

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра теплотехніки

T8560



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора
з навчальної роботи
к.т.н., проф. НУК О.М. Дудченко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**ТЕОРІЯ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І СИСТЕМ**

Theory and Methodology of Thermal Power Plants and Systems Research

рівень вищої освіти *другий магістерський*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» є однією із комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальність 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійна програма «Теплоенергетика».

« 25 » серпня 2024 року – 25 с.

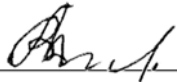
Розробники: Кобалава Г.О., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри теплотехніки
Шаповалов Ю.О., к.т.н., доцент, професор НУК
Соломонюк Д.М. – к.т.н., асистент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми

«Теплоенергетика»

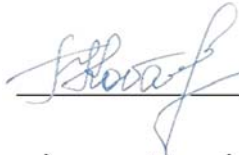
д.т.н., професор

 О.П. Воїнов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки

Протокол № 01 від « 27 » серпня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри теплотехніки

 Г.О. Кобалава

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол № 01 від « 28 » серпня 2024 р.

Голова МР ХННІ НУК

 О.М. Дудченко

© Кобалава Г.О., 2024

© Шаповалов Ю.О., 2024

© Соломонюк Д.М., 2024

© ХННІ НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ	
1. Опис навчальної дисципліни.....	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	7
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	7
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	17
7. Форми поточного та підсумкового контролю	17
8. Критерії оцінювання результатів навчання	19
9. Засоби навчання	20
10. Рекомендовані джерела інформації	21
Додатки.....	22

ВСТУП

Анотація

Вивчення освітнього компоненту «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» забезпечує надання здобувачам вищої освіти спеціальних знань та вмінь в області проектування, експлуатації та оптимізації теплоенергетичних установок і систем. Цей курс охоплює сучасні методи аналізу та моделювання теплоенергетичних процесів, інноваційні підходи до підвищення енергоефективності, а також розвиває навички проведення наукових досліджень у галузі теплоенергетики.

Програма навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» розрахована на здобувачів другого магістерського освітнього рівня, які вивчили та вивчають наступні курси: «Проектування теплоенергетичних установок», «Проектування систем теплоенергетичних установок», «Системи контролю, діагностики та управління теплоенергетичних установок, оптимізація їх параметрів». Здобувачі оволодіють передовими методиками експериментальних досліджень, навчатися застосовувати сучасні програмні комплекси для чисельного моделювання теплоенергетичних систем, а також отримують глибоке розуміння фізичних процесів, що відбуваються в енергетичному обладнанні. Особлива увага приділяється розвитку критичного мислення та здатності до розв'язання складних інженерних задач у контексті сучасних викликів енергетичної галузі та вимог сталого розвитку. В цілому, вивчення цієї дисципліни допоможе студентам сформувати компетентності з розробки та впровадження інноваційних технологій у сфері теплоенергетики, підготовки науково-технічної документації та презентації результатів досліджень на високому професійному рівні, що також може бути корисним при розробці наукових розділів кваліфікаційної магістерської роботи.

Ключові слова: Теплоенергетичні установки та системи, моделювання теплових процесів, оптимізація енергосистем, експериментальні дослідження.

Abstract

The study of the educational component "Theory and Methodology of Thermal Power Plants and Systems Research" provides higher education students with specialized knowledge and skills in the field of design, operation, and optimization of thermal power plants and systems. This course covers modern methods of analysis and modeling of thermal power processes, innovative approaches to improving energy

efficiency, and develops skills in conducting scientific research in the field of thermal power engineering.

The curriculum of the discipline "Theory and Methodology of Thermal Power Plants and Systems Research" is designed for students of the second master's educational level who have studied and are studying the following courses: "Design of Thermal Power Plants," "Design of Thermal Power Plant Systems," "Control Systems, Diagnostics, and Management of Thermal Power Plants, Optimization of Their Parameters." Students will master advanced methods of experimental research, learn to apply modern software complexes for numerical modeling of thermal power systems, and gain a deep understanding of the physical processes occurring in power equipment. Special attention is paid to the development of critical thinking and the ability to solve complex engineering problems in the context of modern challenges in the energy sector and sustainable development requirements. Overall, studying this discipline will help students develop competencies in developing and implementing innovative technologies in the field of thermal power engineering, preparing scientific and technical documentation, and presenting research results at a high professional level, which can also be useful in developing scientific sections of the master's thesis.

Key words: Thermal power plants and systems, thermal process modeling, energy system optimization, experimental research.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		1-й	1-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/thermal-power-m.html	Спеціальність 144 «Теплоенергетика» Освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		1-й	1-й
		Лекції	
		30 годин	10 годин
Загальна кількість годин – 180		Лабораторні роботи	
		–	–
		Практичні заняття	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4, самостійної роботи здобувача вищої освіти – 8	30 годин	10 годин	
	Самостійна робота		
	120 годин	160 годин	
Освітній рівень: другий (магістерський)		Вид контролю	
		Іспит	
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем» є формування у здобувачів згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 22.10.2020 № 1292, таких компетентностей:

1) інтегральна компетентність:

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.

2) загальні компетентності:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

3) спеціальні (фахові) компетентності:

СК1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

СК2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

СК5. Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проєкти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проєктування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

*СК8. Здатність проводити дослідження та розробляти заходи з підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Проектування теплоенергетичних установок», «Проектування систем теплоенергетичних установок», «Системи контролю, діагностики та управління теплоенергетичних установок, оптимізація їх параметрів».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів таких програмних результатів навчання:

ПР1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПР2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПР4. Відшукувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПР6. Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

ПР7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПР11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПР14. 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.

ПР16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

*ПР18. Проводити наукові дослідження з метою підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у теплоенергетичних установках та системах, розробляти та обґрунтовувати заходи з енергозбереження, мінімізації шкідливих викидів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Методологічні основи наукової діяльності.

Тема 1. Мета і задачі, головні поняття та визначення курсу. Загальна схема наукового дослідження. Об'єкт та предмет дослідження. Концепції досліджень. Суть і явища теорії дослідження. Зміст і форма дослідження. Співвідношення мети, засобів та можливостей дослідження. Формування наукового знання: ідея, гіпотеза, теорія.

Джерела інформації: [1], с. 5-18; [3], с. 31-38.

Тема 2. Поняття методології та методики наукових досліджень. Методи дослідження. Методи емпіричного та теоретичного дослідження. Інформаційне забезпечення наукової роботи.

Джерела інформації: [1], с. 18-48; [2], с. 18-63.

Тема 3. Робота з літературними джерелами. Етика наукових досліджень та академічна доброчесність. Науково-експериментальна обґрунтованість отриманих результатів.

Джерела інформації: [1], с. 48-78; [2], с. 63-74.

Змістовий модуль 2. Методологія проведення експериментальних досліджень.

Тема 4. Експериментальні дослідження: головні поняття та визначення. Коло і рівень задач. Розробка плану дослідження. Кодування факторів.

Джерела інформації: [1], с. 71-73; [2], с. 91-113.

Тема 5. Методика проведення повного факторного експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.

Джерела інформації: [2], с. 112-132.

Тема 6. План MQ. Методика проведення експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.

Джерела інформації: [3], с. 47-57; [4], с. 30-33.

Тема 7. Латинський квадрат. Методика проведення експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.

Джерела інформації: [4], с. 34-105; [5], с. 47-57.

Змістовий модуль 3. Математичне моделювання процесів та чисельний експеримент.

Тема 8. Математичне моделювання процесів у енергетичних установках та їх обладнанні. Мета моделювання та класифікація моделей. Коло і рівень задач математичного моделювання.

Джерела інформації: [5], с. 8-22.

Тема 9. Складання математичних моделей. Постановка задач моделювання. Застосування теорії та показників подібності.

Джерела інформації: [5], с. 22-40.

Тема 10. Вибір методу розв'язання задач. Аналітичні та чисельні рішення. Загальні положення перевірки моделі на достовірність.

Джерела інформації: [2]; [5], с. 30-75.

Тема 11. Чисельні методи в теплоенергетичних розрахунках.

Джерела інформації: [10].

Змістовий модуль 4. Інструментальні засоби моделювання.

Тема 12. Пакети для математичного моделювання.

Джерела інформації: [5], с. 30-75; [6], с. 7-17.

Тема 13. Пакети програм для імітаційного моделювання.

Джерела інформації: [5], с. 42-56; [10], с. 7-17.

Тема 14. Складання плану та проведення чисельного експерименту. Обробка результатів чисельного експерименту. Джерела виникнення похибок.

Джерела інформації: [2], с. 91-113; [5], с. 141-187.

Тема 15. Аналіз та підтвердження достовірності отриманих результатів (їх порівняння з експериментальними чи літературними даними).

Джерела інформації: [5], с. 231-284.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л.	лаб.	пр.	с.р.		л.	лаб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Методологічні основи наукової діяльності										
Тема 1. Мета і задачі, головні поняття та визначення курсу. Загальна схема наукового дослідження. Об'єкт та предмет дослідження. Концепції досліджень. Суть і явища теорії дослідження. Зміст і форма дослідження. Співвідношення мети, засобів та можливостей дослідження. Формування наукового знання: ідея, гіпотеза, теорія.	12	2	–	2	8	12	–	–	–	12
Тема 2. Поняття методології та методики наукових досліджень. Методи дослідження. Методи емпіричного та теоретичного дослідження. Інформаційне забезпечення наукової роботи.	12	2	–	2	8	12	1	–	–	11
Тема 3. Робота з літературними джерелами. Етика наукових досліджень та академічна доброчесність. Науково-експериментальна обґрунтованість отриманих результатів.	12	2	–	2	8	12	1	–	–	11
Разом за змістовим модулем 1	36	6	–	6	24	36	2	–	–	34

Змістовий модуль 2. Методологія проведення експериментальних досліджень										
Тема 4. Експериментальні дослідження: головні поняття та визначення. Коло і рівень задач. Розробка плану дослідження. Кодування факторів.	12	2	–	2	8	12	1	–	2	9
Тема 5. Методика проведення повного факторного експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.	12	2	–	2	8	12	1	–	–	11
Тема 6. План MQ. Методика проведення експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.	12	2	–	2	8	12	–	–	–	12
Тема 7. Латинський квадрат. Методика проведення експерименту. Визначення діапазону значень незалежних параметрів, складання протоколу досліджень. Обробка результатів досліджень.	12	2	–	2	8	12	–	–	–	12
Разом за змістовим модулем 2	48	8	–	8	32	48	2	–	2	44

Змістовий модуль 3. Математичне моделювання процесів та чисельний експеримент										
Тема 8. Математичне моделювання процесів у енергетичних установках та їх обладнанні. Мета моделювання та класифікація моделей. Коло і рівень задач математичного моделювання.	12	2	–	2	8	12	–	–	–	12
Тема 9. Складання математичних моделей. Постановка задач моделювання. Застосування теорії та показників подібності.	12	2	–	2	8	12	1	–	–	11
Тема 10. Вибір методу розв'язання задач. Аналітичні та чисельні рішення. Загальні положення перевірки моделі на достовірність.	12	2	–	2	8	12	1	–	2	9
Тема 11. Чисельні методи в теплоенергетичних розрахунках.	12	2		2	8	12	1	–	2	9
Разом за змістовим модулем 3	48	8	–	8	32	48	3	–	4	41
Змістовий модуль 3. Інструментальні засоби моделювання										
Тема 12. Пакети для математичного моделювання.	12	2	–	2	8	12	–	–	–	12
Тема 13. Пакети програм для імітаційного моделювання.	12	2	–	2	8	12	1	–	–	11
Тема 14. Складання плану та проведення чисельного експерименту. Обробка результатів чисельного експерименту Джерела виникнення похибок.	12	2	–	2	8	12	1	–	2	9
Тема 15. Аналіз та підтвердження достовірності отриманих результатів (їх порівняння з експериментальними чи літературними даними).	12	2		2	8	12	1	–	2	9
Разом за змістовим модулем 3	48	8	–	8	32	48	3	–	4	41
Разом	180	30	–	30	120	180	10	–	10	160

Примітка: л. – лекції; лаб. – лабораторні заняття; пр. – практичні заняття; с.р. – самостійна робота здобувача.

Теми практичних занять

Метою практичних занять є доповнення лекційного матеріалу. На практичних заняттях здобувачі вищої освіти знайомляться з теоретичним матеріалом (відповідно до складу змістових модулів), що наводяться науково-педагогічним працівником (НПП), та практичним його застосуванням.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Розробка плану дослідження енергетичних установок та їх елементів в теплоенергетиці. Визначення об'єкту та предмету дослідження. Визначення цілі, мети та методів дослідження. Обґрунтування актуальності дослідження.	2	–
2	Збір та аналіз літературних джерел за темою досліджень. Встановлення стану вирішення проблеми за матеріалами вітчизняних і закордонних публікацій, обґрунтування цілей досліджень.	2	–
3	Розробка плану досліджень. Вибір та обґрунтування параметрів, які плануються дослідити, та їх діапазонів. Обрання вимірювальних приборів.	2	–
4	Розробка принципової схеми стенду. Складання плану проведення експерименту, розробка бланку протоколу вимірів.	2	2
5	Обробка результатів експерименту, визначення похибок вимірювання.	2	–
6	Розробка математичної моделі для дослідного зразка обладнання. Розробка плану та проведення чисельного експерименту.	2	2
7	Підтвердження адекватності результатів отриманих за допомогою чисельного експерименту.	2	–
8	Створення математичної моделі для лабораторної енергетичної установки з урахуванням її обладнання.	2	2
9	Постановка задачі моделювання із застосуванням теорії та показників подібності.	2	–
10	Розв'язання задачі аналітичним методом.	2	2
11	Застосування пакету програм імітаційного моделювання для лабораторної установки.	2	–
12	Обробка результатів чисельного експерименту з імітаційного моделювання.	2	2
13	Застосування кінцево-елементної моделі розрахунку для лабораторної установки.	2	–
14	Обробка результатів чисельного експерименту за кінцево-елементної моделлю розрахунку.	2	–
15	Порівняння обох методів та визначення джерел виникнення похибок.	2	–
Разом		30	10

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти передбачає проробку ним лекційного матеріалу, підготовку до проведення та захисту практичних робіт, опрацювання окремих питань тем змістових модулів, підготовку до модульних контролів знань, а також виконання модульних контрольних робіт.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Сучасні тенденції та виклики в науковій діяльності в галузі теплоенергетики.	8	12
2	Етика наукових досліджень та академічна доброчесність.	8	11
3	Підготовка та презентація результатів наукових досліджень.	8	11
4	Планування експериментальних досліджень у теплоенергетиці.	8	9
5	Сучасні методи та обладнання для вимірювань у теплоенергетичних системах.	8	11
6	Статистична обробка результатів експерименту.	8	12
7	Аналіз та інтерпретація експериментальних даних.	8	12
8	Методи чисельного розв'язання диференціальних рівнянь в теплоенергетиці.	8	12
9	Моделювання теплових процесів у багат шарових конструкціях.	8	11
10	Моделі турбулентності та їх застосування для чисельного моделювання потоків теплоносія.	8	9
11	Чисельний експеримент для оцінки ефективності теплообмінних апаратів.	8	9
12	Чисельний експеримент для оцінки ефективності теплообмінних апаратів.	8	12
13	Використання MATLAB для математичного моделювання теплоенергетичних процесів.	8	11
14	Моделювання теплообміну у середовищі ANSYS Fluent.	8	9
15	Програмні засоби для автоматизованого проектування енергетичних установок.	8	9
Разом		120	160

Виконання модульних контрольних робіт.

Виконання контрольної роботи (для здобувачів заочної форми навчання)

Під час поточного модульного контролю здобувачі вищої освіти заочної форми навчання виконують дві модульні контрольні роботи, які представляють собою письмові відповіді на два питання із кожного модуля. Контрольна робота виконується у години самостійної роботи здобувачів після пророблення і засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни.

Варіант питань обирається здобувачами із таблиці або задається НПП індивідуально. У відповідях мають бути продемонстровані знання здобувачі з навчальної дисципліни, його вміння відбирати і узагальнювати матеріал, супроводжуючи його необхідними схемами, графіками, формулами і поясненнями, обґрунтовувати свої висновки і пропозиції, логічно викладати думки, грамотно, ясно і дохідливо оформлювати текстовий матеріал.

№ варіанту	Модуль 1		Модуль 2	
	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4
1	1	15	1	13
2	2	16	2	14
3	3	17	3	15
4	4	18	4	16
5	5	19	5	17
6	6	20	6	18
7	7	21	7	19
8	8	22	8	20
9	9	23	9	21
10	10	24	10	22
11	11	25	11	23
12	12	26	12	24
13	13	27	13	25
14	14	28	14	26
15	15	29	15	27
16	16	30	16	28
17	17	6	17	29
18	18	7	18	30
19	19	8	19	10
20	20	9	20	11
21	21	10	21	12
22	22	11	22	13
23	23	12	23	14
24	24	13	24	15
25	25	14	25	16
26	26	15	26	17
27	27	16	27	18
28	28	17	28	19
29	29	18	29	20
30	30	11	30	21

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія – обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для практичних занять:

- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом виконання вимірювань та досліджень при виконанні практичних завдань;
- інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця.

Засобами оцінювання і методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання практичної роботи та письмовий контроль результатів;
- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);
- анкетування здобувачів ЗВО для оцінки рівня розуміння пройденого матеріалу та задоволеності навчальним процесом;
- іспит.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний іспит надається здобувачу, який з урахуванням

максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів та їх оцінювання

Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, розв'язано всі задачі для самостійного опрацювання за варіантом без помилок.
2,5	Студент розв'язує задачі після консультації викладача; відповідає на запитання; в цілому правильно вирішує задачі для самостійного опрацювання за варіантом.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з інструкцією, відповідає на запитання; виконує завдання з незначними помилками.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу під керівництвом викладача; дає відповіді не на всі запитання.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання підсумкового контролю та іспиту

Бал	Критерії оцінювання
40	Здобувач вільно володіє теоретичним матеріалом дисципліни, самостійно та без помилок розв'язує поставлені задачі.
30	Здобувач добре володіє теоретичним матеріалом дисципліни, за допомогою викладача розв'язує поставлені задачі.
20	Здобувач володіє теоретичним матеріалом дисципліни, за допомогою викладача розв'язує поставлені задачі, допускає незначні помилки.

10	Здобувач достатньо володіє теоретичним матеріалом дисципліни, за допомогою викладача розв'язує поставлені задачі, допускає помилки.
0	Здобувач не володіє теоретичним матеріалом дисципліни, не розв'язує задачі.

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	15 роб. × 3 бали = 45 балів	5 роб. × 3 бали = 15 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 7,5 бали = 15 балів	–
Виконання контрольних робіт	–	2 КР × 22,5 бали = 45 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Вид роботи	Кількість балів	
			денна форма	заочна форма
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	3	–
	T2	Практична робота № 2	3	–
	T3	Практична робота № 3	3	–
ЗМ 2	T4	Практична робота № 4	3	3
	T5	Практична робота № 5	3	–
	T6	Практична робота № 6	3	3
	T7	Практична робота № 7	3	–
T1-T7		Модульний контроль № 1	7,5	–
ЗМ 3	T8	Практична робота № 8	3	3
	T9	Практична робота № 9	3	–
	T10	Практична робота № 10	3	3
	T11	Практична робота № 11	3	–
	T12	Практична робота № 12	3	3
	T13	Практична робота № 13	3	–
	T14	Практична робота № 14	3	–
	T15	Практична робота № 15	3	–
T8-T15		Модульний контроль № 2	7,5	–
		Контрольні роботи	–	45
Підсумковий контроль		Іспит	40	
Разом			100	

9. Засоби навчання

Засобами навчання є бібліотечні фонди (підручники, навчальні посібники, в т.ч. електронні з електронної бібліотеки кафедри), а також мультимедійні засоби.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Google Classroom, Google Meet, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber тощо). Технічні засоби навчання: мультимедійний проєктор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Бірта Г. О. Методологія і організація наукових досліджень: навч. Посібник. К.: «Центр учбової літератури», 2014. 142 с.

2. Важинський С.Е., Щербак Т.І. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с

3. Методологія та організація наукових досліджень : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. Вінниця : ВНТУ, 2014. 180 с.

4. В. О. Аністратенко, В. Г. Федоров. Математичне планування експериментів в АПК. Київ: Вища школа, 1993, 375 с.

5. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193с.

6. Як підготувати та захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня. Методичні поради. 3-тє видання, виправлене та доповнене/ Автор-упорядник Л.А. Пономаренко, д.т.н, професор. К.: Редакція "Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України". Видавництво "Голока", 2019, 80 с.

7. Методологія та організація наукових досліджень : навчально - методичний посібник / К. В. Бориченко, А. О. Гудзь, О. Є. Панфілов. - Одеса: Фенікс, 2022. - 48 с. - Режим доступу : <https://doi.org/10.32837/11300.22511>.

8. Чмиленко, Ф.О. Посібник до вивчення дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» [Текст] / Ф.О. Чмиленко, Л.П. Жук. – Д.: РВВ ДНУ, 2014. – 48 с.

9. Горбов В.М., Ратушняк І.О., Трушляков Є.І., Чередніченко О.К. Суднова енергетика та Світовий океан. Підручник. Миколаїв: НУК, 2007. 596 с.

10. Розв'язок задач проєктування приладів та систем з використанням ANSYS і MATHCAD: підручник./ І. А. Гришанова, Л. П. Згуровська, Ю. В. Киричук. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. 180 с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>
2. Репозиторій НУК: <http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/>
3. Електронні інформаційні ресурси НБУВ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>.
4. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
5. Херсонська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олеся Гончара [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.lib.kherson.ua>.

Розробники:

к.т.н., доцент, в.о. завідувача

кафедри теплотехніки ХННІ НУК



Кобалава Г.О.

к.т.н., доцент, професор НУК



Шаповалов Ю.О.

к.т.н., асистент

Соломонюк Д.М.

**Перелік питань до поточного модульного контролю
з дисципліни «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних
установок і систем»**

Модуль 1.

1. Що таке наукове дослідження та які його основні етапи?
2. Які існують методи наукового пізнання та як вони застосовуються в теплоенергетиці?
3. Що таке гіпотеза і яка її роль у науковому дослідженні?
4. Які основні вимоги до формулювання мети та завдань наукового дослідження?
5. Що таке об'єкт і предмет дослідження? Як їх правильно визначити?
6. Які існують джерела наукової інформації та як оцінювати їх достовірність?
7. Що таке наукометричні бази даних і яке їх значення для сучасного науковця?
8. Які основні принципи академічної доброчесності та як їх дотримуватися в науковій роботі?
9. Що таке плагіат і які існують методи його виявлення?
10. Які вимоги висуваються до структури та змісту наукової статті?
11. Як правильно оформлювати бібліографічні посилання в наукових роботах?
12. Що таке імпаکت-фактор журналу і як він впливає на вибір видання для публікації?
13. Які основні етапи підготовки та проведення наукової презентації?
14. Що таке грант на наукове дослідження і як підготувати заявку на його отримання?
15. Які існують методи оцінки ефективності наукового дослідження?
16. Що таке експериментальне дослідження і яке його місце в науковому пізнанні?
17. Які основні етапи планування експерименту в теплоенергетиці?
18. Що таке факторний експеримент і коли його доцільно застосовувати?
19. Які існують методи оцінки похибок вимірювань?
20. Що таке калібрування вимірювальних приладів і чому воно важливе?
21. Які основні вимоги до оформлення протоколу експерименту?
22. Що таке повторюваність і відтворюваність експерименту?
23. Які статистичні методи застосовуються для обробки експериментальних даних?
24. Що таке регресійний аналіз і як він використовується в експериментальних дослідженнях?
25. Які існують методи візуалізації експериментальних даних?
26. Що таке валідація експериментальної установки і як вона проводиться?

27. Які заходи безпеки необхідно враховувати при проведенні експериментів у теплоенергетиці?
28. Що таке план-матриця експерименту і як її скласти?
29. Які сучасні програмні засоби використовуються для обробки експериментальних даних?
30. Як правильно формулювати висновки на основі результатів експерименту?

Модуль 2.

1. Що таке математичне моделювання і яке його значення в теплоенергетиці?
2. Які основні етапи створення математичної моделі теплоенергетичного процесу?
3. Які типи математичних моделей використовуються в теплоенергетиці?
4. Що таке верифікація та валідація математичної моделі?
5. Які основні чисельні методи застосовуються для розв'язання рівнянь теплопередачі?
6. У чому полягає суть методу скінченних різниць?
7. Які переваги та недоліки методу скінченних елементів?
8. Що таке метод контрольних об'ємів і де він застосовується в теплоенергетиці?
9. Які критерії використовуються для оцінки точності чисельного розв'язку?
10. Що таке сіткова незалежність результатів і як її досягти?
11. Які основні етапи проведення чисельного експерименту?
12. Як враховуються граничні умови при моделюванні теплоенергетичних процесів?
13. Які сучасні програмні комплекси використовуються для математичного моделювання в теплоенергетиці?
14. Що таке параметрична оптимізація і як вона застосовується в математичному моделюванні?
15. Як проводиться аналіз чутливості математичної моделі до зміни вхідних параметрів?
16. Які основні типи програмного забезпечення використовуються для моделювання в теплоенергетиці?
17. Яка роль САД-систем у процесі моделювання теплоенергетичних установок?
18. Що таке CFD-моделювання і які його переваги в дослідженні теплоенергетичних процесів?
19. Які основні етапи роботи з CFD-пакетом при моделюванні теплообміну?
20. Як здійснюється побудова розрахункової сітки в CFD-програмах?
21. Які типи граничних умов можна задавати в сучасних CFD-пакетах?

22. Що таке постпроцесинг і які інструменти він включає?
23. Як реалізується багатопараметрична оптимізація в сучасних пакетах моделювання?
24. Які можливості надають спеціалізовані пакети для моделювання теплових мереж?
25. Як здійснюється інтеграція різних програмних засобів у процесі комплексного моделювання теплоенергетичних систем?
26. Які переваги та обмеження має використання програмних бібліотек (наприклад, Python) для моделювання теплоенергетичних процесів?
27. Як реалізується паралельні обчислення в сучасних пакетах моделювання теплоенергетичних систем?
28. Які інструменти візуалізації результатів моделювання пропонують сучасні програмні комплекси?
29. Як здійснюється валідація результатів моделювання з використанням експериментальних даних у сучасних програмних пакетах?
30. Які можливості для моделювання динамічних процесів у теплоенергетичних системах надають сучасні програмні засоби?

Орієнтовний перелік рекомендованих тем рефератів, доповідей на конференціях та для наукових досліджень*

1. Оптимізація режимів роботи теплоелектроцентралей з використанням методів машинного навчання.
2. Розробка та валідація CFD-моделей для аналізу теплообміну в котельних установках.
3. Дослідження впливу мікроструктури теплоізоляційних матеріалів на ефективність теплових систем.
4. Моделювання та оптимізація гібридних систем енергозабезпечення з використанням відновлюваних джерел енергії.
5. Аналіз ефективності застосування теплових насосів у системах централізованого тепlopостачання.
6. Розробка методології оцінки життєвого циклу теплоенергетичних установок з урахуванням екологічних аспектів.
7. Дослідження процесів горіння та утворення шкідливих викидів у котельних установках з використанням методів чисельного моделювання.
8. Оптимізація конструкції теплообмінних апаратів з використанням генетичних алгоритмів.
9. Розробка та валідація моделей прогнозування споживання теплової енергії в міських теплових мережах.
10. Дослідження ефективності застосування фазоперехідних матеріалів у системах акумулювання теплової енергії.
11. Аналіз динамічних режимів роботи парогазових установок з використанням методів математичного моделювання.
12. Розробка методології оцінки надійності теплоенергетичних систем з урахуванням стохастичних факторів.
13. Дослідження процесів тепломасообміну в градирнях з використанням експериментальних та чисельних методів.
14. Оптимізація режимів роботи когенераційних установок малої потужності.
15. Розробка та валідація моделей діагностики стану теплоенергетичного обладнання на основі методів машинного навчання.
16. Дослідження ефективності застосування нанотехнологій для покращення теплофізичних властивостей теплоносіїв.
17. Аналіз та оптимізація теплових схем сучасних атомних електростанцій.
18. Розробка методології комплексної оцінки енергоефективності промислових підприємств.
19. Дослідження процесів теплообміну в мікроканальних теплообмінниках з використанням експериментальних та чисельних методів.
20. Аналіз ефективності застосування технологій уловлювання та зберігання вуглецю в теплоенергетичних установках.

*Передбачається щорічна зміна рекомендованих тем рефератів.