

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра теплотехніки

T8539



ЗАТВЕРДЖЕНО

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

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну

Optimization and Modeling of Heat and Mass Transfer Processes

рівень вищої освіти другий магістерський

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання українська

Херсон – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» є однією із комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальність 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійна програма «Теплоенергетика».

« 25 » серпня 2022 року – 18 с.

Розробники: Кобалава Г.О., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

«Теплоенергетика»


д.т.н., професор


_____ *О.П. Воїнов*

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» *розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки*

Протокол № 01 від « 27 » серпня 2022 р.

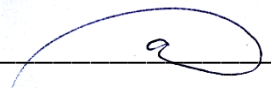
Завідувач кафедри


_____ *Д.В. Коновалов*

Робоча програма навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» *затверджена* методичною радою ХННІ НУК

Протокол № 01 від « 29 » серпня 2022 р.

Голова МР ХННІ НУК


_____ *О.М. Дудченко*

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.....	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Засоби навчання	14
10. Рекомендовані джерела інформації	14
Додатки.....	16

ВСТУП

Анотація

Сучасний світ технологічних інновацій та стрімкий розвиток комп'ютерних потужностей стали ґрунтовною базою для розвитку ефективних методів чисельного моделювання та оптимізації тепломасообмінних процесів при розробці нових енергетичних об'єктів та вдосконалення існуючих. Проведення обчислювальних експериментів з математичною моделлю, що реалізована у вигляді комп'ютерної програми, забезпечує скорочення термінів дослідження і зменшення його вартості, дозволяє прогнозувати поведінку досліджуваного об'єкта при різних початкових умовах, створюючи основу для теплотехнічного обґрунтування проектних рішень.

Вивчення освітнього компоненту «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» забезпечує надання здобувачам вищої освіти спеціальних знань та вмінь в області математичного моделювання із застосуванням сучасних програмних засобів та методів комп'ютерного моделювання, навичок розрахунку та моделювання тепломасообміну в різних системах, включаючи теплоенергетичні установки, теплообмінні апарати, котли та інші пристрої.

Програма навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» розрахована на здобувачів другого магістерського освітнього рівня, які вивчили наступні курси: «Вища математика», «Тепломасообмін», «Інформаційні технології», «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем». Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання складних спеціалізованих завдань або практичних проблем моделювання та оптимізації процесів тепломасообміну в теплоенергетичній галузі із застосуванням сучасних програмних засобів та методів комп'ютерного моделювання. В цілому, вивчення цієї дисципліни допоможе студентам отримати більш глибоке розуміння тепломасообмінних процесів, що може бути корисним при виконанні практичних завдань, проведенні наукових досліджень та при розробці наукових розділів кваліфікаційної магістерської роботи.

Ключові слова: математична модель, симуляція, теплообмінник, критерії оптимізації, чисельні методи.

Abstract

The modern world of technological innovations and rapid development of computer power have become the basis for the development of effective methods for

numerical modeling and optimization of heat and mass transfer processes in the development of new energy facilities and improvement of existing ones. Conducting computational experiments with a mathematical model implemented in the form of a computer program provides a reduction in the study time and cost of research, allows predicting the behavior of the studied object under various initial conditions, creating a basis for engineering justification of design decisions.

Studying the educational component "Optimization and Modeling of Heat and Mass Transfer Processes" provides students with special knowledge and skills in the field of mathematical modeling using modern software tools computer modeling methods, skills of calculation and modeling of heat and mass transfer in various systems, including thermal power plants, boilers, and other devices.

The curriculum of the "Optimization and Modeling of Heat and Mass Transfer Processes" course is designed for students for the second level of master's education who have studied the following courses: "Higher Mathematics," "Heat and Mass Transfer," "Information Technology," "Theory and Methodology of Research in Thermal Power Engineering." The program provides for the comprehensive application of acquired competencies to solve complex specialized tasks or practical problems of modeling and optimization of heat and mass transfer processes in the energy industry using modern software tools and methods of computer modeling. Overall, studying this discipline will help students gain a deeper understanding of heat and mass transfer processes, which can be useful in performing practical tasks, conducting scientific research, and developing scientific sections of a master's thesis.

Key words: Mathematical Model, Simulation, Heat Exchanger, Optimization Criteria, Numerical Methods.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів - 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	
Електронна адреса РПНД 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	
		2-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		Лекції	
		15 годин	
Загальна кількість годин – 90		Лабораторні роботи	
		15 годин	
		Практичні заняття	
		–	
		Самостійна робота	
		60 годин	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2, самостійної роботи здобувача вищої освіти – 4	Освітній рівень: другий магістерський	Вид контролю	
		Залік	
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Оптимізація та моделювання процесів тепломасообміну» 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 загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

2) загальні компетентності:

- ЗК 03. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК 09. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

3) спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- СК 01. Здатність розроблювати, застосовувати та удосконалювати фізичні та математичні моделі, наукові і технічні методи та спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення інженерних задач в теплоенергетичній галузі.

- СК 02. Здатність застосовувати знання і розуміння фізико-математичних та інженерних наук для розв'язування професійних задач.

- СК 03. Здатність застосовувати системний підхід, методи багатовимірної оптимізації та прийняття рішень, сучасні технології та інженерні методи при проектуванні об'єктів теплоенергетики та обладнання.

- СК 06. Здатність використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетиці.

- СК 10. Здатність враховувати характеристики і властивості матеріалів, обладнання, процесів при розробці проектів та професійній діяльності в теплоенергетиці.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Вища математика», «Тепломасообмін», «Інформаційні технології», «Теорія та методологія дослідження теплоенергетичних установок і систем».

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН 02. Проводити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері теплоенергетики.

ПРН 07. Приймати обґрунтовані рішення з інженерних питань теплоенергетики у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із

застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

ПРН 09. Мати навички автономного і самостійного навчання у сфері теплоенергетики, електричної інженерії і дотичних галузей знань, аналізувати власні освітні потреби та об'єктивно оцінювати результати навчання.

ПРН 12. Ставити та вирішувати складні інженерні та наукові задачі теплоенергетики з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

ПРН 13. Відшукувати, оцінювати та аналізувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації.

ПРН 14. Використовувати методи натурного, фізичного і комп'ютерного моделювання з метою детального вивчення і дослідження теплових, гідравлічних, електричних та інших процесів, які стосуються теплоенергетики.

ПРН 16. Обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в теплоенергетиці на основі сучасних знань в теплоенергетиці та суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури, відповідних баз знань та іншої доступної інформації.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Моделювання процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках.

Тема (лекція) 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Знайомство з програмою курсу та об'єктами дослідження і моделювання. Структура дисципліни.

Література: [1]; [2]; [13].

Тема 2. Теоретичні основи моделювання процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках.

Лекція 2. Основні фізичні закономірності тепломасообміну, принципи побудови математичних моделей теплообміну в теплоенергетичних установках та методи їх розв'язання.

Література: [1]; [2].

Лекція 3. Методи розробки математичних моделей. Етапи розробки математичних моделей.

Література: [3]; [11]; [13].

Тема 3. Основні методи моделювання процесів тепломасообміну.

Лекція 4. Моделювання процесів тепломасообміну в системах тепlopостачання. Процеси теплопередачі в системах тепlopостачання, визначення оптимальних параметрів роботи системи тепlopостачання.

Література: [1]; [5]; [11]; [12]; [13].

Лекція 5. Моделювання процесів тепломасообміну в системах охолодження.

Література: [1]; [5]; [11]; [12]; [13].

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Оптимізація процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках.

Тема 4. Основні задачі та поняття оптимізації процесів тепломасообміну.

Лекція 6. Виникнення завдань оптимізації. Класифікація методів оптимізації. Етапи оптимізації.

Література: [2]; [12]; [13]; [14].

Лекція 7. Поняття параметрів та критеріїв оптимізації. Універсальні критерії оптимізації. Обмеження параметрів оптимізації та коригування оптимального рішення. Методи математичної оптимізації та їхні застосування в теплоенергетичних установках.

Література: [2]; [8]; [12]; [13]; [14].

Лекція 8. Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання тепломасообміну в теплоенергетичних установках.

Література: [6]; [9]; [12].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Моделювання процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках					
Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Знайомство з програмою курсу та об'єктами дослідження і моделювання. Структура дисципліни.	8	1	–	–	7
Тема 2. Теоретичні основи моделювання процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках. Лекція 2. Основні фізичні закономірності тепломасообміну, принципи побудови математичних моделей теплообміну в теплоенергетичних установках та методи їх розв'язання.	10	2	–	–	8
Лекція 3. Методи розробки математичних моделей. Етапи розробки математичних моделей.	12	2	2	–	8
Тема 3. Моделювання процесів тепломасообміну в різних теплоенергетичних системах. Лекція 4. Моделювання процесів тепломасообміну в системах тепlopостачання. Процеси теплопередачі в системах тепlopостачання, визначення оптимальних параметрів роботи системи тепlopостачання.	14	2	4	–	8
Лекція 5. Моделювання процесів тепломасообміну в системах охолодження.	16	3	4	–	9
Разом за змістовим модулем 1	60	10	10	–	40
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Оптимізація процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках					
Тема 4. Основні задачі та поняття оптимізації процесів тепломасообміну. Лекція 6. Виникнення завдань оптимізації. Класифікація методів оптимізації. Етапи оптимізації.	8	1	–	–	7
Лекція 7. Поняття параметрів та критеріїв оптимізації. Універсальні критерії оптимізації. Обмеження параметрів оптимізації та коригування оптимального рішення.	12	2	3	–	7
Лекція 8. Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання тепломасообміну в теплоенергетичних установках.	10	2	2	–	6
Разом за змістовим модулем 2	30	5	5	–	20
Разом	90	15	15	–	60

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методологія розробки математичних моделей. Принципи розробки математичних моделей процесів тепломасообміну.	2
2.	Моделювання процесів тепломасообміну в системах тепlopостачання.	4

	Процеси теплопередачі в системах тепlopостачання, визначення оптимальних параметрів роботи системи тепlopостачання.	
3.	Моделювання процесів тепломасообміну в системах охолодження.	4
4.	Розв'язання задачі для визначення оптимальних швидкостей теплоносіїв кожухотрубного апарату.	3
5.	Чисельні методи для рішення задач математичного моделювання тепломасообміну в теплоенергетичних установках.	2
Усього		15

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Знайомство з програмою курсу та об'єктами дослідження і моделювання. Структура дисципліни.	7
2.	Опрацювання лекційного матеріалу з питань щодо основних фізичних закономірностей тепломасообміну, принципів побудови математичних моделей теплообміну в теплоенергетичних установках та методи їх розв'язання.	8
3.	Опрацювання лекційного матеріалу з питань щодо методів розробки математичних моделей. Етапи розробки математичних моделей.	8
4.	Опрацювання лекційного матеріалу з питань щодо моделювання процесів тепломасообміну в системах тепlopостачання. Процеси теплопередачі в системах тепlopостачання, визначення оптимальних параметрів роботи системи тепlopостачання.	8
5.	Опрацювання лекційного матеріалу з питань щодо моделювання процесів тепломасообміну в системах охолодження.	9
6.	Опрацювання лекційного матеріалу з теми «Виникнення завдань оптимізації. Класифікація методів оптимізації. Етапи оптимізації».	7
7.	Опрацювання лекційного матеріалу з питань щодо понять параметрів та критеріїв оптимізації. Універсальні критерії оптимізації. Обмеження параметрів оптимізації та коригування оптимального рішення.	7
8.	Опрацювання лекційного матеріалу з теми «Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання тепломасообміну в теплоенергетичних установках».	6
Усього		60

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 лабораторних занять:

- лабораторна робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом виконання вимірювань та досліджень при виконанні лабораторних 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 лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт;

- усні відповіді на лабораторних заняттях;

- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);

- анкетування здобувачів ЗВО для оцінки рівня розуміння пройденого матеріалу та задоволеності навчальним процесом;

- залік.

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 заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається здобувачу, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному 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 лабораторних 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 лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
8	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
6	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
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	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання підсумкового контролю та заліку

Бал	Критерії оцінювання
40	Здобувач вільно володіє теоретичним матеріалом дисципліни, а саме принципами побудови математичних моделей та оптимізації процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках, вміло застосовує сучасні методи їх розв'язання. Відповіді на питання написані повно і логічно, містять аналіз та систематичне узагальнення пройденого матеріалу.
30	Здобувач добре володіє теоретичним матеріалом дисципліни. Відповіді на питання написані логічно, містять аналіз та систематичне узагальнення пройденого матеріалу, але у відповідях є неточності.
20	Здобувач достатньо володіє теоретичним матеріалом дисципліни. Відповіді на питання написані логічно, але не повно, містять аналіз та узагальнення пройденого матеріалу, але у відповідях є неточності.
10	Здобувач достатньо володіє теоретичним матеріалом дисципліни. Відповіді на питання надані не повній мірі, містять аналіз та узагальнення пройденого матеріалу, але у відповідях є неточності.

0	Здобувач не володіє теоретичним матеріалом дисципліни, у відповідях є значні неточності та помилки.
---	---

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів для денної форми навчання
Виконання лабораторних робіт	5 роб. × 8 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	2 × 10 балів = 20 балів
Усього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т2	Лабораторна робота № 1	8
	Т3	Лабораторна робота № 2	8
	Т3	Лабораторна робота № 3	8
	Т1–Т3	Поточний модульний контроль	10
ЗМ 2	Т4	Лабораторна робота № 4	8
	Т4	Лабораторна робота № 5	8
	Т4	Поточний модульний контроль	10
Підсумковий контроль		Залік	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 (комп'ютери, апаратура звуковідтворення, підсилювачі звуку).

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Google Classroom, Google Meet, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Cengel, Yunus A. Heat Transfer: A Practical Approach. 2nd ed., McGraw-Hill Education, 2003, p. 874.
2. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2001 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Atlanta. 2001, p. 988.

3. Попырин Л.С., Самусев В.И., Этельштейн В.В., Автоматизация математического моделирования теплоэнергетических установок.: М. Наука, 1981, с. 236.
4. Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена. М.: Мир, 1988, с. 544.
5. Adelaja1, A.O., Ojolo S. J, Sobamowo M. G. Advanced Materials Research Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 367 2012, pp. 731-737 doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.367.731
6. Martelli E., Alobaid F., Elsidio C. Design Optimization and Dynamic Simulation of Steam Cycle Power Plants: A Review. Front. Energy Res. 9:676969. 2021. doi: 10.3389/fenrg.2021.676969
7. Риндюк Д.В. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості. Частина 1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. третього рівня вищої освіти (PhD) спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 69 с.
8. Donne M., Pike A., Savry R. Power Plant Simulation and Control // IEE Computing and Control Journal, Apr. 2001.
9. Тимейчук О. Ю. Математичні моделі та оптимізація тепломасообміну: Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2010. 50 с.
10. Никитенко Н. И. Теория тепло-массопереноса.-К.:Наукова думка,1983. 352с.
11. Лейбович Л. І. Практикум з математичного моделювання та оптимізації процесів теплообміну. Миколаїв: НУК, 2008. 44 с.
12. Білецький В.С. Моделювання у нафтогазовій інженерії: навчальний посібник. Львів: Видавництво "Новий Світ – 2000", Харків: НТУ «ХП», 2021. 306 с.
13. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. К.: НАУ, 2017. 392 с.
14. Сікора Я. Б., Щехорський А.Й., Якимчук Б.Л. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. 148 с.

Інформаційні ресурси

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

Розробник:

к.т.н., доцент

кафедри теплотехніки ХННІ НУК



Г.О. Кобалава

Модульна контрольна робота №1 «Моделювання процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках»

1. Які фізичні процеси відбуваються під час тепломасообміну і як вони пов'язані між собою?
2. Які фактори впливають на інтенсивність тепломасообміну?
3. Як змінюється тепломасообмін при зміні параметрів середовища (температура, вологість, тиск)?
4. Яким чином можна оцінити ефективність теплообмінних апаратів?
5. Як визначити оптимальні параметри процесу тепломасообміну для досягнення максимальної продуктивності при мінімальних витратах енергії?
6. Які технології застосовуються для поліпшення ефективності тепломасообміну?
7. Як впливає форма поверхні на інтенсивність тепломасообміну?
8. Які розрахункові методи використовуються для моделювання процесів тепломасообміну?
9. Які можливі проблеми виникають під час тепломасообміну і як їх можна уникнути?
10. Як використовувати знання про фізичні закономірності тепломасообміну для розробки нових технологій та енергетичних систем?
11. Які методи розв'язання математичних моделей теплообміну використовуються в теплоенергетичних установках?
12. Які переваги і недоліки різних методів математичного моделювання теплообміну в теплоенергетичних установках?
13. Що таке математична модель і для чого вона використовується в науці і техніці?
14. Які етапи включає процес розробки математичної моделі?
15. Які методи використовуються для збору даних та створення бази даних для розробки математичних моделей?
16. Які методи використовуються для побудови математичної моделі?
17. Які методи використовуються для перевірки і калібрування математичних моделей?
18. Які методи використовуються для прогнозування поведінки системи, що моделюється математичною моделлю?
19. Як можна оцінити точність і надійність математичної моделі?
20. Які переваги та недоліки використання математичних моделей у порівнянні з експериментальними дослідженнями?
21. Як можна застосовувати математичні моделі для розв'язання реальних проблем в галузі теплоенергетики?
22. Що таке системи теплопостачання і як вони функціонують?
23. Які процеси тепломасообміну відбуваються в системах теплопостачання?
24. Які параметри впливають на ефективність тепломасообміну в системах теплопостачання?
25. Які можливі проблеми виникають під час тепломасообміну в системах теплопостачання і як їх можна уникнути?
26. Що таке система охолодження та які її основні компоненти?

27. Які основні фактори впливають на процес охолодження теплообмінників?
28. Які типи теплообмінників використовуються в системах охолодження і які їх особливості?
29. Які технології використовуються для поліпшення ефективності теплообміну в системах охолодження?
30. Які технології використовуються для поліпшення ефективності теплообміну в системах охолодження?

Модульна контрольна робота №2 «Оптимізація процесів тепломасообміну в теплоенергетичних установках»

31. Що таке оптимізація та які завдання можуть виникнути в контексті тепломасообміну та теплової інженерії?
32. Які існують методи класифікації методів оптимізації та як вони пов'язані зі специфікою задачі оптимізації?
33. Які етапи включає процес оптимізації та як вони пов'язані з виконанням задачі оптимізації?
34. Які обмеження можуть існувати в контексті оптимізації тепломасообміну та як вони впливають на вибір методів оптимізації?
35. Що таке параметри та критерії оптимізації?
36. Які основні типи критеріїв оптимізації ви знаєте? Які їх відмінності та спільні риси?
37. Що таке універсальні критерії оптимізації та як вони застосовуються в інженерній практиці?
38. Які обмеження параметрів оптимізації можуть виникати в інженерній практиці та як їх можна врахувати в оптимізаційній моделі?
39. Що таке коригування оптимального рішення та в яких випадках воно може бути необхідним в інженерних задачах оптимізації?
40. Як можна врахувати різноманітні фактори при моделюванні процесів тепломасообміну в системах охолодження?
41. Які математичні моделі використовуються для розрахунку оптимальних параметрів теплообмінників в системах охолодження?
42. Які методи оптимізації використовуються в теплоенергетиці?
43. Які методи використовуються для коригування оптимального рішення?
44. Як можна застосувати методи оптимізації для підвищення ефективності роботи теплоенергетичних установок?
45. Як можна врахувати особливості роботи теплоенергетичних установок при побудові математичних моделей для оптимізації?
46. Які чисельні методи використовуються для розв'язання задач математичного моделювання тепломасообміну в теплоенергетичних установках?
47. Які переваги та недоліки використання чисельних методів порівняно з аналітичними методами?
48. Як обрати чисельний метод для конкретної задачі теплообміну?
49. Як впливають параметри чисельного методу на точність розв'язання задачі теплообміну?
50. Які інструменти програмного забезпечення використовуються для чисельного моделювання теплообміну?

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

1. Оптимізація тепломасообміну в теплових мережах за допомогою методу градієнтного спуску.
2. Моделювання процесу конденсації в парових турбінах та оптимізація їхньої роботи.
3. Аналіз впливу параметрів на ефективність теплообмінних апаратів з використанням різних методів математичної оптимізації.
4. Дослідження впливу показників ефективності на процес оптимізації проектування енергетичних установок з використанням відновлювальних джерел енергії.
5. Дослідження процесу змішування теплоносіїв в геліоколекторах та їхній оптимізації за допомогою методу опуклих операцій.
6. Оптимізація роботи сонячних електростанцій за допомогою методу частинок.
7. Моделювання процесів теплообміну в промислових котлах та їхній оптимізації за допомогою генетичних алгоритмів.
8. Аналіз впливу фізичних властивостей матеріалів на ефективність теплообміну та їхній оптимальний вибір з використанням методу прямого пошуку.
9. Дослідження ефективності теплообміну у системах з використанням криогенних рідин та їхня оптимізація.
10. Оптимізація систем опалення з використанням сонячних колекторів.
11. Математичне моделювання теплообміну в системах кондиціонування повітря.
12. Використання інтелектуальних алгоритмів для оптимізації теплоенергетичних систем.
13. Розробка нових матеріалів для підвищення ефективності теплообміну.
14. Аналіз ефективності системи відновлюваної енергії з використанням вітроенергетики та сонячної енергії.
15. Моделювання теплових потоків в теплообмінниках з використанням різних методів.
16. Оптимізація розміру теплообмінника у системі вентиляції та кондиціонування повітря за допомогою генетичних алгоритмів.

*Передбачається щорічна зміна рекомендованих тем рефератів.