

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра інженерії енергосистем**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження  
(Каплун В.В.)

2024 р.



**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри інженерії енергосистем  
протокол № \_\_\_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

завідувач кафедри  
(Антипов Є.О.)

**“РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОП «Теплоенергетика»  
(Шеліманова О.В.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»**

«галузь знань 14 Електрична інженерія

спеціальність 144 - «Теплоенергетика»

освітня програма - Теплоенергетика

ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»

Розробники: доцент, к.т.н., доцент Антипов Євген Олексійович

Київ – 2024

## Опис навчальної дисципліни

### Теплові мережі

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»	
Освітня програма	Теплоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	3	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2-й	-
Семестр	4-й	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Практичні, семінарські заняття	15 год.	-
Лабораторні заняття	15 год.	-
Самостійна робота	60 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	-

### 1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – є формування у майбутніх фахівців умінь і знань основ проектування, будівництва та експлуатації теплових мереж та систем на їх основі.

Завдання дисципліни – полягає у засвоєнні студентами принципів побудови і розрахунку теплових мереж та схем джерел теплопостачання, вибору основного і допоміжного обладнання, методів теплового та гідравлічного розрахунку теплових мереж, засобів ефективного використання теплової енергії в мережах теплопостачання.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен *знати*:

- нормативну базу та вимоги, які пред'являють до проектування теплових мереж і систем енергозабезпечення об'єктів АПК та комунального сектору на їх основі;
- основні теоретичні відомості щодо класифікації, особливостей побудови та роботи теплових мереж;
- методи теплових та гідравлічних розрахунків теплових мереж та систем теплопостачання на їх основі, приймаючи до уваги вид джерела первинної енергії;
- принципи роботи і конструкції теплоенергетичних пристроїв та установок, які використовуються в ланцюгу «джерело-теплова мережа-споживач»;
- методи регулювання режимів роботи теплових мереж та систем централізованого теплопостачання на їх основі.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен *уміти*:

- виконувати теплові та гідравлічні розрахунки, креслення й графічні схеми, що відносяться до основ проектування та побудови теплових мереж та систем теплопостачання на їх основі;
- під час проектування теплових мереж використовувати сучасні спеціалізовані комп'ютерні програми для числового моделювання;
- здійснювати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень щодо доцільності застосування тієї чи іншої схеми теплових мереж та системи теплопостачання об'єктів АПК та комунального сектору на їх основі;
- надавати екологічну оцінку ефективності роботи теплових мереж та різних схем систем теплопостачання на їх основі.

### ***Набуття компетентностей:***

<i>Інтегральна компетентність</i>	ІК 1	Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов
<i>Загальні компетентності</i>	ЗК 1	Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні
	ЗК 3	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
	ЗК 4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК 6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
	ЗК 7	Здатність працювати в команді
	ЗК 8	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

	ЗК 9	Здатність приймати обґрунтовані рішення
<b>Фахові (спеціальні) компетенності</b>	СК 1	Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі
	СК 2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем
	СК 4	Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі
	СК 5	Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі
	СК 6	Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі
	СК 7	Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики
	СК 8	Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі
	СК 9	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
	СК 10	Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі
	СК 12	Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі

### ***Програмні результати навчання (ПРН):***

#### **Знання і розуміння**

**РН-1.** Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

**РН-2.** Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.

**РН-4.** Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

#### **Інженерний аналіз**

**РН-5.** Здатність розуміти складні інженерні процеси, системи, обладнання і технології, відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати такого аналізу та досліджень.

**РН-7.** Здатність виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

#### **Проектування**

**РН-8.** Здатність розробляти і проектувати складні технічні вироби у сфері теплоенергетики, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

**РН-9.** Здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів сфери теплоенергетики.

#### **Інженерна практика**

**РН-14.** Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій у сфері теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

**РН-15.** Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження для побудови систем енергозабезпечення об'єктів сфери теплоенергетики та агросектору.

**РН-16.** Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

**РН-17.** Практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно.

**РН-18.** Розуміння застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

**РН-19.** Здатність застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціальності «Теплоенергетика».

#### **Комунікація та командна робота**

**РН-23.** Здатність ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

**РН-24.** Здатність ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

## Навчання протягом життя

**РН-25.** Здатність розпізнавати необхідність і самостійно навчатися протягом життя.

**РН-26.** Здатність відстежувати сучасні напрямки розвитку науки і техніки.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Теплові мережі та системи тепlopостачання на їх основі. Споживачі теплової енергії. Регулювання режимів роботи теплових мереж														
Тема 1. Стан та перспективи розвитку теплових мереж і систем на їх основі в Україні та за кордоном	п	4	2	2										
Тема 2. Класифікація систем тепlopостачання та споживачів теплової енергії	н	4	2	2										
Тема 3. Схеми приєднання споживачів до теплових мереж	п	4	2		2									
Тема 4. Арматура теплових мереж. Засоби та схеми прокладки теплових мереж	н	4	2		2									
Тема 5. Регулювання режимів роботи теплових мереж та систем централізованого тепlopостачання на їх основі	п	24	2		2		20							
Разом за змістовим модулем 1		40	10	4	6		20							

Змістовий модуль 2. Конструювання теплових мереж. Тепловий та гідравлічний розрахунок												
Тема 6. Конструювання теплових мереж. Нормативні документи	н	4	2	2								
Тема 7. Вибір варіанту схем приєднання навантажень систем опалення, вентиляції, ГВП, охолодження та технологічного обладнання до теплових мереж	п	4	2	1	1							
Тема 8. Гідравлічний розрахунок теплових мереж	н	14	2	2			10					
Тема 9. Теплова ізоляція та тепловий розрахунок теплових мереж	п	14	2		2		10					
Тема 10. Нові технології при будівництві теплових мереж	н	4	2	2								
Разом за змістовим модулем 2		40	10	7	3		20					
Змістовий модуль 3. Експлуатація теплових мереж та систем тепlopостачання на їх основі												
Тема 11. Експлуатація та ремонт теплових мереж. Оцінка екологічного впливу	п	4	2	2								
Тема 12. Особливості експлуатації підземних теплопроводів і теплових камер	н	4	2	2								
Тема 13. Випробування теплопроводів	п	14	2		2		10					
Тема 14. Центральні теплові пункти (ЦТП)	н	14	2		2		10					

Тема 15. Індивідуальні теплові пункти (ІТП)	п	4	2		2							
Разом за змістовим модулем 3		40	10	4	6		20					
Усього годин		120	30	15	15		60					

### 3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення витрат тепла для різних температур зовнішнього повітря і вибір джерела теплоти	3
2	Визначення впливу режимів регулювання відпуску навантаження на роботу теплових мереж	2
3	Визначення характеристик теплової ізоляції наземних трубопроводів теплових мереж	4
4	Визначення місця установки катодного захисту трубопроводів та дослідження його впливу на термін служби теплових мереж	2
5	Визначення ефективності роботи системи опалення споживачів приєднаних до теплових мереж за залежною та незалежною схемами	2
6	Побудова графіку температур теплоносія в тепловій мережі	2

### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теплотехнічні випробування водо-водяного підігрівача для гарячого водопостачання	2
2	Дослідження статичного режиму теплової мережі	2
3	Дослідження динамічного режиму теплової мережі	2
4	Дослідження роботи теплової мережі з насосною підстанцією	2
5	Обладнання теплового пункту	3
6	Визначення коефіцієнта теплопередачі нагрівальних приладів	2
7	Прилади для виміру кількості тепла, що споживається	2

### 4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Споживачі теплової енергії	10
2	Регулювання режимів роботи теплових мереж та систем централізованого теплопостачання на їх основі	10
3	Вивчення ефективності роботи системи погодозалежного регулювання відпуску теплоти	10
4	Конструювання теплових мереж	10
5	Теплова ізоляція та тепловий розрахунок теплових мереж	10
6	Гідравлічний розрахунок теплових мереж	10



7	Вивчення роботи автоматичних балансувальних клапанів	10
8	Випробування теплопроводів	10
9	Центральні та індивідуальні теплові пункти	10

### **5. Засоби діагностики результатів навчання:**

- іспит;
- модульні тести;
- реферати;
- розрахункові роботи;
- захист лабораторних робіт;

### **6. Методи навчання:**

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні,);
- самостійна робота (виконання завдань);

### **7. Методи оцінювання.**

- іспит;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- реферати,
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах

**8. Розподіл балів**, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$ .

### 9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни на навчальному порталі НУБіП України eLearn  
<https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=4089>

- підручники, навчальні посібники, практикуми;

1. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний з 2009–01–07]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. – (Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі і споруди) (Державні будівельні норми України).
2. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива і теплової енергії на опалення житлових і громадських споруд, а також на господарсько-побутової потреби в Україні. КТМ 204 України 244-94. Керівний матеріал. Київ, 1995. – 636 с.
3. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем та основи проектування джерел теплопостачання / Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 140 с.
4. Шилов Е. Й. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: навч. посібник. / Шилов Е. Й., Гойко А. Ф., Ізмайлова Е. В. – К. : КНУБА, 2001. – 127 с.
5. Ковальчук В. А. Теплопостачання / В. А. Ковальчук, Т. С. Мацнєва. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
6. Шульга М.О., Алексахін О.О. Теплопостачання та гаряче водопостачання. Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 229 с.
7. Алексахін О.О., Герасимова О.М. Приклади і розрахунки з теплопостачання та опалення. – Харків: ХДАМГ, 2002. – 206 с.

-

- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;

1. Антипов Є.О., Міщенко А.В. Теплові мережі. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» / Є.О. Антипов, А.В. Міщенко. – Київ: РВВ НУБіП України, 2022. – 39 с.
2. Антипов Є.О. Тепловодопостачання АПК (Частина 1). Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / Є.О. Антипов. – Київ: РВВ НУБіП України, 2019. – 75 с.
3. Лазоренко В.О. Тепловодопостачання сільського господарства. Ч1. Теплопостачання сільського господарства. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, НАУ, 2004.

## **10. Рекомендовані джерела інформації**

<https://sites.google.com/site/osnoviteplotehnikitagidravliki/>