

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ЦЕНТР МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Математичне моделювання енергетичних систем
Mathematical Modeling of Energy Systems

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем», яка є обов'язковою дисципліною при підготовці фахівців спеціальності G4 Енерговиробництво, галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціалізація G4.02 Теплоенергетика, освітня програма – «Інженерія енергетичних систем»

Розробник:

Шевцов А.П. д.т.н., професор, професор Навчально-наукового центру морської інфраструктури.

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем» розглянуто на засіданні Навчально-наукового Центру морської інфраструктури. Протокол № 8 від 21 березня 2025р.

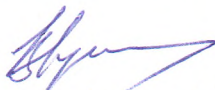
Керівник Центру



Юрій ХАРИТОНОВ

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми



Валерій КУЗНЕЦОВ

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту. Протокол № 2 від 24 березня 2025р.

Голова



Сергій СЕРБІН

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання енергетичних систем» затверджена Навчально-методичною радою НУК. Протокол №3 від «26» березня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	13
10. Рекомендовані джерела інформації	14

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна "Математичне моделювання енергетичних систем" є теоретичною основою сукупності знань та вмінь щодо здатності застосовувати та удосконалювати математичні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці. Метою викладання дисципліни є ознайомлення з застосуванням математичних методів та засобів для розв'язання складних задач в теплоенергетиці. Завданням вивчення навчальної дисципліни є засвоєння наступного: розробляти і досліджувати математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність; будувати відповідні математичні моделі функціонування енергетичних систем об'єктів морської інфраструктури, відповідних явищ і процесів, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння явищ предметної області.

Ключові слова: модель, теплоенергетика, об'єкт, ефективність, море.

Abstract

The academic discipline "Mathematical Modeling of Energy Systems" provides the theoretical foundation for a set of knowledge and skills related to the ability to apply and improve mathematical models, scientific and engineering methods and modern computer software for solving complex engineering problems in thermal power engineering.

The purpose of teaching the discipline is to familiarize students with the application of mathematical methods and tools for solving complex problems in thermal power engineering.

The objectives of studying the academic discipline include mastering the following: development and investigation of mathematical and computer models of thermal power engineering objects and processes, validation of model adequacy, comparison of simulation results with other data and evaluation of their accuracy and reliability; development of appropriate mathematical models describing operation of energy systems for marine infrastructure facilities, as well as relevant phenomena and processes, and their analysis to obtain new conclusions and deepen understanding of domain-specific phenomena.

Keywords: model, thermal power engineering, object, efficiency, sea.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: G4 Енерговиробництво, спеціалізація G4.02 Теплоенергетика, освітня програма – «Інженерія енергетичних систем»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1-й	-
Електроний адрес РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 180		Семестри	
	1-й	-	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень: другий (освітньо-професійний)	Лекції	
		30 год	-
		Практичні заняття	
		30год	-
		Самостійна робота	
		120 год	-
		Індивідуальні завдання	
		–	–
		Вид контролю: залік	
Форма контролю: усна / письмова			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета – підготовка фахівців, здатних ставити та розв'язувати складні задачі і актуальні завдання у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Вивчення навчальної дисципліни "Математичне моделювання енергетичних систем" формує у студентів відповідно до освітньо-професійної програми такі компетентності:

- ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

- ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- 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.
- СК3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.
- СК7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумов для вивчення дисципліни не передбачено

4. Очікувані результати навчання

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

- ПРН2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.
- ПРН5. Розробляти і досліджувати математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.
- ПРН21 Уміти будувати відповідні математичні моделі та моделі функціонування енергетичних систем об'єктів морської інфраструктури, відповідних явищ і процесів, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння явищ предметної області.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Моделювання процесів в енергетичних системах:
поняття, принципи

Тема 1.1. Енергетичні системи: структура, процеси та їх формалізація.

Тема 1.2. Моделювання в енергетиці. Класифікація моделей. Етапи побудови математичних моделей. Приклади моделей.

Тема 1.3. Особливості математичного моделювання процесів енергетичних систем. Імітаційне моделювання.

Тема 1.4. Умови однозначності і достовірності математичних моделей енергетичних систем.

Тема 1.5 . Основні принципи побудови математичних моделей енергетичних систем. Критерії математичних моделей енергетичних систем

Тема 1.6. Математичні моделі як основа оптимізації процесів енергетичних систем. Принципи оптимізації. Критерії оптимальності. Етапи розв'язування задач оптимізації процесів енергетичних систем.

Тема 1.7. Обмеження в математичних моделях енергетичних систем. Моделювання в умовах невизначеності. Методи розкриття невизначеності.

Тема 1.8. Отримання і аналіз математичної моделі за результатами пасивного експерименту

Тема 1.9. Отримання і аналіз математичної моделі за результатами факторного активного експерименту

Змістовий модуль 2. Моделювання процесів енергетичних систем об'єктів морської інфраструктури

Тема 2.1. Вимоги до формування вихідних даних. Інформаційні джерела вихідних даних на прикладі розробки систем прогнозування енерго- та теплоспоживання

Тема 2.2 Обстеження енергетичних систем як об'єктів моделювання

Тема 2.3. Складання рівнянь матеріального та енергетичного балансу для технологічної схеми.

Тема 2.4. Оптимізаційні методи визначення енергетичних потреб об'єктів морської інфраструктури

Тема 2.5. Основи моделювання нетрадиційних джерел енергозабезпечення

Тема 2.6. Моделі обробки і подання інформації з енергетичних об'єктів для функціонування системи енергетичного менеджменту

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		лекції	практ. р	лаб. р.	самост .р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Моделювання процесів в енергетичних системах: поняття, принципи					
Тема 1.1. Енергетичні системи: структура, процеси та їх формалізація.	12	2	2		8
Тема 1.2. Моделювання в енергетиці. Класифікація моделей. Етапи побудови математичних моделей. Приклади моделей.	12	2	2		8
Тема 1.3. Особливості математичного моделювання процесів енергетичних систем. Імітаційне моделювання	12	2	2		8
Тема 1.4. Умови однозначності і достовірності математичних моделей енергетичних систем.	12	2	2		8
Тема 1.5. Основні принципи побудови математичних моделей енергетичних систем.	12	2	2		8
Тема 1.6. Математичні моделі як основа оптимізації процесів енергетичних систем. Принципи оптимізації. Критерії оптимальності.	12	2	2		8
Тема 1.7. Обмеження в математичних моделях	12	2	2		8

енергетичних систем. Моделювання в умовах невизначеності. Методи розкриття невизначеності.					
Тема 1.8. Отримання і аналіз математичної моделі за результатами пасивного експерименту	12	2	2		8
Тема 1.9. Отримання і аналіз математичної моделі за результатами факторного активного експерименту	12	2	2		8
Разом за змістовим модулем 1	108	18	18		72
Змістовий модуль 2. Моделювання процесів енергетичних систем об'єктів морської інфраструктури					
Тема 2.1. Вимоги до формування вихідних даних. Інформаційні джерела вихідних даних на прикладі розробки систем прогнозування енерго- та теплоспоживання	12	2	2		8
Тема 2.2 Обстеження енергетичних систем як об'єктів моделювання	12	2	2		8
Тема 2.3. Складання рівнянь матеріального та енергетичного балансу для технологічної схеми.	12	2	2		8
Тема 2.4. Оптимізаційні методи визначення енергетичних потреб об'єктів морської інфраструктури	12	2	2		8
Тема 2.5. Основи моделювання нетрадиційних джерел енергозабезпечення	12	2	2		8
Тема 2.6. Моделі обробки і подання інформації з енергетичних об'єктів для функціонування системи енергетичного менеджменту	12	2	2		8
Разом за змістовим модулем 2	72	12	12		48
Усього годин	180	30	30		120

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 2 год/1 лекція;
- підготовка до практичних занять – 2 год/1 заняття;
- підготовка до заліку – 60 год.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	30	
2	Підготовка до практичних занять	30	
3	Підготовка до заліку	60	
РАЗОМ		120	

6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Математичне моделювання енергетичних систем" є:

- виконання практичних завдань за темою наукового дослідження;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання практичних завдань, підготовка аналітичних оглядів, тез доповідей).

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, якій з урахуванням

отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті за результатами виконання самостійних практичних завдань. Він передбачає оцінювання практичних навичок використання теоретичної підготовки студентів із зазначеної теми під час роботи на заняттях та самостійної роботи.

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

Виконання практичного завдання	Критерії оцінювання
6	Завдання правильне, повне, логічне, містить аналіз, систематизацію, узагальнення і аргументовані висновки.
5	Завдання в цілому правильне, достатньо повне та логічне, але має деякі помилки та неточності у висновках.
3	Завдання частково правильне, але містить неточності і недостатньо обґрунтовані висновки.
0	Завдання не виконане або містить значну кількість суттєвих помилок.

Залік	Критерії оцінювання
40	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання: одне запитання з 1-го модулю, одне запитання з 2-го модулю, два запитання з 3-го модулю.
35	Студент спроможний чітко та стисло відповідати на поставлені запитання, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
30	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях.
25	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, але допускає суттєві неточності у відповідях, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
20	Студент невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
15	Студент невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді.

Залік	Критерії оцінювання
10	Студент демонструє задовільні знання з поставлених запитань, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати свою відповідь.
5	Студент невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, не спроможний дати відповідь на додаткові запитання, відстоювати свою позицію.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичного завдання за темою	15х 4 балів = 60 балів	-
Залік	4 х 10 балів = 40 балів	-
Всього	100	-

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1.1	Практичне заняття №1	4
	T1.2	Практичне заняття №2	4
	T1.3	Практичне заняття №3	4
	T1.4	Практичне заняття №4	4
	T1.5	Практичне заняття №5	4
	T1.6	Практичне заняття №6	4
	T1.7	Практичне заняття №7	4
	T1.8	Практичне заняття №8	4
	T1.9	Практичне заняття №9	4
ЗМ2	T2.1	Практичне заняття №10	4
	T2.2	Практичне заняття №11	4
	T2.3	Практичне заняття №12	4
	T2.4	Практичне заняття №13	4
	T2.5	Практичне заняття №14	4
	T2.6	Практичне заняття №15	4
Підсумковий контроль		Залік	40
Сума			100

9. Засоби навчання

У спеціальних засобах навчання потреби немає.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

Веселовський В.Б., Дреус А.Ю., Сясєв А.В. Математичне моделювання та методи розрахунку теплотехнологічних процесів. Навчальний посібник – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 248 с.

Допоміжна література

Куц Г.О. Математичне моделювання енергетичних об'єктів і систем. ISSN 1562-8965. Проблеми загальної енергетики, 2015, вип. 3 (42)

Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур. – Львів : Видавництво Національного

Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання енергетичних систем» для студентів за напрямом 6.050701 “ Електротехніка та електротехнології”/ Укл.: к.т.н., доцент Ключєв О.В. - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013, 98 стор.

Ткаченко С.Й., Чепурний М.М., Степанов Д.В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навчальний посібник. – Вінниця. ВНТУ, 2005. – 137 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

Математичне моделювання об'єктів енергетики. [https://vde.kpi.ua > uploads > 2023/02 > Sil_mat...](https://vde.kpi.ua/uploads/2023/02/Sil_mat...)

Верлань А. А., Федорчук В. А. Моделювання комп'ютерно-інтегрованих силових енергетичних установок: монографія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 96 с. ISBN 978-966-643-099-4
<http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/handle/123456789/7554>