аналіз графіка теплового споживання.	2	
2	Централізовані та місцеві системи теплопостачання. Парові та водяні системи теплопостачання. Однотрубні та багатотрубні системи теплопостачання.	2	2
3	Схеми приєднання опалювальних систем до теплових мереж	2	
3	Схеми приєднання систем ГВП до теплових мереж	2	
3	Парові системи.	2	
3	Способи центрального регулювання оплювального навантаження	2	
4	Теоретичні основи гідравлічного розрахунку.	2	
4	Методика попереднього та перевірного розрахунку.	2	2
5	Умови побудови п'єзометричного графіку. Вимоги до нього. Профіль траси. Лінія невискіпання рідини.	2	
6	Методика визначення теплових втрат.	2	2
6	Конструкція та види прокладки трубопроводів	2	
6	Компенсатори. Методики розрахунку.	2	

6	Теплоізоляційні матеріали. Економічна товщина ізоляції.	2	
Разом		28	8

6. Теми практичних (семінарських/лабораторних) занять

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
Практичні заняття			
1	Розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію, та ГВП	2	2
1	Визначення витрат теплоносія на опалення, вентиляцію та ГВП.	2	
3	Розрахунок парових мереж	2	
4	Гідравлічний розрахунок теплових мереж	2	2
5	Побудова п'єзометричного графіку	2	
6	Тепловий розрахунок теплових мереж	2	
Разом з практичних занять		14	4
Лабораторні роботи			
3	Дослідження роботи абонентського вводу з водостуменим ежектором	4	
4,5	Гідравлічні випробування теплових мереж	6	
6	Теплові випробування теплових мереж	4	
Разом з лабораторних занять		14	

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Опрацювання теоретичного матеріалу. Виконання першого розділу індивідуального завдання	10	20
2	Опрацювання теоретичного матеріалу.	4	8
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР1	10	20
4	Опрацювання теоретичного матеріалу. Виконання другого розділу індивідуального завдання.	10	20
5	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Гідравлічний режим теплових мереж» підготовка до захисту ЛР2	10	20
6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР3	10	10
	Підготовка до підсумкового контролю	10	10
Разом		64	108

Індивідуальне завдання

Мета індивідуального завдання: детальніша і ґрунтовніша проробка лекційного матеріалу; перевірка та контроль ступеня засвоєння теоретичного матеріалу; формування у студентів передбачених робочою програмою вмінь.

Тема: «Розрахунок системи теплопостачання для комплексу теплових споживачів».

Індивідуальне завдання передбачає розробку системи централізованого теплопостачання житлового та комунального сектору. У розрахунковій частині опрацьовуються наступні питання: визначення теплових навантажень на всі види теплового споживання; вибір та обґрунтування системи теплопостачання та метода регулювання відпуску теплоти; розробка схеми теплопостачання району та розрахунок водяних теплових мереж, розрахунок техніко – економічних показників для транспортування теплоносія.

8. Види контролю і система накопичення балів

<i>Вид контролю</i>	<i>Бали</i>
Аудиторна контрольна робота за темою 1,2	5
Захист лабораторної роботи №1	5
Захист лабораторної роботи №2	5
Виконання 1 частини індивідуального завдання	15
Поточний контроль №1	30
Аудиторна контрольна робота за темою 3	5
Аудиторна контрольна робота за темою 4	5
Захист лабораторної роботи №3	5
Виконання 1 частини індивідуального завдання	15
Поточний контроль №2	30
Підсумковий контроль	40

Аудиторні контрольні роботи представляють собою опитування, яке проводиться у письмовій формі і представляє собою відповіді на питання, що засвідчують теоретичний рівень засвоєння матеріалу студентами. Опитування містить 5 запитань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Захист лабораторних робіт представляє собою відповіді на контрольні запитання, що наводяться в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт. Звіт з лабораторної роботи оформлюється згідно до вимог. Оцінка за лабораторну роботу складається з таких складових: вірно виконана робота з обґрунтованим висновком – 1 бал; складання звіту – 1 бал; вірні відповіді на 3 контрольних запитання викладача – 3 бали. Максимальний бал за захищену лабораторну роботу – 5 балів.

Виконання індивідуального завдання підтверджує практичні навички та уміння. Розподіл балів за виконання індивідуального завдання наведено в таблиці.

<i>Вид розрахунку</i>	<i>Бали</i>
Розрахунок теплових навантажень. Побудова графіку теплових навантажень	5
Розрахунок витрат теплоносія. Побудова графіку витрат теплоносія.	5
Розрахунок якісного регулювання центрального теплового навантаження	5
Виконання 1 розділу індивідуального завдання	15
Попередній гідравлічний розрахунок теплової мережі	5
Перевірочний гідравлічний розрахунок теплової мережі	5
Побудова п'єзометричного графіку	5

Виконання 2 розділу індивідуального завдання	15
Загальна кількість балів за індивідуальне завдання	30

Підсумковий контроль представляє собою тестові завдання з 20 питань. Максимальна кількість балів за тест – 40.

Відповіді на перші 10 питань оцінюються загальною кількістю 10 балів (1 вірна відповідь 1 бал) інші 10 - оцінюються загальною кількістю 30 балів (1 вірна відповідь 3 бали).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

9. Рекомендована література

Основна:

1. Крючков Є. М. Проектування систем теплопостачання: навчально – методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 250 с.

2. Крючков, Є. М. Теплові мережі: Методичні вказівки до лабораторного практикуму. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 49 с.

3. Єнін П. М., Швачко Н. А. Теплопостачання : навч. посібник для внз. Київ : Кондор, 2007. 242 с.

4. Прядко М. О., Павелко В. І. Василенко С. М. Теплові мережі: навч. посібник для внз. Київ : Алерта, 2005. 227 с.

5. Бережнов І. О., Цветков В. В., Бережнов І. О. Теплогазопостачання міст: посібник для студентів вузів. Київ : Вища школа, 1973. 216 с.

6. Водяные тепловые сети : справочное пособие по проектированию: справочное пособие / ред. Н. К. Громов, Е. П. Шубин. Москва : Энергоатомиздат, 1988. 376 с.

7. Сафонов А. П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: учеб. пособие для вузов. Москва : Энергоатомиздат, 1985. 232 с.

8. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. Москва : Энергоиздат, 1982. 360 с.

9. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей : справочник / В. И. Манюк, Я. И. Каплинский, Э. Б. Хиж та ін. Москва : Стройиздат, 1977. 268 с.

Додаткова:

1. Витальев В. П. Бесканальные прокладки тепловых сетей. Москва : Энергоатомиздат, 1983. -278 с.

2. Ионин А. А. Надежность систем тепловых сетей / А. А. Ионин. Москва : Стройиздат, 1989. 265 с.

5. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей : справочник / В. И. Манюк и др. Москва : Стройиздат, 1988. 432 с.

3. Павлов И. И., Федоров М. Н. Котельные установки и тепловые сети. Москва : Стройиздат, 1986. 232 с.

4. Рыжов Б. М. Руководство по проектированию тепловых пунктов. Москва : Машиностроение, 1982. 288 с.

5. Тепловое оборудование и тепловые сети: учебник для вузов. Москва : Энергоатомиздат, 1988. 400 с.

6. Андрющенко, А. И. Аминов Ю. М., Хлебалин Р.З. Теплофикационные установки и их использование: учеб. пособие для вузов Москва : Высшая школа, 1989. 256 с.

7. Братенков В. Н. П. А. Хаванов, Л. Я. Вэскер. Теплоснабжение малых населенных пунктов. Москва : Стройиздат, 1988. 223 с.

8. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений: учебник для вузов / ред. Ю. П. Соснин. Москва : Высшая школа, 2001. 415 с.

Погоджено

з навчальним відділом

«_____» _____

