

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження
“5” червня 2025 р.“

”

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ І СИСТЕМИ З ВДЕ»**

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G4.02 Енерговиробництво (Теплоенергетика)

Освітня програма «Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент»

ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»

Розробники: професор, д.т.н., Горобець Валерій Григорович

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Одне із основних завдань дисципліни теплоенергетичні установки з ВДЕ полягає в засвоєнні студентами теоретичних основ роботи теплоенергетичних установок з ВДЕ, набуття практичних навичок, формуванню можливостей самостійно розв'язувати конкретні інженерні задачі. В результаті вивчення дисципліни студенти повинні вивчити склад теплоенергетичних установок і систем з ВДЕ, знати основні принципи їх роботи, теплові і гідродинамічні процеси, які протікають у теплоенергетичних установках з ВДЕ, виконувати теплотехнічні розрахунки процесів гідродинаміки і теплопереносу в теплоенергетичних установках з ВДЕ.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	G4.02 Енерговиробництво (Теплоенергетика)	
Освітня програма	Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	Заочна
Курс (рік підготовки)	1-й	
Семестр	1-й	
Лекційні заняття	15 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	год.
Лабораторні заняття	год.	год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета підготовка кваліфікованих інженерних кадрів по сучасним технологіям в області теплоенергетики

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): 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.

загальні компетентності (ЗК): ЗК1 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

спеціальні (фахові) компетентності (СК): СК2 Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

СК3 Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПРН16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

ПРН18. Розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	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
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про теплоенергетичні установки з ВДЕ.												
Тема 1. Основні напрямки розвитку теплоенергетичних установок і систем з використанням ВДЕ	11	2	2			7						
Тема 2. Теплові сонячні електростанції, принцип їх функціонування.	11	2	2			7						
Тема 3. Сонячна енергетика .	11	2	2			7						
Тема 4. Теплові насоси – ефективний і екологічний метод для опалення та гарячого водопостачання будівель різного призначення	12	2	2			8						
Разом за змістовим	45	8	8			29						

модулем 1												
Змістовий модуль 2. Розрахунок теплоенергетичного обладнання. Вітроенергетика і біоенергетика.												
Тема 5. Тепловий і гідравлічний розрахунок теплообмінників ВДЕ.	9	1	1			7						
Тема 6. Вітроенергетичні установки.	11	2	2			7						
Тема 7. Біоенергетика.	11	2	2			7						
Тема 8. Використання відновлювальних джерел енергії в сільському господарстві.	14	2	2			10						
Разом за змістовим модулем 2	45	7	7			31						
Курсовий проект з дисципліни Теплоенергетичні установки і системи з ВДЕ	90	15	15			60						
Усього годин	90	15	15			60						

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принцип роботи і склад сонячних теплоенергетичних установок.	3
2	Основні конструкції теплових насосів.	3
3	Тепловий розрахунок теплоенергетичного обладнання з ВДЕ.	3
4	Гідравлічний розрахунок теплоенергетичного обладнання з ВДЕ.	3
5	Теплоенергетичне обладнання з ВДЕ в агропромисловому секторі.	3

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
-------	------------	-----------------

1		
2		
3		
4		
5		

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принцип роботи сонячних колекторів	15
2	Сонячні батареї	15
3	Парокомпресійні теплові насоси	15
4	Вітрогенератори	15
5	Біотехнології для отримання теплової і електричної енергії	15
6	Використання ВДЕ у сільському господарстві	15

Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Склад і принцип роботи плоского геліоколектора.
2. Склад і принцип роботи вакуумного геліоколектора.
3. Що таке тепла сонячна електростанція?
4. Основні типи сонячних теплових електростанцій.
5. Принцип роботи сонячної батареї.
6. Сонячні електростанції.
7. Принцип роботи теплового насоса.
8. Грунтові теплові насоси.
9. Водяні і повітряні теплові насоси.
10. За яким термодинамічним циклом відбувається робота теплового насоса
11. Системи опалення на базі теплових насосів.
12. Акумуляування теплової енергії від поновлювальних джерел енергії.
13. Типи акумуляторів та основні фізичні принципи їх роботи.
14. Принцип роботи і склад ВЕУ з горизонтальною віссю обтікання.
15. Вітрогенератори з ротором Савоніуса.
16. Вітрогенератори з ротором Дар'є.
17. Розрахунок потужності вітрогенератора.
18. Біогазові установки.
19. Принцип роботи і склад біогазової установки.
20. Геотермальні установки.
21. Біоенергетика.
22. Види біопалив та способи їх отримання.
23. Котельне устаткування на основі біопалив.
24. Система рекуперації для вентиляційних систем.
25. Принцип роботи рекуперативного теплообмінника.
26. Тепловий розрахунок теплообмінного обладнання.
27. Гідравлічний розрахунок теплообмінного обладнання.
28. Гідроенергетика.

29. Розрахунок потужності теплового насоса для опалення будівель.
30. В біогазовій установці мікробіологічні процеси виробництва метану відбуваються в якому інтервалі температур?
31. ККД теплового насоса знаходиться в якому інтервалі?
32. Температурний діапазон ґрунтового теплового насоса знаходиться в якому інтервалі:?
33. Температурний діапазон повітряного теплового насоса знаходиться в якому інтервалі?
34. Біогазова установка включає які компоненти:?
35. В біогазовій установці мікробіологічні процеси виробництва метану відбуваються в якому інтервалі температур?
36. Основним продуктом біогазової установки є який газ ?
37. Для оптимального протікання процесів зброджування екстракту в метантенку необхідно використати які пристрої?
38. Газгольдер призначений для яких цілей?
39. В теплообмінниках рекуперативного типу використовується які типи оребрення?
40. Використання ВДЕ в агропромисловому секторі.

5. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проектів;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

6. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- кейс-метод;
- метод проєктного навчання;
- метод перевернутого класу, змішаного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму
- метод гейміфікованого навчання.

7. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Назва		
Лекція 1 (за наявності оцінювання)		-
Лабораторна/практична робота 1.		10
Самостійна робота (за наявності) 1.		5
Лекція 2 (за наявності оцінювання)		-
Лабораторна/практична робота 2.		15
Самостійна робота (за наявності) 2.		10

...		...
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Назва		
...		
Модульна контрольна робота 2.		
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
Курсовий проект/робота (за наявності)		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	<i>НАПРИКЛАД:</i> роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	<i>НАПРИКЛАД:</i> списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	<i>НАПРИКЛАД:</i> відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

8. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - *посилання*) **ОБОВ'ЯЗКОВО**;
- посилання на цифрові освітні ресурси;
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;
- програма навчальної (виробничої) практики навчальної дисципліни (якщо вона передбачена навчальним планом).

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. 2023. ЦП Компринт, 523 с.
2. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. –ЦП «Компринт». 2016. – 300 с.
3. М Корчемний, В Федорейко, В Щербань. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.- 984 с

Додаткова література

1. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. 2019. ЦП Компринт, 400 с.
2. Теплотехніка / [упор. Б.Х.Драганов, О.С.Бессараб, А.А.Долінський та ін.] ; під ред. Б.Х. Драганова. – [2-е вид.]. – Київ: в-во «Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
3. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. –ЦП «Компринт». 2015. – 389 с.
4. Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.

10. Інформаційні ресурси

1. Тепловые насосы в теплоснабжении...
<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61396/14-Dolinsky.pdf?sequence=1>
2. Термодинамические основы тепловых насосов
http://window.edu.ru/resource/285/67285/files/Wasikow_ucheb.pdf
3. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения. Курсовое проектирование
https://www.bsatu.by/sites/default/files/field/publikatsiya_file/ispolzovanie-solnechnoy-energii-v-sistemah-teplosnabzheniya-kursovoe-proektirovanie.pdf
4. Современные технологии энергосбережения
file:///C:/Users/User/Downloads/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F_27.02.2017.PDF