

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету енергетики,
електроніки та інформаційних
технологій

_____ В.Л. Коваленко

«_____» _____ 2019

Теплові мережі

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
спеціальності 144 «Теплоенергетика»
освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»

Укладач /Укладачі: Назаренко І.А., к.т.н., доцент

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

Протокол № 3 від “10” вересня 2019 р.
Завідувач кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

(підпис)

В.І. Бахтін
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Факультету енергетики, електроніки та
інформаційних технологій

Протокол № 2 від “11” вересня 2019 р.
Голова науково-методичної ради
факультету енергетики, електроніки та
інформаційних технологій

(підпис)

А. І. Безверхий
(ініціали, прізвище)

2019 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	<u>Вибіркова</u>	
		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки	
Розділів – 4	Спеціальність 144 Теплоенергетика	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120		4-й	5-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,3	Освітньо-професійна програма Теплоенергетика	28 год.	8 год.
		Практичні	
		14 год.	4 год.
		Лабораторні	
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	14год.	-
		Самостійна робота	
		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 теплопостачання промислових підприємств», «Теплові та електричні станції», «Проектування та оптимізація систем теплопостачання».

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 теплопостачання

Тема 3. Класифікація систем теплопостачання

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

Тема 4. Регулювання навантаження.

Способи центрального регулювання опалювального 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 невідскіпання 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	11	2	2	-	2	5	14	2	2	-	5	5
Тема 2. Побудова та аналіз графіка теплового споживання	11	2	2	-	2	5	10	-	-	-	5	5
Разом за розділом 1	22	4	4	-	4	10	24	2	2	-	10	10
Розділ 2. Системи теплопостачання												
Тема 3. Класифікація систем теплопостачання	13	8	-	-	5	-	20	-	-	-	20	-
Тема 4. Регулювання навантаження	18	2	2	4	5	5	30	2	-	-	20	5
Разом за розділом 2	31	10	2	4	10	5	47	2	-	-	40	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 3. Гідравлічний режим в системах теплопостачання												
Тема 5. Гідравлічний розрахунок теплових мереж.	25	4	2	4	5	10	24	2	2	-	10	10
Тема 6. Побудова п'єзометричн ого графіку	16	2	2	2	5	5	15	-	-	-	10	5
Разом за розділом 3	41	6	4	6	10	15	39	2	2	-	20	15
Розділ 4. Тепловий режим в системах теплопостачання												
Тема 7. Тепловий розрахунок теплових мереж	19	6	4	4	5	-	6	2	-	-	4	-
Тема 8. Теплоізоляцій ні матеріали.	7	2	-	-	5	-	4	-	-	-	4	-
Разом за розділом 4	26	8	4	4	10	-	10	2	-	-	8	-
Усього годин	120	28	14	14	34	30	120	8	4	-	78	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
2	Розрахунок річного теплоспоживання. Побудова та аналіз графіка теплового споживання.	2	
3	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	
4	Способи центрального регулювання оплювального навантаження	2	2
5	Теоретичні основи гідравлічного розрахунку.	2	2
5	Методика попереднього та перевірного розрахунку.	2	
6	Умови побудови п'єзометричного графіку. Вимоги до нього. Профіль траси. Лінія невідсіпання рідини.	2	
7	Методика визначення теплових втрат.	2	

7	Конструкція та види прокладки трубопроводів	2	
7	Компенсатори. Методи розрахунку.	2	
8	Теплоізоляційні матеріали. Економічна товщина ізоляції.	2	
Разом		28	8

6. Теми практичних та 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	-
5	Гідравлічний розрахунок теплових мереж	2	2
6	Побудова п'єзометричного графіку	2	-
7	Тепловий розрахунок теплових мереж	2	-
Разом з практичних занять		14	4
Теми лабораторних занять			
3	Дослідження роботи абонентського вводу з водостуменевим ежектором	4	-
5,6	Гідравлічні випробування теплових мереж	6	-
7	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	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	5
2	Розрахунок річного теплоспоживання. Побудова та аналіз графіка теплового споживання.	2	5
3	Дослідження роботи абонентського вводу з водостуменевим ежектором. Схеми приєднання опалювальних систем до теплових мереж. Схеми приєднання систем ГВП до теплових мереж.	5	20
4	Якісне регулювання. Кількісне регулювання. Якісно – кількісне регулювання.	5	20
5	Методика попереднього та перевірного розрахунку. Гідравлічні випробування теплових мереж	5	10
6	Умови побудови п'єзометричного графіку. Вимоги до нього. Профіль траси. Лінія невискіпання рідини.	5	10
7	Методика визначення теплових втрат.	5	4
8	Теплоізоляційні матеріали. Економічна товщина ізоляції. Попередньоізольовані труби.	5	4
1,2,4,5,6	Індивідуальна робота	30	30
Разом		64	108

Індивідуальне завдання

Мета індивідуального завдання: детальніше і ґрунтовніше опрацювання теоретичного та практичного матеріалу; діагностика формування у студентів передбачених робочою програмою знань та вмінь.

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

Індивідуальне завдання передбачає розробку системи централізованого теплопостачання житлового та комунального сектора. У розрахунковій частині опрацьовуються такі питання: визначення теплових навантажень на всі види теплового споживання; вибір та обґрунтування системи теплопостачання та методу 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
Поточний контроль №1	15
Аудиторна контрольна робота за темою 3	5
Аудиторна контрольна робота за темою 4	5
Захист лабораторної роботи №3	5
Поточний контроль №2	15
Виконання індивідуального завдання	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. Студент для захисту звіту з лабораторної роботи повинен мати повні, глибокі знання, здатний використовувати їх у практичній діяльності, робити висновки, узагальнення. Максимальний бал за захищену вчасно (до підсумкового контролю) лабораторну роботу – 5 балів. Студент, який захистив звіт з лабораторної роботи після проведення підсумкового контролю, не отримує 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
Попередній гідравлічний розрахунок теплової мережі	5
Перевірочний гідравлічний розрахунок теплової мережі	5
Побудова п'єзометричного графіку	5
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). Мінімальна кількість балів за тест складає 20 балів. У разі отримання студентом менше 20 балів він може перескласти тест один раз.

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 тепlopостачання: 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. 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.

Додаткова:

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

2. 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. 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.

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

Додаткова:

1. Державні будівельні норми України URL : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1> (дата звернення: 30.08.2019).

2. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг URL : <http://www.nerc.gov.ua/> (дата звернення: 30.08.2019).

3. Каталог теплотехнического оборудования URL : http://www.ktto.com.ua/calculation/temperaturnyy_grafik (дата звернення: 30.08.2019).

Погоджено
з навчальним відділом

«_____» _____

Доповнення та зміни до робочої програми навчальної дисципліни

« _____ »
(назва)

Протокол засідання кафедри (дата та номер)	Внесені зміни	Підпис завідувача кафедри, дата