

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

 Слободян С. О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Моделювання та прогнозування екологічних процесів

Modelling and forecasting of environmental processes

рівень вищої освіти бакалавр

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

Миколаїв, 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G2Технології захисту навколишнього середовища, освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»,
“ 10” квітня 2025 року. – 26 с.

Розробник: Магась Наталія Іванівна, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»
Ремешевська Ірина Володимирівна, канд. техн. наук, доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій

Протокол від № 9 від “ 11 ” квітня 2025 року.

Завідувач кафедри

Ганна ТРОХИМЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» розглянуто Методичною радою факультету економіки та екології моря

Протокол від № 9 від “ 14 ” квітня 2025 року.

Голова

Вячеслав ІВАТА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол від № 4 від “ 23 ” квітня 2025 року.

Голова НМР НУК

Сергій СЛОБОДЯН

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.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	16
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	24
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	25
10. Рекомендовані джерела інформації.....	26

ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» є складовою частиною нормативно-методичного забезпечення навчального процесу за галуззю знань Г Інженерія, виробництво та будівництво та належить до дисциплін професійної підготовки.

Анотація

Програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» передбачає формування вмінь та навичок побудови математичних моделей та навичок розв'язування завдань в області екології та охорони навколишнього середовища із застосуванням сучасних математичних методів і сучасного програмного забезпечення.

Викладання навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» забезпечить такі результати навчання: застосування теоретичних, методичних і практичних підходів до розв'язання завдань різної складності та типу для екологічних досліджень

Ключові слова: математична модель, екологічний прогноз, методи прогнозування, динаміка екологічних систем.

Abstract

The program of the discipline "Modelling and forecasting of environmental processes" involves the formation of skills in the mathematical models construction of tasks in the field of ecology and environmental protection and and the acquisition of skills in solving environmental problems using modern mathematical methods and modern software.

Teaching the discipline "Modelling and forecasting of environmental processes" will provide the following learning outcomes: the application of theoretical, methodological and practical approaches to solving problems of different types from the field of ecology and environmental protection

Keywords: mathematical model, ecological forecast, forecasting methods, the dynamics of ecological systems.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів -9	Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова			
Модулів –3		Рік підготовки:			
Змістових модулів – 4		2-й	3-й	2-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність: G2Технології захисту навколишнього середовища Освітня програма: Технології захисту навколишнього середовища	Семестр			
		4-й	5-й	4-й	5-й
		Лекцій			
		30 год	30 год.	6 год	20 год.
		Практичні, семінарські			
		15 год	15 год.	2 год	10 год.
		Лабораторні			
0 год	0 год.	0 год	0 год.		
Загальна кількість годин - 270	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; 3 самостійної роботи студента – 3; 9		45 год	135 год	37 год	195 год
		Індивідуальні завдання: курсова робота			
		Вид контролю: залік, екзамен			
		Форма контролю: письмова			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ФК04. Здатність здійснювати контроль за забрудненням повітряного басейну, водних об'єктів, ґрунтового покриття та геологічного середовища;

ФК09. Здатність оцінювати вплив промислових об'єктів та інших об'єктів господарської діяльності на довкілля;

ФК11. Здатність визначати основні чинники та рівень впливу екологічно небезпечних явищ та процесів на біологічні та фізіологічні показники стану людини; моделювати та прогнозувати екологічні процеси.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами вивчення дисципліни є отримання компетентностей з дисципліни «Вища математика І», «Вища математика ІІ», «Вища математика ІІІ», «Біогеохімія», «Загальна екологія». Знання та навички з «Моделювання та прогнозування екологічних процесів» допоможуть при вивченні дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Оцінка впливу на довкілля об'єктів промисловості», «Моніторинг довкілля» у виконанні кваліфікаційних (бакалаврських) робіт, а також для наступної практичної роботи на підприємствах.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН01. Знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природоохоронних задач у виробничій сфері;

ПРН10. Вміти застосувати знання з контролю та оцінювання стану забруднення і промислових викидів, з аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля;

ПРН14. Вміти обґрунтовувати ступінь відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов завданням захисту, збереження та відновлення навколишнього середовища;

ПРН17. Вміти застосовувати методи моделювання та прогнозування стану довкілля; розробляти рекомендації та заходи щодо запобігання,

зменшення забруднення та покращення стану території, водних об'єктів і повітряного середовища, забезпечення радіаційної безпеки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Математичне моделювання екологічних процесів та види прогнозів забруднення навколишнього середовища

Змістовий модуль 1. Основні засади математичного моделювання і прогнозування в екології

Тема 1. Місце і роль задач моделювання в комплексі взаємопов'язаних задач аналізу та прогнозування екологічних процесів [1] стор. 11-28, [2] стор. 9-18, [3] стор. 5-22.

Тема 2. Класифікація математичних моделей відповідно до властивостей процесів довкілля, що моделюються [1] стор. 16-22, [2] стор. 18-30, [6] стор. 14-21, дод. [7] стор. 29-50

Тема 3. Елементарні функції та їх використання в екології. Наближені числа, операції з ними. Похибки функцій [1] стор. 37-78, [2] стор. 90-104.

Тема 4. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля (регресійні моделі, моделі часової та просторової динаміки) [2] стор. 37-74, [4] стор. 53-89, [5] стор. 95-112, дод. [7] стор. 83-100.

Тема 5. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання в прогнозах і сценаріях у сфері природокористування [1] стор. 16-28, [2] стор. 90-104, [3] стор. 148-172, дод. [7] стор. 108-126.

Тема 6. Види і методи прогнозування. Засоби Microsoft Excel® та MathCad® для імітаційного моделювання і прогнозування [1] стор. 28-37, [2] стор. 191-200, [5] стор. 71-94, [6] стор. 7-9

Змістовий модуль 2. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у атмосфері

Тема 7. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї [1] стор. 205-216, [3] стор. 64-79, [6] стор. 9-14, стор. 21-42, [7] стор. 8-35.

Тема 8. Умови, параметри і критерії, що впливають на розсіювання домішок в атмосфері [1] стор. 218-233, стор. 246-255, [3] стор. 70-79, [7] стор. 17-40, стор. 45-66, стор. 178-218

Тема 9. Чисельне прогнозування концентрації шкідливої домішки за допомогою дифузійної та гаусової моделі [1] стор. 236-243, [6] стор. 45-53, [7] стор. 66-111.

Тема 10. Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі ОНД-86 та використання автоматизованої системи розрахунку ЕОЛ 2000 [6] стор. 69-75, [8] стор. 1-94, дод. [1] стор. 4-41, дод. [2] стор. 5-14

Тема 11. Моделювання поширення домішки від джерела з урахуванням впливу орографії [1] стор. 216-218, [7] стор. 208-212, [8] стор. 22-25, дод. [2] стор. 15-18.

Тема 12 Моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел та площинних джерел [7] стор. 25-37, стор. 49-66.

Тема 13. Прогнозування забруднення повітряного середовища у місті та біля автомагістралей [1] стор. 243-246, стор. 227, [3] стор. 79-90, [6] стор. 53-69, дод. [2] стор. 31-39.

Тема 14. Прогнозування шумового забруднення атмосфери біля транспортних магістралей [6] стор. 84-87.

Тема 15. Моделювання радіоактивного забруднення атмосфери при аваріях на АЕС [6] стор. 103-106, стор. 116-118, дод. [2] стор. 40-45.

Змістовий модуль 3. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у водних об'єктах

Тема 16. Моделювання перенесення домішок по руслу річки [1] стор. 148-169, [3] стор. 37-42, [6] стор. 137-146, [10] стор. 16-72, [11] стор. 6-31

Тема 17. Чисельне моделювання поширення забруднюючих речовин у річках при аварійному скиді стічних вод [1] стор. 163-169, [3] стор. 52-62, [6] стор. 146-150, [10] стор. 46-77, [11] стор. 32-67, дод. [3] стор. 4-17

Тема 18. Чисельне моделювання перенесення домішок при скиді стічних вод у озера та водосховища [10] стор. 77-81, [11] стор. 68-89, дод. [3] стор. 18-22

Тема 19. Чисельне моделювання процесу забруднення моря. Розсіювання домішок у морі від постійного джерела забруднення [6] стор. 150-154, дод. [3] стор. 23-30

Змістовий модуль 4. Математичне моделювання і прогнозування забруднення ґрунтового і рослинного середовищ

Тема 20. Чисельне моделювання процесів забруднення підземних вод [1] стор. 170-178, [6] стор. 156-181, [13] стор. 8-79

Тема 21. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї [1] стор. 298-302, [3] стор. 90-97

Тема 22. Моделювання міграції радіонуклідів в агроценозах [1] стор. 276-297, [3] стор. 97-105

Тема 23. Прогнозування виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь [1] стор. 305-311

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р.		лек	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Модуль 1 Математичне моделювання екологічних процесів та види прогнозів забруднення навколишнього середовища										
Змістовий модуль 1. Основні засади математичного моделювання і прогнозування в екології										
Тема 1. Місце і роль задач моделювання в комплексі взаємопов'язаних задач аналізу та прогнозування екологічних процесів	7	2	2		3	7	1	1		5
Тема 2. Класифікація математичних моделей відповідно до властивостей процесів довкілля, що моделюються	4	2			2	5	1			4
Тема 3. Елементарні функції та їх використання в екології. Наближені числа, операції з ними. Похибки функцій	4	2			2	4				4
Тема 4. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля (регресійні моделі, моделі часової та просторової динаміки)	7	2	2		3	5	1			4
Тема 5. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання в прогнозах і сценаріях у сфері природокористування	4	2			2	5	1			4
Тема 6. Види і методи прогнозування. Засоби Microsoft Excel та MathCad для імітаційного моделювання і прогнозування	4	2			2	4				4
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	12	4		14	30	4	1		25

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 2. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у атмосфері										
Тема 7. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї	4	2			2	5	1			4
Тема 8. Умови, параметри і критерії, що впливають на розсіювання домішок в атмосфері	5	2			3	5	1			4
Тема 9. Чисельне прогнозування концентрації шкідливої домішки за допомогою дифузійної та гаусової моделі	8	2	2		4	9	1	1		7
Тема 10. Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі ОНД-86 та використання автоматизованої системи розрахунку ЕОЛ 2000	8	2	2		4	9	1	1		7
Тема 11. Моделювання поширення домішки від джерела з урахуванням впливу орографії	8	2	2		4	9	1	1		7
Тема 12 Моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел та площинних джерел	7	2	1		4	5	1			4
Тема 13. Прогнозування забруднення повітряного середовища у місті та біля автомагістралей	8	2	2		4	10	1	2		7
Тема 14. Прогнозування шумового забруднення атмосфери біля транспортних магістралей	4	2			2	5	1			4
Тема 15. Моделювання радіоактивного забруднення атмосфери при аваріях на АЕС	8	2	2		4	3				3
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	18	11		31	60	8	5		47
<i>Разом за модулем 1</i>	90	30	15		45	90	12	6		72

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 3. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у водних об'єктах										
Тема 16. Моделювання перенесення домішок по руслу річки	8	2	2		4	12	2	1		9
Тема 17. Чисельне моделювання поширення забруднюючих речовин у річках при аварійному скиді стічних вод	11	4	2		5	12	2	1		9
Тема 18. Чисельне моделювання перенесення домішок при скиді стічних вод у озера та водосховища	11	4	2		5	8	2			6
Тема 19. Чисельне моделювання процесу забруднення моря. Розсіювання домішок у морі від постійного джерела забруднення	15	4	4		7	13	2	2		9
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	45	14	10		21	45	8	4		33
Змістовий модуль 4. Математичне моделювання і прогнозування забруднення ґрунтового і рослинного середовищ										
Тема 20. Чисельне моделювання процесів забруднення підземних вод	9	4			5	12	2			10
Тема 21. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї	13	4	2		7	10	2			8
Тема 22. Моделювання міграції радіонуклідів в агроценозах	9	4			5	5				5
Тема 23. Погнозування виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь	14	4	3		7	18	2	2		14
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	45	16	5		24	45	6	2		37
<i>Разом за модулем 2</i>	90	30	15		45	90	14	6		72
Модуль 3										
ІНДЗ	90				90	90				90
<i>Разом за курсом</i>	270	60	30		180	270	26	12		232

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Оцінка та прогнозування якісного стану компонентів навколишнього середовища за значенням розрахованих індексів забруднення	2	1
2	Статистичні методи аналізу даних спостереження за станом навколишнього середовища та їх застосування при складенні прогнозу забруднення довкілля	2	
3	Прогнозування максимальної приземної концентрації шкідливої домішки в атмосфері	2	1
4	Прогнозування забруднення атмосфери та моделювання процесів поширення забруднюючих речовин	2	1
5	Моделювання розсіювання забруднюючих речовин на місцевості зі складним рельєфом	2	1
6	Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря на промисловому майданчику з урахуванням впливу забудови	1	
7	Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря на ділянці магістральної траси	2	2
8	Розрахунок індивідуальних доз опромінення при прямих шляхах впливу радіоактивної хмари	2	
9	Визначення ступеню розбавлення стічних вод у річках	2	1
10	Розрахунок кратності розбавлення стічних вод методом А.В. Караушева	2	1
11	Розрахунок розбавлення стічних вод у озерах та водосховищах	2	
12, 13	Розрахунок кратності розбавлення стічних вод у морі	4	2
14	Моделювання хімічного забруднення ґрунтів важкими металами з промислових майданчиків та шламонакопичувачів	2	
15	Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь	3	2
Всього		30	12

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до практичних робіт	15	24
2	Підготовка до МКР	60	90
3	Підготовка до екзамену	15	30
4	ІНДЗ	90	90
Всього		180	234

Індивідуальне науково дослідне завдання

Навчальним планом при вивченні дисципліни «Моделювання і прогнозування екологічних процесів» передбачено виконання курсової роботи (КР) студентами денної і заочної форми навчання.

Метою курсової роботи є закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання та їх застосування до комплексного вирішення конкретного завдання математичного моделювання і прогнозу процесу забруднення довкілля.

Курсова робота з дисципліни «Моделювання і прогнозування екологічних процесів» складається з пояснювальної записки, додатків (за потреби) та графічної частини.

Пояснювальна записка (30-35 аркушів) повинна відповідати індивідуальному завданню, а її оформлення – чинним стандартам, які слід враховувати на момент виконання роботи з врахуванням всіх офіційних змін, введених у дію.

Графічна частина складається з: презентації до КР, карти-схеми розсіювання забруднюючих речовин, результатів розрахунків та графіків виконаних за допомогою ЕОМ.

Тематика курсових робіт визначається керівником КР відповідно до змісту дисципліни. Студент також має право самостійно запропонувати тему з обґрунтуванням тематики (наприклад, згідно наукових досліджень).

Тематика курсових робіт з дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля»:

1. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від викидів стаціонарних джерел
2. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від викидів лінійних джерел
3. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від викидів площинних джерел
4. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від групи стаціонарних джерел

5. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від викидів джерел на місцевості зі складним рельєфом

6. Моделювання та прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин від викидів нестаціонарних джерел

7. Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря на ділянці магістральної траси

8. Моделювання розповсюдження речовини у потоці

9. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин при скиді стічних вод підприємства

10. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин при аварійних розливах

11. Моделювання розповсюдження нафти в морі при її аварійних розливах

12. Моделювання міграції речовини у підземних водах до водозабору

13. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів важкими металами з промислових майданчиків

14. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів важкими металами з шламонакопичувачів

15. Прогнозування виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь

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

При викладанні дисципліни «Моделювання і прогнозування екологічних процесів» використовуються наступні методи навчання:

— пояснювально-ілюстративний метод — повідомлення готової інформації різними засобами (словесними, наочними, практичними) та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами;

– проблемного викладу – постановка викладачем перед здобувачами проблеми і визначення шляхів її розв'язання з приховуванням можливих пізнавальних суперечностей;

– частково-пошуковий – метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;

– дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання здобувачів є:

- розрахункові (практичні) роботи;
- модульні контрольні роботи;
- курсова робота;
- іспит

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 (практичні роботи та модульні контрольні роботи) і оцінки з заліку та іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 70 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру за виконання практичних робіт та модульних контрольних робіт.

Питома вага заліку та іспиту в загальній системі оцінок складає 30 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті, а також у кінці кожного змістового модуля у вигляді модульної контрольної роботи.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Виконання практичних робіт

Практична (розрахункова) робота		Критерії оцінювання
Денна форма	Заочна форма	
6	15	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	7	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Звіт відповідає встановленим вимогам
1	3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0	0	Студент не розв'язує задачі.
Максимальна оцінка студента за даний компонент програми: для денної форми – 90 балів (15 робіт по 6 балів); для заочної форми – 90 балів (6 робіт по 15 балів).		

Поточний модульний контроль

Включає написання комплексної контрольної роботи (МКР) за кожним змістовим модулем, яка оцінюється у 22 балів (МКР1), 30 балів (МКР 2), 15 балів (МКР 3), 13 балів (МКР 4), а для студентів заочної форми навчання 25 балів (МКР1), 30 балів (МКР 2), 15 балів (МКР 3), 10 балів (МКР 4) і складається з таких компонентів:

Назва компоненту	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
МКР 1		
Тести (10 од)	10x1=10	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача проста (2од)	2x2=4	Задача на 1-2 дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати формулу та провести розрахунок
Задача середньої складності (2 од)	2x4=8	Задача на 3 і більше дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати декілька формул, а також модифікувати їх під умови задачі та провести розрахунок

1	2	3
МКР 1 (для студентів заочної форми навчання)		
Тести (13 од)	13x1=13	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача проста (2од)	2x2=4	Задача на 1-2 дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати формулу та провести розрахунок
Задача середньої складності (2 од)	2x4=8	Задача на 3 і більше дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати декілька формул, а також модифікувати їх під умови задачі та провести розрахунок
МКР 2		
Тести (10 од)	10x1=10	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача підвищеної складності (2од)	2x10=20	Задача на 3 і більше дії, яка не має визначеного способу розв'язування і передбачає виконання попереднього аналізу числових даних чи умов, моделювання, встановлення логіки зв'язків між даними та шуканими величинами, які не подаються безпосередньо.
МКР 3		
Тести (5 од)	5x1=5	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача підвищеної складності (1од)	1x10=10	Задача на 3 і більше дії, яка не має визначеного способу розв'язування і передбачає виконання попереднього аналізу числових даних чи умов, моделювання, встановлення логіки зв'язків між даними та шуканими величинами, які не подаються безпосередньо.
МКР 4		
Тести (5 од)	5x1=5	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача середньої складності (2 од)	2x4=8	Задача на 3 і більше дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати декілька формул, а також модифікувати їх під умови задачі та провести розрахунок
МКР 4 (для студентів заочної форми навчання)		
Тести (6 од)	6x1=6	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача середньої складності (1 од)	1x4=4	Задача на 3 і більше дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати декілька формул, а також модифікувати їх під умови задачі та провести розрахунок

Задачі підвищеної складності

Бали	Критерії оцінювання
9-10	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формули для розрахунку, провів розрахунки за ними, написав аргументовану відповідь.
7-8	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формули для розрахунку, і провів розрахунки за ними, проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.
5-6	Студент частково розв'язав задачу, правильно записав умови та частково підібрав формули для розрахунку, і провів розрахунки за ними, але не спромігся провести подальші дії.
3-4	Студент не розв'язав задачу, але правильно записав умови та звів в одну систему виміру.
1-2	Студент не розв'язав задачу, але правильно записав умови.
0	Робота не виконувалась

Задачі середньої складності

Бали	Критерії оцінювання
4	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формули для розрахунку, провів розрахунки за ними, написав аргументовану відповідь.
3	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формули для розрахунку, і провів розрахунки за ними, проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.
2	Студент частково розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав частково формули для розрахунку, і провів розрахунки за ними, але не спромігся провести подальші дії.
1	Студент не розв'язав задачу, але правильно записав умови.
0	Робота не виконувалася

Задачі прості

Бали	Критерії оцінювання
2	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формулу для розрахунку, провів розрахунки за нею, написав аргументовану відповідь.
1	Студент розв'язав задачу, правильно записав умови та підібрав формулу для розрахунку, і провів розрахунки за нею, проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.
0	Робота не виконувалася

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Модуль 1		
Виконання практичних робіт	8x6 балів = 48 балів	3x15 балів=45 бали
Поточний модульний контроль	1x22 бали= 22 бали 1x30 балів= 30 балів	1x25 балів= 25 балів 1x30 балів= 30 балів
Всього	100	100
Модуль 2		
Виконання практичних робіт	7x6 балів = 42 балів	3x15 балів=45 балів
Поточний модульний контроль	1x15 балів= 15 бал 1x13 балів= 13 балів	1x15 балів= 15 балів 1x10 балів= 10 балів
Всього	70	70

Іспит

Проводиться у письмовому вигляді, оцінюється в 30 балів, і складається з таких компонентів:

Назва компоненту	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
Тести (10 од)	10x1=10	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача проста (1 од)	1x2=2	Задача на 1-3 дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати формулу та провести розрахунок
Задачі середньої складності (2 од)	2x4=8	Задача на 3 і більше дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати декілька формул, а також модифікувати їх під умови задачі та провести розрахунок
Задача підвищеної складності (1од)	1x10=10	Задача на 3 і більше дії, яка не має визначеного способу розв'язування і передбачає виконання попереднього аналізу числових даних чи умов, моделювання, встановлення логіки зв'язків між даними та шуканими величинами, які не подаються безпосередньо.

Виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
1	2	3
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих

	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер
Ілюстративна частина	20	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	довідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	35	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи
	15	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
	10	студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи
	5	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 (4 семестр)					
ЗМ 1	T1	Практична робота №1	6	Практична робота №1	15
	T2				
	T3				
	T4	Практична робота №2	6		
	T5				
	T6				
ПМК 1		Завдання	22	Завдання	25
ЗМ 2	T7	Практична робота №3	6	Практична робота №2	15
	T8	Практична робота №4	6		
	T9	Практична робота №5	6		
	T10	Практична робота №6	6	Практична робота №3	15
	T11	Практична робота №7	6		
	T12	Практична робота №8	6	Практична робота №4	15
	T13	Практична робота №9	6		
	T14				
	T15				
ПМК 2		Завдання	30	Завдання	30
Сума			100		100
Модуль 2 (5 семестр)					
ЗМ 3	T16	Практична робота №10	6	Практична робота №5	15
	T17	Практична робота №11	6		
	T18	Практична робота №12	6	Практична робота №6	15
	T19	Практична робота №13	6		
ПМК 3		Завдання	15	Завдання	15
ЗМ 4	T20	Практична робота №14	6	Практична робота №7	15
	T21				
	T22				
	T23	Практична робота №15	6		
ПМК 4		Завдання	13	Завдання	10
Підсумковий контроль		Екзамен	30	Екзамен	30
Сума			100		100

За виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних робіт використовуються слайди, засоби масової інформації, тематичні плакати, схеми, спеціалізовані карти, матриці і таблиці планів експериментів реально виконаних наукових досліджень, анотовані і підсумкові звіти НДР, проектна документація, ДСТУ, ГОСТи, ОСТи та інша нормативна документація. Також при виконанні практичних та курсових робіт використовуються спеціальні комп'ютерні програми – Microsoft Excel, MathCad, ЕОЛ 2000, ОНД-86 Калькулятор та інше програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо).

Також студентам надається можливість отримати електронний варіант конспекту лекцій та всіх методичних розробок кафедри, користування бібліотечними фондами (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Лаврик В. І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.П. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник. – К. : ВЦ «Академія», 2010. – 400с.
2. Богобоящий В.В., Курбанов К.Р. та інш. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник.-К : Центр навчальної літератури,2004.- 216с.
3. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. Навч. посібник. - К.: Либідь, 2003. - 208 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

5. Мокін В. Б., Поплавський А. В., Ящолт А. Р., Боцула М. П. Технології обробки та моделювання екологічної та економічної інформації – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 130 с.
6. Біляєв М. М., Біляєва В.В., Кіріченко П.С. Моделювання і прогнозування стану довкілля : підручник для студентів вищ. навч. закладів – Кривий Ріг ; Ви-ць Р. А. Козлов, 2016. – 207с.
7. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. – К. : НікаЦентр, 2001. – 264 с.
8. Рудаков Д.В. Математичні методи в охороні підземних вод : навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 158 с.
9. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум :навчальний посібник [Електронний ресурс] / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 84 с

Допоміжна література

1. Благодатний В. В., Магась Н.І. Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі: метод. вказівки. – Миколаїв : НУК, 2009. – 41 с.
2. Благодатний В.В., Магась Н.І. Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Частина 1. – Миколаїв: НУК, 2011. – 58 с.
3. Благодатний В.В., Магась Н.І. Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Частина 2. – Миколаїв: НУК, 2012. – 36 с.
4. Рижков С.С., Благодатний В.В. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Водопостачання, водовідвід, поліпшення якості води». Миколаїв : НУК, 2009. - 43 с.
5. Магась Н.І. Методичні вказівки до виконання та оформлення курсової роботи з дисципліни «Моделювання і прогнозування екологічних процесів» для студентів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього

середовища» галузі знань 18 Виробництво і технології. Миколаїв : видавець Румянцева Г. В., 2024. – 35 с.

6. Магась Н.І. Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань.- Миколаїв: НУК, 2024.- 46 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Математичні моделі складних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/33/3.pdf>.
2. http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/NZTNPU/geogr/2009_1/8.pdf
3. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Курс лекцій: Укладач: О.В. Рибалова. – Х: НУЦЗУ, 2016. - 221 с. Режим доступу : <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5281/1/ПРОГНОЗУВАННЯ%20СТАНУ%20ДОВКІЛЛЯ%20-%20II%20ЧАСТИНА.pdf>