

## **Силабус курсу** **Теплові мережі**

Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Спеціальність – 144 Теплоенергетика

Освітньо-професійна програма - «Теплоенергетика»

Кількість кредитів - 6

Рік підготовки, чверть - 4 рік; 13, 14 чверті

Компонент освітньої програми: вибіркова

Час і місце проведення: відповідно до затвердженого розкладу занять

Викладач курсу: доц., к.т.н. Шишко Юлія Вікторівна

Контактна інформація: [j.v.shyshko@ust.edu.ua](mailto:j.v.shyshko@ust.edu.ua)

Консультації: вівт. 12.30-13.00, кафедра енергетичних систем та енергоменеджменту, к. 106а

Профайл дисципліни:

### **Опис дисципліни**

Навчальна дисципліна „Теплові мережі” є вибірковою і входить до циклу дисциплін професійно-практичної підготовки.

**Мета вивчення дисципліни** – засвоєння знань та придбання навичок які необхідні для проектування сучасних систем тепlopостачання та їх кваліфікованої експлуатації.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

**знати:**

- типи схем централізованого тепlopостачання;
- типи підключень абонентів до магістральної теплової мережі;
- методики розрахунків розгалужених теплових мереж з різними теплоносіями;
- для яких теплових мереж будується п’єзометричний графік напорів.

**вміти:**

- вибрати потрібну схему тепlopостачання в залежності від теплоспоживача;
- будувати п’єзометричний графік напорів теплової мережі;
- вибрати по п’єзометричному графіку напорів спосіб підключення споживача до теплової мережі;
- розрахувати теплові втрати з поверхні теплопроводів.

**Критерії успішності** – отримання позитивної оцінки при захисті курсового проекту та складанні контрольних робіт.

**Засоби діагностики успішності навчання** – комплект завдань для проведення контрольних робіт, комплект вихідної інформації що до виконання курсового проекту.

**Пререквізити навчальної дисципліни** –

- Тепломасообмін
- Гідрогазодинаміка
- Технічна термодинаміка
- Теоретичні основи теплотехніки
- Паливо та його спалювання
- Котельні установки
- Джерела тепlopостачання
- Системи вентиляції та кондиціонування
- Системи виробництва і розподілу енергоносіїв
- Енерготехнологічні системи підприємств
- Відновлювана енергетика

**Постреквізити навчальної дисципліни**

- Водо і газопостачання
- Високотемпературні процеси та установки
- Основи проектування в енергетиці
- Енергетичний менеджмент та аудит
- Основи автоматизації та теплотехнічні вимірювання
- Виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

### Набуті компетентності:

#### загальні:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4);

#### фахові:

- здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі (ФК 1);
- здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання (ФК 3);
- здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі (ФК 4).

### Програмні результати навчання:

- аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики (ПРН 4);
  - розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії (ПРН 12);
  - розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження (ПРН 13);
- мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації (ПРН 14);
- вміти вирішувати практичні задачі, пов'язані з вибором та розрахунками потрібної схеми тепlopостачання в залежності від споживача теплової енергії в системах тепlopостачання різного призначення.

## План вивчення навчальної дисципліни

### 1. Розподіл навчальних годин

	Усього	Чверті	
		13	14
Усього годин за навчальним планом, у тому числі:	180	90	90
Аудиторні заняття, з них:	80	48	32
Лекції	48	40	8
Лабораторні роботи	0	0	0
Практичні заняття	32	8	24
Семінарські заняття	0	0	0
Самостійна робота, у тому числі при:	100	42	58
Заходи семестрового контролю		семестрова (екзамен)	курсний проект, підсумкова оцінка, семестрова (екзамен)

### 2. Структура дисципліни

Модуль 1: Загальні положення тепlopостачання	
Лекції	<p><b>1. Загальні відомості про теплові мережі</b> Поняття теплофікація. Теплове споживання. Системи тепlopостачання. Класифікація теплових навантажень теплових пунктів.</p> <p><b>2. Конфігурація теплових мереж, їх теплоносії. Розрахунки витрат теплоносіїв теплових мереж</b> Кільцева схема, радіальна схема теплових мереж. Пара і гаряча вода. Во-дяні системи, парові системи. Витрати тепла на опалення і вентиляцію. Витрати тепла на гаряче водопостачання. Витрати тепла на технологічне постачання.</p> <p><b>3. Гідравлічний режим роботи водяної теплової мережі. Гідравлічний удар в водяних теплових мережах</b> Гідравлічна стійкість водяної теплової мережі. Керованість теплової мережі. Типи структури керування функціонуванням теплової мережі. Причини виникнення та</p>

	<p>наслідки гідравлічного удару в водяних теплових мережах.</p> <p><b>4.Раціональна структура теплових мереж. Вибір схеми підключення абонентів до теплових мереж</b> Переваги та недоліки існуючих теплових мереж. Раціональна структура теплових мереж. Вибір схеми підключення абонентів до теплових мереж</p> <p><b>5.Спеціальне обладнання теплових мереж. Компенсація температурних деформацій</b> Способи прокладки трубопроводів. Опори трубопроводів. Способи компенсації температурних деформацій. Типи компенсаторів температурних деформацій. Особливості компенсації температурних деформацій при безканальній прокладці теплопроводів.</p> <p><b>6.Побудова монтажною схеми двотрубною розгалуженою водяною тепловою мережі</b> Методика та порядок побудови монтажною схеми двотрубною розгалуженою водяною тепловою мережі.</p> <p><b>7.Проектування теплових мереж</b> Порядок та послідовність при проектуванні теплових мереж. Складання принциповою тепловою схеми системи теплопостачання при проектуванні теплових мереж</p>
СР	<p><b>Зверхдалеке транспортування тепловою енергії</b> Транспортування тепловою енергії на далекі відстані. Особливості гідравлічного режиму тепловою мережі. Гідравлічна стійкість мережі при зверхдалекому транспортуванні теплоносія. [1] стор. 78-124.</p>
<b>Модуль 2: Водяні теплові мережі</b>	
Лекції	<p><b>1.Методика гідравлічного розрахунку простою та розгалуженою водяною тепловою мережі</b> Рівняння Бернуллі. Методи визначення опору ділянки теплопроводу на тертя і на місцевих опорах. Визначення напрямку головної магістралі. Методика розрахунків головної магістралі. Методика розрахунків відгалужень.</p> <p><b>2.П'єзометричний графік двотрубною розгалуженою водяною тепловою мережі</b> Послідовність побудови графіка, його визначення. Побудова поздовжнього профілю головної магістралі тепловою мережі. Побудова статичного режиму тепловою мережі. Побудова динамічного режиму тепловою мережі</p>
ПР	<p><b>1.Розрахунки теплових навантажень споживачів тепловою енергії</b> <b>2.Розрахунки режимів регулювання теплових навантажень в водяних теплових мережах</b> <b>3.Розрахунок гідравлічного режиму водяною тепловою мережі</b></p>
СР	<p><b>Теплові втрати і коефіцієнт ефективності тепловою ізоляції</b> Засоби діагностики теплових втрат в теплових мережах. Методика визначення коефіцієнту ефективності тепловою ізоляції. [1] стор. 132-152.</p>
<b>Модуль 3: Гідравлічні розрахунки водяних теплових мереж</b>	
Лекції	<p><b>1.Гідравлічні розрахунки простою та розгалуженою водяною тепловою мережі</b> Алгоритм розрахунку та послідовність вибору напрямку головної магістралі, алгоритм розрахунок відгалужень, умова відсутності відгалужень на відгалуженнях</p> <p><b>2.Гідравлічний розрахунок оптимальною водяною тепловою мережі</b> Алгоритм визначення оптимальною водяною тепловою мережі</p> <p><b>3.Розрахунки спеціального обладнання двотрубною розгалуженою водяною тепловою мережі</b> Розрахунки товщини шару ізоляції, розрахунки падіння температури теплоносія на розрахунковій ділянці, розрахунки елеваторного введення теплоносія в будинок</p>
СР	<p><b>Розрахунки основного та допоміжного обладнання тепловою мережі.</b> Розрахунки основного та допоміжного обладнання тепловою мережі: теплообмінного водоводяного та пароводяного обладнання. [3] стор.128-156.</p>
<b>Модуль 4: Парові теплові мережі. Використання ВЕР в теплових мережах.</b>	

<b>Лекції</b>	<p><b>1.Методика гідравлічного розрахунку простої та розгалуженої парової теплової мережі</b> Визначення головної магістралі. Визначення табличного значення питомих витрат тиску на розрахунковій ділянці. Визначення орієнтованого значення тиску в кінці розрахункової ділянки. Розрахунки відгалужень</p> <p><b>2.Енергозбереження в теплових мережах</b>Енергозберігаючі та енергоефективні заходи в теплопостачанні. Енергозберігальне обладнання та матеріали в теплових мережах. Принципові питання енергетичного аудиту систем теплопостачання та теплових мереж.</p> <p><b>3.Використання ВЕР в теплових мережах</b>Використання ВЕР в теплових мережах. Використання низько потенційних ВЕР при теплопостачанні. Використання тепла відхідних газів водогрійних котлів в контактних теплообмінниках (КТАНах).</p>
<b>ПР</b>	<b>Гідравлічні розрахунки простої та розгалуженої парової теплової мережі</b> <b>Тепловий та аеродинамічний розрахунки контактних теплообмінників (КТАНів)</b>
<b>СР</b>	<b>Методика розрахунку системи централізованого теплопостачання жилої і промислової зони</b> Методика розрахунку системи централізованого теплопостачання жилої і промислової зони [2] с. 78-92
<b>Модуль 5: Види забезпечення систем автоматизованого проектування</b>	
<b>ПР</b>	<b>Енергетичний аудит системи теплопостачання на базі котельні НМетАУ</b>
<b>СР</b>	<b>Порядок проведення енергетичного аудиту на підприємствах систем теплопостачання</b> Види та завдання енергетичного аудиту для підприємств систем теплопостачання. Етапи енергетичного аудиту. Вимірювальні засоби при проведенні інструментального етапу енергетичного аудиту [5] с. 191-268.
<b>Модуль 6: Розрахунок системи централізованого теплопостачання жилої і промислової зони</b>	
<b>КП</b>	<b>Розрахунок системи централізованого теплопостачання жилої і промислової зони</b> Вихідні дані на проектування Пояснювальна записка включає: - технічне завдання на проектування; - розрахунки розгалуженої водяної і парової теплової мережі; - побудову графіка п'єзометричних напорів водяної теплової мережі; - вибір необхідного обладнання теплової мережі. Графічна частина проекту являє собою відображення теплової мережі на: - генплані; - монтажній схемі головної магістралі; - поздовжньому профілю головної магістралі; принциповій схемі джерела і споживачів, з'єднаних тепловою мережею.

\*ПР – практичні роботи; ЛР – лабораторні роботи; СР – самостійна робота студента, КП – курсовий проект

#### Політика оцінювання

**Види контролю:** поточний, підсумковий.

**Методи контролю:** спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

**Форма контролю:**

Контрольна чверть	Модулі	Вид контролю
13	1,2,3	Контрольна робота
14	4,5,6	Контрольна робота, Курсовий проект
Підсумкова	1-6	Екзамен, Курсовий проект

Підсумковий контроль та екзамен здійснюються за розкладом заліково-екзаменаційної сесії.

**Критерії оцінювання екзаменаційних білетів з дисципліни «Теплові мережі»:**

№ питання	Кількість балів
1 – 5	по 5 балів (усього 25 балів)
6 – 8	по 10 балів (усього 30 балів)
9	15 балів
10	30 балів

Загальна оцінка формується за 12-бальною шкалою як показник суми балів за вірні відповіді:

Сума балів	Оцінка	Сума балів	Оцінка
0-25	2	60-69	8
25-34	3	70-79	9
35-39	4	80-89	10
40-44	5	90-94	11
45-49	6	95-100	12
50-59	7		

**Політика щодо дедайннів та перескладання:** При отриманні студентом за підсумковим контролем (іспитом) оцінки «незадовільно», підсумкова оцінка з дисципліни не виставляється. Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний) та у відповідності до діючого Положення про організацію освітнього процесу в Національній металургійній академії України.

**Політика щодо академічної доброчесності:** Списування під час проведення контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та підготовки практичних завдань під час заняття.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

**Оцінювання**

Контрольна чверть	Модулі	Вид контролю
13	1,2,3	Контрольна робота
14	4,5,6	Контрольна робота, Курсовий проект
Підсумкова	1-6	Екзамен, Курсовий проект

**Рекомендована література**

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.-М.: Издательство МЭИ, 2001.
2. Прядко М.О. та інш. Теплові мережі: Навчальний посібник /За ред.. М.О. Прядко. –К.: Алеута, 2005.
3. Проектирование теплоснабжения. Пешехонов М.И. –Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982 г.
4. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.1: Отопление и теплоснабжение – Киев: Будівельник, 1976 г.
5. Практическое пособие по выбору и разработке энергозберегающих проектов / Всеми разделах. Под общей редакцией д.т.н. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. Москва. Технопромстрой. 2006, 668 с.