

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

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах

Mathematical modelling of work processes in ecosystems

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

тип дисципліни: вибіркова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією), освітньої-наукової програми "Теплоенергетика".

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" розглянуто на засіданні Навчально-наукового Центру морської інфраструктури. Протокол № 9 від 9 квітня 2025 р.

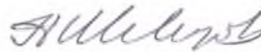
Керівник Навчально-наукового
Центру морської інфраструктури



Юрій ХАРИТОНОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми



Анатолій ШЕВЦОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 3 від 14 квітня 2025р.

Голова



Сергій СЕРБІН.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол №4 від 23 квітня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	11
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	12
10. Рекомендовані джерела інформації	12

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах» є основою сукупності знань та вмінь щодо розв'язування комплексних техніко-екологічних проблем у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду; розробки і реалізації комплексних інноваційних проектів в теплоенергетиці та дотичних до неї міждисциплінарних проектів з урахуванням всіх аспектів їх розташування на об'єктах морської інфраструктури. Завданням вивчення навчальної дисципліни є засвоєння: розробки та досліджування концептуальних, математичних і комп'ютерних моделей процесів і систем; ефективного їх використання для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямках; розв'язування значущих наукових та технологічних проблем теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

Ключові слова: аероекологія, гідроекологія, фактор, принцип, метод, прогноз, стан.

Abstract

The academic discipline “Mathematical modelling of work processes in ecosystems” provides the foundation of knowledge and practical skills required for solving complex engineering and environmental problems in the field of heat power engineering based on a systematic scientific approach, as well as for developing and implementing comprehensive innovative projects in heat power engineering and related interdisciplinary fields, taking into account all aspects of their deployment at marine infrastructure facilities. The objectives of studying the academic discipline are to ensure the acquisition of knowledge and skills related to: the development and investigation of conceptual, mathematical and computer models of processes and systems; their effective application for generating new knowledge and/or developing innovative products in heat power engineering and related interdisciplinary fields; solving significant scientific and technological problems in heat power engineering while adhering to the principles of academic integrity and taking into account social, economic, environmental and legal aspects.

Key words: aeroecology, hydroecology, factor, principle, method, forecast, state.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво	Вибіркова			
Модулів – 1	Спеціальність: G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією) G4.02 Теплоенергетика (освітньо-наукова програма Теплоенергетика)	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 4		2-й		2-й	
Електроний адрес РПНД на сайті Університету:					
Загальна кількість годин – 150		Семестри:			
		3-й	4-й	3-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)	Лекції			
			30 год		30 год
		Практичні заняття			
			30 год		30 год
		Самостійна робота			
			90 год		90 год
		Індивідуальні завдання			
		–	–	–	–
		Вид контролю: залік			
Форма контролю: усна / письмова					

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета – Підготовка фахівців, здатних продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми, здійснювати власні наукові дослідження у сфері теплоенергетики.

Вивчення навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочих процесів в екосистемах" формує у аспірантів відповідно до освітньо-наукової програми такі компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і супроводжувати комплексні інноваційні енергетичні проекти з урахуванням всіх аспектів їх розташування на об'єктах морської інфраструктури.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і супроводжувати комплексні

інноваційні енергетичні проекти з урахуванням всіх аспектів їх розташування на об'єктах морської інфраструктури.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумов для вивчення дисципліни не передбачено

4. Очікувані результати навчання

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

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

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 теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики 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.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН09 Розуміння основних аспектів впровадження та супроводження проектів при інноваційної діяльності на об'єктах морської інфраструктури.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття екосистеми і визначення робочих процесів

Тема 1.1. Поняття екосистеми

Тема 1.2. Робочі процеси в екосистемах.

Тема 1.3. Класифікація параметрів системи.

Змістовий модуль 2. Основи моделювання в екосистемах

Тема 2.1 Основні фактори, що враховуються при моделюванні в екосистемах

Тема 2.2. Принципи при моделюванні в екосистемах.

Тема 2.3. Основні методи моделювання екосистем

Тема 2.4. Математичне моделювання процесу оцінювання та інформаційне прогнозування станів екосистем.

Змістовий модуль 3. Моделювання в аероекологічних систем

Тема 3.1. Моделі розповсюдження забруднювальних речовин в атмосферу

Тема 3.2. Математичне моделювання концентрації домішок у приземному шарі атмосфери.

Тема 3.3. Особливості моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел.

Тема 3.4. Прогноз забруднення атмосфери над об'єктом морської інфраструктури.

Змістовий модуль 4. Моделювання в гідроекологічних системах.

Тема 4.1. Модель непроточних водних систем.

Тема 4.2. Модель проточних водних систем.

Тема 4.3. Моделювання стоків з об'єктів морської інфраструктури.

Тема 4.4. Моделі процесів самоочищення води у природі

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	с.р.	лаб		л	пр.	с.р.	лаб
Змістовий модуль 1. Основні поняття екосистеми і визначення робочих процесів										
Тема 1.1. Поняття екосистеми	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 1.2. Робочі процеси в екосистемах.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 1.3. Класифікація параметрів технічної системи.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 1	30	6	6	18	–	30	6	6	18	–
Змістовий модуль 2. Основи моделювання в екосистемах										
Тема 2.1. Основні фактори, що враховуються при моделюванні в екосистемах	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.2. Принципи при моделюванні в екосистемах.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.3. Основні методи моделювання екосистем	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.4. Математичне моделювання процесу оцінювання та інформаційне прогнозування станів екосистем.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 2	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–
Змістовий модуль 3. Моделювання в аероекологічних системах										
Тема 3.1. Моделі розповсюдження	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	с.р.	лаб		л	пр.	с.р.	лаб
забруднювальних речовин в атмосферу										
Тема 3.2. Математичне моделювання концентрації домішок у приземному шарі атмосфери	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 3.3. Особливості моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 3.4. Прогноз забруднення атмосфери над об'єктом морської інфраструктури.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 3	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–
Змістовий модуль 4. . Моделювання в гідроекологічних системах.										
Тема 4.1 Модель непроточних водних систем.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.2. Модель проточних водних систем.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.3. Моделювання стоків з об'єктів морської інфраструктури.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.4 Моделі процесів самоочищення води у природі	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 4	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–
Усього годин	150	30	30	90	–	150	30	30	90	–

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Екосистеми і основні їх властивості	2	2
2	Основні етапи системного аналізу	2	2
3	Аналітичне моделювання	2	2
4	Стационарні моделі однокомпонентної речовини	2	2
5	Аналітичне вирішення спрощеної стаціонарної моделі	2	2
6	Динамічні моделі	2	2
7	Моделі багатокомпонентної екосистеми	2	2
8	Моделювання дальності розповсюдження домішок в атмосфері	2	2
9	Емпіричні моделі.	2	2
10	Статистичні моделі забруднення атмосферного повітря	2	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
11	Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі	2	2
12	Концептуальна модель водних систем.	2	2
13	Побудова просторової моделі водних систем.	2	2
14	Стационарні моделі однокомпонентної речовини	2	2
15	Моделі стоків	2	2
РАЗОМ		30	30

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. занять;
- підготовка до практичних занять – 1 год/1 год. занять;
- написання тез доповідей, статей, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу;
- підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	30	15
2	Підготовка до практичних занять	30	30
3	Підготовка до заліку	30	30
РАЗОМ		90	90

6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" є:

- виконання практичних завдань за темою наукового дослідження;

– залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення аспіранта 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 аспірант може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання практичних завдань за темою наукового дослідження).

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається аспіранту, 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 здобувачів із зазначеної теми під час роботи на заняттях та самостійної роботи.

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

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань за темою наукового дослідження на практичних заняттях	15 x 4 бали = 60 балів	15 x 4 бали = 60 балів
Залік	1 x 40 балів = 40 балів	1 x 40 балів = 40 балів
Всього	100	100

Виконання практичного завдання за темою наукового дослідження	Критерії оцінювання
4	Завдання правильне, повне, логічне, містить аналіз, систематизацію, узагальнення і аргументовані висновки.

3	Завдання в цілому правильне, достатньо повне та логічне, але має деякі помилки та неточності у висновках.
2	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, аспірант 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	Аспірант 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	Аспірант спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях.
25	Аспірант спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, але допускає суттєві неточності у відповідях, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
20	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
15	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді.
10	Аспірант демонструє задовільні знання з поставлених запитань, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати свою відповідь.
5	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, не спроможний дати відповідь на додаткові запитання, відстоювати свою позицію.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1.1	Практичне заняття №1	4	Практичне заняття №1	4
	T1.2	Практичне заняття №2	4	Практичне заняття №2	4
	T1.3	Практичне заняття №3	4	Практичне заняття №3	4
ЗМ2	T2.1	Практичне заняття №4	4	Практичне заняття №4	4
	T2.2	Практичне заняття №5	4	Практичне заняття №5	4
	T2.3	Практичне заняття №6	4	Практичне заняття №6	4

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
	T2.4	Практичне заняття №7	4	Практичне заняття №7	4
	T2.5	Практичне заняття №8	4	Практичне заняття №8	4
ЗМЗ	T3.1	Практичне заняття №9	4	Практичне заняття №9	4
	T3.2	Практичне заняття №10	4	Практичне заняття №10	4
	T3.3	Практичне заняття №11	4	Практичне заняття №11	4
	T3.4	Практичне заняття №12	4	Практичне заняття №12	4
	T3.5	Практичне заняття №13	4	Практичне заняття №13	4
	T3.6	Практичне заняття №14	4	Практичне заняття №14	4
ЗМ4	T4.3	Практичне заняття №15	4	Практичне заняття №15	4
Підготовка аналітичного огляду (тез доповіді, статті)			60	Підготовка аналітичного огляду (тез доповіді, статті)	60
Підсумковий контроль	Залік		40	Залік	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

У спеціальних засобах навчання потреби немає.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. – К., Фітосоціоцентр. – 132с.
2. Горев Л.М. Основи моделювання в гідро екології: Підручник. – К.:Либідь, 1996. – 336 с.
3. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Ч І. Чернівці "Рута", –2004. – 65с.
4. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Чернівці "Рута", II –2005. – 56 с.
5. Скіп Б.В., Філіпчук Т.В., Моделювання та прогнозування стану довкілля. Практикум, Чернівці "Рута", –2006. – 68 с

6. Чепурна, Т. Б. Моделювання і прогнозування стану довкілля : лаб. практикум / Т. Б. Чепурна. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. - 115 с.
7. Заграй Я. М., Котовенко О. А. Моделювання і прогнозування стану довкілля. – К.: КПІ, 2007. – 68 с.
8. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 132 с.
9. R.A. Fjeld, N.A. Eisenberg, K.L. Compton. Quantitative environmental risk analysis for human health. – Washington, USA. John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 390 p.
10. F.M. Dunnivant. Environmental laboratory exercises for instrumental analysis and environmental chemistry – Hoboken, New Jersey, USA. John Wiley & Sons, Inc., 2004. – 330 p.
11. Технології обробки та моделювання екологічної та економічної інформації / В. Б. Мокін, А. В. Поплавський, А. Р. Ящолт, М. П. Боцулаа. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 130 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Вища освіта України: журнал. – Режим доступу: <https://wou.npu.edu.ua/>.
2. Google Scholar або Google Академія: пошукова система і некомерційна бібліометрична база даних, що індексує наукові публікації та наводить дані про їх цитування <https://scholar.google.com.ua/>
3. Портал полегшення процедури оформлення наукових джерел відповідно до вимог Вищої атестаційної комісії (ВАК) України та проходження нормоконтролю при написанні публікацій, курсових, дипломних, дисертацій та інших наукових робіт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.vak.org.ua
4. Законодавство України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.kiev.ua>; <http://www.nau.kiev.ua>; <http://www.ukrpravo.kiev.com>; <http://www.liga.kiev.ua>.
5. Методологія науки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.interpedagogika.ru>.
6. Методологія науки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: sites.google.com/site/fajrru/Home/scientific.
7. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nbuv.gov.ua>.
8. Національна парламентська бібліотека України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nplu.kiev.ua>
9. Харківська державна наукова бібліотека ім. Короленка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://korolenko.kharkov.com>