

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф. Віктор КАПІЛУН

“ 20 ”

2025 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії енергосистем
протокол № 6 від “14” травня 2025 р.

Завідувач кафедри

Євген АНТИПОВ

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

проф. Микола ЗАБЛОДСЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Системи виробництва електричної та теплової енергій

спеціальність G3 «Електрична інженерія»

освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: професор кафедри інженерії енергосистем, д.т.н., проф. Горобець В.Г.

Київ – 2025 р.

1. Опис навчальної дисципліни Система виробництва теплової і електричної енергій

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	G3 «Електрична інженерія»	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)		
Семестр		
Лекційні заняття	20 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	40 год.	год.
Лабораторні заняття	год.	год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань по удосконаленню енергетичних установок і систем по виробництву електричної і теплової енергії та впровадження нових технологій на базі поновлювальних джерел енергії.

Завдання:

вивчити основні принципи роботи теплоенергетичних установок по виробництву теплової і електричної енергій;

опанувати основні технічні та технологічні терміни, які використовуються в енергетиці, типи енергетичних систем, нові сучасні розробки в галузі генерації теплової і електричної енергій;

освоїти фізичні аспекти теплофізичних процесів виробництва електричної і теплової енергій;

знати принципи побудови технологічних схем і пристроїв для виробництва теплової і електричної енергій; вимоги до основних показників енергетичних

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної та наукової діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальні компетентності (ЗК): (ЗК02) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК04) Здатність розробляти проекти та управляти ними.

фахові (спеціальні) компетентності (СК): (СК03) Здатність демонструвати розуміння вимог до надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку; (СК06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень; (СК07) Здатність ініціювати, розробляти і реалізувати комплексні інноваційні проекти в електричній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Програмні результати навчання (РН): (РН04) Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у електричній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках; (РН05) Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; (РН11) Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання;

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усь ого	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Загальні відомості про системи виробництва електричної та теплової енергій. Сучасний стан і перспективи розвитку енергетики в Україні. Теоретичні основи теорії горіння. ТЕС і ТЕЦ на базі газових та парових турбін. Когенераційні установки. Паливні ресурси.												

Тема 1. . Основні відомості. Сучасний стан і перспективи розвитку енергетики в Україні. Енергетичні ресурси. Принцип роботи ТЕС і ТЕЦ.	15	2	4			9	15					
Тема 2. Газові турбіни. Парові турбіни. Двигуни внутрішнього згорання. Паросилові установки. Когенераційні установки.	15	2	4			9	15					
Тема 3. Паливо, тверде, рідке та газоподібне паливо. Кінетичні та фізичні основи процесу горіння палива.	15	2	4			9	15					
Тема 4. Горіння твердого палива, Горіння рідкого палива. Горіння газоподібного палива. Розрахунок процесів горіння	15	2	4			9	15					
Тема 5. Топки, основні конструкції та принцип роботи топочних пристроїв. Форсунки на твердому, рідкому та газоподібному паливі.	15	2	4			9	15					
Разом за розділом 1	75	10	20			45	75					
Розділ 2. Парові та водогрійні котли. Компресори, теплонагрівачі, водонагрівачі, калориферні установки. Екологічні показники оточуючого середовища при використанні теплоенергетичних установок. Теплонасосні та сонячні установки.												
Тема 1. Котельні установки. Парові котли. Водогрійні котли. Компресори, водонагрівачі, калориферні установки.	15	2	4			9	15					
Тема 2. Теплові та енергетичні характеристики котлів. Допоміжне обладнання котельних установок.	15	2	4			9	15					

Тема 3. Екологічні показники теплоенергетичних установок. Парокомпресійні та абсорбційні теплові насоси.	15	2	4			9	15					
Тема 4. Біогазові установки. Сонячні колектори і батареї. Геотермальні установки. Теплові акумулятори Сонячні електростанції.	15	2	4			9	15					
Тема 5. Вентиляційні системи. Методи розрахунку вентиляції при проектування житлових і громадських будівель, ферм ВРХ, свино- та птахоферм. Системи підтримання мікроклімату в приміщеннях різного призначення. Енергозберігаючі будинки.	15	2	4			9	15					
Разом за розділом 2	75	10	20			45	75					
Усього годин	150	20	40			90	150					

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення ресурсного балансу наявного палива в Україні. Склад і характеристика твердого, рідкого та газоподібного палива.	8
2	Визначення характеристик згорання твердого, рідкого і газоподібного палива. Розрахунок процесів горіння. Склад і об'єм продуктів згорання.	8
3	Схеми паросилових та когенераційних установок. Тепловий і гідравлічний розрахунок когенераційних установок	8
4	Визначення теплового та ексергетичного балансу котла. Тепловий і гідравлічний розрахунок котла та його елементів.	8
5	Схеми опалення з тепловими насосами та сонячними колекторами. Розрахунок теплового насоса. Розрахунок сонячного колектора.	8

5. Зразки контрольних питань для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Як називається речовина, при згорянні якої виділяється теплота, яка достатня для перетворення в інші види енергії?
2. Які бувають види палива?
4. Що таке робоча, суха і горюча маси палива?
5. Що таке робоча волога, аналітична волога і зольність палива?
6. Який продукт свідчить про повне згоряння палива?
7. Що таке нижча теплота згоряння палива?
8. Що таке вища теплота згоряння палива?
9. Що таке паливний еквівалент?
10. Як визначається вища теплота згоряння палива?
11. Заданий склад робочої маси палива: Як визначається питома вага вуглецю у його абсолютно-сухій масі?
12. Заданий склад робочої маси палива: Чому дорівнює вміст вологи у його абсолютно-сухій масі?
13. Заданий склад робочої маси палива: Чому дорівнює вміст золи у його горючій масі?
14. За яким термодинамічним циклом відбувається робота газотурбінної установки?
15. За яким термодинамічним циклом відбувається робота холодильної установки?
16. За яким термодинамічним циклом відбувається робота двигунів внутрішнього згорання із свічкою запалювання і дизельного двигуна?
17. Розказати про термодинамічні основи роботи теплового насоса.
18. Що таке простий конденсаційний цикл або цикл Ренкіна?
19. Що таке теплофікаційний цикл?
20. Що таке парогазовий цикл?
21. Розказати про регенеративний термодинамічний цикл газотурбінної установки.
22. Як відбувається утилізація теплоти в когенераційній установці з ДВЗ?
23. Як відбувається утилізація теплоти в когенераційній установці з ГТУ?
24. Методи теплового розрахунку рекуперативного теплообмінника?
25. Методи гідравлічного розрахунку рекуперативного теплообмінника?
26. Методи інтенсифікації процесів теплообміну на поверхні теплообмінника?
27. Які типи оребрення використовуються на поверхні теплообмінника?
28. Які типи інтенсифікаторів використовуються для інтенсифікації процесів теплообміну на поверхні теплообмінника?
29. Що таке деаераційна установка в котельній установці?
30. Які види палива використовуються в котельній установці?
31. Які основні компоненти в продуктах згорання котельної установки?
32. Способи, які використовуються в системі водопідготовки для котельної установки?
33. Що таке економайзер в котельній установці?
34. Що таке пароперегрівач в котельній установці?

35. Основні методи очистки продуктів згорання в котельних установках теплових електростанцій.
36. Дві складові гідравлічних втрат при гідравлічному розрахунку рекуперативного теплообмінника?
37. Які методи використовують при водопідготовці в котельній установці?
38. Принцип роботи скруббера в котельній установці?
39. Основні типи геліоколекторів?
40. Типи котельних установок та їх призначення?
41. Склад котельного агрегату?
42. До допоміжного устаткування котельної належать наступні пристрої?
43. Принцип роботи парового котла.
44. Що відноситься до хвостових поверхонь нагріву котельної установки?
45. Як визначити середньоарифметичний та середньологарифмічний температурний напір пароперегрівника конвективного типу?
46. Як визначити коефіцієнт теплопередачі теплообмінника?
47. Принцип роботи когенераційної установки.
48. Що таке рекуперативний теплообмінник?
49. Що таке регенеративний теплообмінник?
50. Що таке теплообмінник змішувального типу?
51. Які бувають типи парових котлів?
52. Який ККД теплового насосу?
53. Температурний діапазон ґрунтового теплового насосу?
54. Принцип роботи біогазової установки?
55. В якому інтервалі температур: відбуваються мікробіологічні процеси виробництва метану в біогазовій установці?
56. З якою метою використовується оребрення стінок в теплообміннику?
57. Типи топок, які використовуються для спалювання твердого палива.
58. Які типи котлів використовуються для нагрівання води.
59. Принцип роботи, основні типи та ККД теплових електростанцій.
60. Когенераційні установки великої, середньої та малої потужності на базі ГТУ та ДВЗ, принципи їх роботи.
61. Принцип роботи компресійних та абсорбційних теплових насосів. Основні типи та конструкції компресійних теплових насосів.
62. Сонячні колектори та принцип їх роботи. Основні типи геліоколекторів.
63. Наукові засади, принцип роботи та основні складові біогазових установок.
64. Котельні установки, основні складові та принцип їх роботи. Типи котельних установок.
65. Основні положення та методи розрахунку енергозберігаючих будівель. Альтернативні джерела та системи енергопостачання енергозберігаючих будівель.
66. Акумуляування теплової енергії. Основні типи теплових акумуляторів та принципи їх роботи.
67. Що таке індивідуальний тепловий пункт та принцип його роботи?
68. Теплові мережі. Сучасні конструкції теплових мереж.
69. Котли конденсаційного типу. Принцип їх роботи.
70. Когенераційні установки на базі паливних елементів. Фізичні основи роботи паливних елементів.

71. Принцип роботи теплових електростанцій на геотермальній енергії.
72. Принцип роботи сонячних батарей.
73. Сонячні теплові електростанції, їх типи та принцип роботи.

6. Методи навчання.

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

7. Форми контролю.

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Залік.

8. **Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

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

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. К.: - КП «Компринт». 2019.- 418 с.
2. Горобець В.Г. Когенераційні установки. Навчальний посібник. К.: ЦП Компринт, 2016. 300 с.
3. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. Навчальний посібник. Київ. КОМПРИНТ. 2023. 523 с.
4. Горобець В.Г., Богдан Ю.О., Троханяк В.І. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок. К.: ЦП "Компринт". 2017. – 375 с.
5. Ободович О.М., Горобець В.Г., Лимар А.Ю., Троханяк В.І., Антипов Є.О., Сердюк А.М. Роторно-пульсаційні апарати для приготування рідких зернових кормів. К.: Компринт, 2021, 185 с.

6. Gorobets V.G., Obodovich O.M., Trokhaniak V.I., Limar A.Y., Antipov I.O., Spodyniuk N.A, Rotary-pulsation apparatus for preparation of liquid grain feed. Lambert. Academic Publishing. 2021. 180 p.
7. Gorobets V.G., Obodovich O.M., Trokhaniak V.I., Limar A.Y., Antipov I.O., Spodyniuk N.A. Research of preparation processes of liquid grain feeds using rotor-pulsation technologies. Київ. КОМПРИНТ. 2022. 178 с.
8. В.І. Троханяк, В.Г Горобець. Енергозберігаюча система підтримання мікроклімату в пташниках на основі теплообмінного обладнання. Монографія. Київ. НУБіП України. 2024. 321 с

10. Рекомендовані джерела інформації

1. *Business English*. URL:
<https://kims.net.pk/LM%20ShortCours/English/BookGuffey.pdf>
2. *Scientific English* URL :
<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/BCM/2019/scientific%20english.pdf...>
3. *Heat transfer and gas dynamics numerical modelling of compact pipe bundles of new design*. *Machinery & Energetics*, 2023, 14(3), 79-89. Trokhaniak, V., Gorobets, V.
<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aqcd%3A9%3A20075977/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aqcd%3A174212244&crl=c>