

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Віктор КАПЛУН

«__» _____ 2024 р.

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри інженерії енергосистем

Протокол №__ від «__» _____ 2024 р.

в.о. завідувача кафедри

Євген АНТИПОВ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Інженерія відновлювальних джерел
енергії та енергоменеджмент»

Валерій ГОРОБЕЦЬ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛО- ВОДО- І ГАЗОПОСТАЧАННЯ»

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

спеціальність 144 «Теплоенергетика»

освітня програма «освітньо-професійна»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Кафедра інженерії енергосистем

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

Опис навчальної дисципліни

Інтегровані системи тепло- водо- і газопостачання

(назва)

Освітній ступінь, галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	3,0	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1-й	-
Семестр	1-й	-
Лекційні заняття	15 год.	-
Практичні, семінарські заняття	15 год.	-
Лабораторні заняття	15 год.	-
Самостійна робота	75 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	-

1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – підготовка кваліфікованих інженерних кадрів в області проектування систем тепло- водо- і газопостачання з урахуванням особливостей їх побудови та експлуатації, як на основі традиційних, так і поновлюваних джерел енергії.

Завдання дисципліни – полягає у засвоєнні студентами теоретичних знань, набутті практичних навиків, формуванню можливостей самостійно розв'язувати конкретні інженерні задачі щодо проектування систем тепло- водо- і газопостачання об'єктів агропромислового виробництва та житлово-комунального сектору.

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

- нормативну базу та вимоги, які пред'являють до проектування інженерних систем об'єктів агро- та комунального сектору;
- методи теплових розрахунків систем тепло- водо- і газопостачання, приймаючи до уваги вид джерела первинної енергії;
- основні теоретичні відомості про особливості роботи та побудови систем тепло- водо- і газопостачання;
- принципи роботи і конструкції теплоенергетичних пристроїв та установок, які використовуються в ланцюгу «джерело-споживач» інтегрованих систем.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти**:

- виконувати теплові та гідравлічні розрахунки, креслення й графічні схеми, що відносяться до систем тепло- водо- і газопостачання;
- під час проектування інтегрованих систем використовувати сучасні спеціалізовані комп'ютерні програми для числового моделювання;
- здійснювати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень щодо доцільності застосування тієї чи іншої системи тепло- водо- і газопостачання об'єктів агро- та комунального сектору.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціальні задачі та практичні проблеми в галузі термодинаміки і теплотехніки на середньому рівні управління на основі застосування базових знань та практичних навичок з дисципліни	
<i>Інтегральна компетентність</i>	ІК1	Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.
<i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</i>	СК5	Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.
	СК6	Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання.

Змістовий модуль 1. Джерела теплопостачання. Теплові мережі. Тепловий та гідравлічний розрахунок

Тема 1. Класифікація систем тепло- водо- і газопостачання

Джерела енергії. Споживачі енергії: класифікація та характеристика споживачів. Графіки теплового навантаження. Джерела теплопостачання: класифікація, конструкції та технічні характеристики.

Системи теплопостачання. Характеристика та вибір інтегрованих систем об'єктів агро- та житлово-комунального сектору. Централізовані та децентралізовані системи. Залежне та незалежне приєднання систем до теплової мережі.

Тема 2. Котельні установки. Енергетичне паливо

Поняття про котельні установки. Основні типи котельних агрегатів. Схема котельної установки і її основні елементи. Економічність котельного агрегату. Типи топок для спалювання палива: шарові, камерні, з нерухомим шаром палива, з рухомим шаром палива, механізовані, ручні. Основні характеристики топочних пристосувань, їх конструкція.

Види енергетичного палива, його основні і теплотехнічні характеристики: склад, теплота згоряння, вологість, зольність і вихід легких речовин. Класифікація палива. Особливості згоряння твердого, рідкого і газоподібного палива. Очищення димових газів. Розрахунок процесів горіння твердого, рідкого і газоподібного палива. Визначення теоретично необхідної кількості для спалювання палива.

Тема 3. Теплові та водопровідні мережі. Тепловий та гідравлічний розрахунок

Теплові мережі. Способи прокладання теплових мереж. Основні елементи теплових мереж: труби, опори, компенсатори, антикорозійна та теплова ізоляція. Регулювання теплового навантаження: центральне, місцеве, індивідуальне.

Розрахунок та вибір системи тепло- водо- і газопостачання. Тепловий розрахунок мереж при наземному, безканалному та каналному прокладанні. Гідравлічний розрахунок мереж: визначення діаметрів труб, витрат теплоносіїв, падіння тиску в мережі. Вибір джерела тепло- та водопостачання. Річні витрати теплоти, палива і первинної енергії.

Змістовий модуль 2. Внутрішньобудинкові системи опалення

Тема 4. Внутрішньобудинкові системи опалення та водопостачання. Тепловий ввід. Балансувальна та розподільча арматура

Опалення виробничих і комунально-побутових будівель. Тепловтрати та теплопритоки будівель. Загальна характеристика систем опалення: водяного, парового, панельно-променевого, повітряного, пічного.

Водяне опалення. Класифікація систем водяного опалення. Принципові схеми теплопостачання систем водяного опалення. Теплові пункти. Однотрубна та двотрубна системи з природною циркуляцією. Системи

опалення з вимушеною циркуляцією. Балансувальна та розподільча арматура.

Змістовий модуль 3. Поновлювані джерела енергії в системах тепло- водо- і газопостачання

Тема 5. Поновлювані джерела енергії в інтегрованих системах. Фотоелектричні перетворювачі. Геліосистеми. Вітроенергетичні установки

Місце та роль ПДЕ в сучасній енергетиці. Класифікація поновлюваних джерел енергії. Методи комплексного поєднання ПДЕ в комбінованих енергосистемах. Перспективи нарощування об'ємів виробництва електричної та теплової енергії від поновлюваних джерел в Україні.

Особливості трансформації вітрових енергетичних потоків та потоків сонячного випромінювання у фото батареях і сонячних колекторах, напрямки підвищення їх енергетичної та техніко-економічної ефективності.

Особливості використання теплової енергії підземних вод. Практичне застосування геотермальної енергії для теплопостачання. Схеми теплових насосів типу «повітря–фреон» та «вода–фреон».

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. Джерела теплопостачання. Теплові мережі. Тепловий та гідравлічний розрахунок														
Тема 1. Класифікація систем тепло- водо- і газопостачання	п н	6	2	2	2									
Тема 2. Котельні установки. Енергетичне паливо	п н	6	2	2	2									
Тема 3. Теплові та водопровідні мережі. Тепловий та гідравлічний розрахунок	п н	29	2 1	2 1	2 1		20							
Разом за змістовим модулем 1		41	7	7	7		20							
Змістовий модуль 2. Внутрішньобудинкові системи опалення														
Тема 4. Внутрішньобудинкові системи	п н	32	2 2	2 2	2 2		20							

опалення та водопостачання. Тепловий ввід. Балансувальна та розподільча арматура													
Разом за змістовим модулем 2		32	4	4	4		20						
Змістовий модуль 3. Поновлювані джерела енергії в системах тепло- водо- і газопостачання													
Тема 5. Поновлювані джерела енергії в інтегрованих системах. Фотоелектричні перетворювачі. Геліосистеми. Вітроенергетичні установки	п н	47	2 2	2 2	2 2		35						
Разом за змістовим модулем 3		47	4	4	4		35						
Усього годин		120	15	15	15		75						

3/ Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок витрат тепла для різних температур зовнішнього повітря і вибір джерела теплоти	2
2	Побудова графіку температур теплоносія в тепловій мережі	2
3	Вивчення принципу перетворення енергії вітру у електричну енергію	3
4	Вивчення будови та особливостей роботи активної сонячної системи теплопостачання	4
5	Вивчення будови та принципу дії теплового насосу	4

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення вологості та зольності твердого палива	2
2	Дослідження центрального якісного регулювання теплового навантаження	2
3	Визначення коефіцієнта теплопередачі	2
4	Дослідження густини теплового потоку через огорожувальні конструкції	4
5	Визначення коефіцієнта теплопередачі нагрівального приладу	3
6	Дослідження прямого перетворення сонячної енергії в електричну	2

4/ Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок теплових та гідравлічних навантажень об'єктів агропромислового виробництва.	
2	Розрахунок параметрів роботи системи опалення приміщення в динамічному режимі. Методика розрахунку та вибору балансувальної арматури.	
3	Застосування систем акумулювання в енергосистемах автономної енергетики на базі ПДЕ.	

5. Засоби діагностики результатів навчання:

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **екзамен;**
- залік;
- **модульні тести;**
- реферати;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- **захист лабораторних та практичних робіт;**
- інші види.

6. Методи навчання:

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);**
- **практичний метод (лабораторні, практичні заняття);**
- **наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);**
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- **самостійна робота (виконання завдань);**
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.
- інші види.

7. Методи оцінювання.

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **екзамен;**
- залік;
- усне або письмове опитування;
- **модульне тестування;**
- командні проекти;

- реферати, есе;
- **захист лабораторних та практичних робіт;**
- презентації та виступи на наукових заходах
- інші види.

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

Методичне забезпечення

1. Антипов Є.О. Тепловодопостачання АПК (Частина 1). Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / Є.О. Антипов. – Київ: РВВ НУБіП України, 2019. – 75 с.
2. Лазоренко В.О. Тепловодопостачання сільського господарства. Ч1. Теплопостачання сільського господарства. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, НАУ, 2004.

Рекомендована література

- основна:

1. Драганов Б.Х. та ін. Проектування систем теплопостачання сільського господарства. - К.: Техніка, 2003. – 160 с.
2. 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).
3. Котельні: ДБН В.2.5 – 77:2014. – [Чинний від 2015-01-01]. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 48 с. – (Державні будівельні норми України).

4. 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.
5. 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.
6. Алабовський О. М. Проектування котелень промислових підприємств : курсове проектування з елементами САПР : навч. посібник / Алабовський О. М., Боженко М. Ф., Хоренженко Ю. В. – К. : Вища шк., 1992. – 207 с.
7. Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа і водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115 °С. – К. , 1996. – 127 с.
8. 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.
9. Ковальчук В. А. Теплопостачання / В. А. Ковальчук, Т. С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
10. Шульга М.О., Алексахін О.О. Теплопостачання та гаряче водопостачання. Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 229 с.
11. Алексахін О.О., Герасимова О.М. Приклади і розрахунки з теплопостачання та опалення. – Харків: ХДАМГ, 2002. – 206 с.
12. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню. К.: Урожай, 1992.

- допоміжна:

1. ВОДНИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ. – 6 червня 1995 року, N 213/95-ВР.

Інформаційні ресурси

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