

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра екології та природоохоронних технологій

Код РПНД 93368



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах
Modeling of physical and chemical processes in ecosystems

рівень вищої освіти доктор філософії

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

Миколаїв, 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» є однією із складових комплексної підготовки докторів філософії з галузі 18 Виробництво та технології, спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища, освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»,
“29” 08 2022 року. – 21 с.

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

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» Трохименко Ганна Григорівна, докт. техн. наук, професор

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій

Протокол від № 1 від “29” 08 2022 року.

Завідувач кафедри

Трохименко Г.Г.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» розглянуто Навчально-методичною радою Кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол від № 8 від “29” 08 2022 року.

/ Голова

Бондаренко О. В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол від № 6 від “29” 08 2022 року.

Голова НМР НУК

Грушляков Є.І.

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.....	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	18
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	18
10. Рекомендовані джерела інформації.....	19

ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» є складовою частиною нормативно-методичного забезпечення навчального процесу за галуззю знань 18 «Виробництво та технології» та належить до дисциплін підготовки докторів філософії з технологій захисту навколишнього середовища.

Анотація

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

Викладання навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» 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 "Modeling of physical and chemical processes in ecosystems" 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 "Modeling of physical and chemical processes in ecosystems" 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 - 3	Галузь знань: 18 Виробництво та технології	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність: 183 Технології захисту навколишнього середовища Освітня програма: Технології захисту навколишнього середовища	Семестр	
		2-й	2-й
		Лекцій	
		15 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
Загальна кількість годин - 90		Лабораторні	
		15 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1 самостійної роботи студента – 2	Освітній рівень: третій (доктор філософії)	Самостійна робота	
		60 год	72 год
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» є формування відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

СК04. Здатність виявляти слабкі сторони та недоліки в системах захисту навколишнього середовища, ставити відповідні наукові задачі і вирішувати їх з використанням інженерних, модельних, статистичних, експертних та інших методів наукових досліджень;

СК07. Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення складних завдань у технічних та природничих системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами вивчення дисципліни є отримання компетентностей з дисциплін «Методологія наукових досліджень та педагогічної діяльності», «Екологічна безпека та управління ризиками». Знання та навички з «Моделювання фізико-хімічних процесів в екосистемах» допоможуть при проведенні власного наукового дослідження за темою дисертації, та педагогічної діяльності у сфері захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування.

4. Очікувані результати навчання

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

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з технологій захисту навколишнього середовища і управління екологічною безпекою на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.;

РН03. 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;

РН05. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;

РН06. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження із захисту навколишнього середовища та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Математичне моделювання 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. Класифікація математичних моделей відповідно до властивостей процесів довкілля, що моделюються [1] стор. 11-28, [2] стор. 9-30, [3] стор. 5-22, [6] стор. 14-21, дод. [7] стор. 29-50

Тема 2. Елементарні функції та їх використання в екології. Наближені числа, операції з ними. Похибки функцій. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля (регресійні моделі, моделі часової та просторової динаміки) [1] стор. 37-78, [2] стор. 90-104, [2] стор. 37-74, [4] стор. 53-89, [5] стор. 95-112, дод. [7] стор. 83-100.

Тема 3. 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, [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 4. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. Умови, параметри і критерії, що впливають на розсіювання домішок в атмосфері. [1] стор. 205-233, стор. 246-255, [3] стор. 64-79, [6] стор. 9-14, стор. 21-42, [7] стор. 8-35, стор. 45-66, стор. 178-218

Тема 5. Чисельне прогнозування концентрації шкідливої домішки за допомогою дифузійної та гаусової моделі. Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі та використання

автоматизованої системи розрахунку [1] стор. 236-243, [6] стор. 45-53, стор. 69-75, [7] стор. 66-111, [8] стор. 1-94, дод. [1] стор. 4-41, дод. [2] стор. 5-14

Тема 6. Моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел та площинних джерел. Прогнозування забруднення повітряного середовища у місті та біля автомагістралей [1] стор. 243-246, стор. 227, [3] стор. 79-90, [6] стор. 53-69, [7] стор. 25-37, стор. 49-66, дод. [2] стор. 31-39.

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

Тема 7. Моделювання перенесення домішок по руслу річки. Чисельне моделювання поширення забруднюючих речовин у річках при аварійному скиді стічних вод [1] стор. 148-169, [3] стор. 37-62, [6] стор. 137-150, [10] стор. 16-77, [11] стор. 6-67, дод. [3] стор. 4-17

Тема 8. Чисельне моделювання перенесення домішок при скиді стічних вод у озера та водосховища. Чисельне моделювання процесу забруднення моря від постійного джерела забруднення [10] стор. 77-81, [11] стор. 68-89, дод. [3] стор. 18-22, [6] стор. 150-154, дод. [3] стор. 23-30

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

Тема 9. Чисельне моделювання процесів забруднення підземних вод [1] стор. 170-178, [6] стор. 156-181, [13] стор. 8-79

Тема 10. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї [1] стор. 298-302, [3] стор. 90-97

Тема 11. 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 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. Класифікація математичних моделей відповідно до властивостей процесів довкілля, що моделюються	5	1			4	5				5
Тема 2. Елементарні функції та їх використання в екології. Наближені числа, операції з ними. Похибки функцій. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля (регресійні моделі, моделі часової та просторової динаміки)	6	1		2	3	5			1	4
Тема 3. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання в прогнозах і сценаріях у сфері природокористування	4	1			3	5	1			4
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	15	3		2	10	15	1		1	13

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 2. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у атмосфері										
Тема 4. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. Умови, параметри і критерії, що впливають на розсіювання домішок в атмосфері	6	1			5	8	1			7
Тема 5. Чисельне прогнозування концентрації шкідливої домішки за допомогою дифузійної та гаусової моделі. Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі та використання автоматизованої системи розрахунку	12	2		2	8	11	1		1	8
Тема 6. Моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел та площинних джерел. Прогнозування забруднення повітряного середовища у місті та біля автомагістралей	12	2		2	8	11	1		1	9
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	30	5		4	21	30	3		2	25
Змістовий модуль 3. Математичне моделювання та прогноз міграції забруднюючих речовин у водних об'єктах										
Тема 7. Моделювання перенесення домішок по руслу річки. Чисельне моделювання поширення забруднюючих речовин у річках при аварійному скиді стічних вод	7	1		2	4	7			1	6
Тема 8. Чисельне моделювання перенесення домішок при скиді стічних вод у озера та водосховища. Чисельне моделювання процесу забруднення моря від постійного джерела забруднення	8	2		2	4	8	1		1	6
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	15	3		4	8	15	1		2	12

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Змістовий модуль 4. Математичне моделювання і прогнозування забруднення ґрунтового і рослинного середовищ										
Тема 9. Чисельне моделювання процесів забруднення підземних вод	11	2		2	7	8				8
Тема 10. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї	9	1		1	7	10				10
Тема 11. Прогнозування виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь	10	1		2	7	12	1		1	10
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	30	4		5	21	30	1		1	28
<i>Разом за курсом</i>	90	15		15	60	90	6		6	72

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Статистичні методи аналізу даних спостереження за станом навколишнього середовища та їх застосування при складенні прогнозу забруднення довкілля	2	1
2	Прогнозування забруднення атмосфери та моделювання процесів поширення забруднюючих речовин	2	1
3	Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря на ділянці магістральної траси	2	1
4	Визначення ступеню розбавлення стічних вод у річках	2	1
5	Розрахунок розбавлення стічних вод у озерах та водосховищах та морі	2	1
6	Моделювання хімічного забруднення ґрунтів важкими металами з промислових майданчиків та шламонакопичувачів	2	
7	Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь	3	1
Всього		15	6

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лабораторних робіт	15	27
2	Підготовка до МКР	30	30
3	Підготовка до екзамену	15	15
Всього		60	72

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

При викладанні дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» 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:

- лабораторні роботи;
- модульні контрольні роботи;
- 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 (лабораторні роботи та модульні контрольні роботи) і оцінки з 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 лабораторних робіт та модульних контрольних робіт.

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

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному 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

Лабораторна (розрахункова) робота		Критерії оцінювання
Денна форма	Заочна форма	
4	5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	3	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Звіт відповідає встановленим вимогам
1	1	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 – 28 балів (7 робіт по 4 балів); для заочної форми – 30 балів (6 робіт по 5 балів).		

Поточний модульний контроль

Включає написання комплексної контрольної роботи (МКР) за кожним змістовим модулем, яка оцінюється у 11 балів (МКР1), 15 балів (МКР 2), 10 балів (МКР 3), 6 балів (МКР 4), а для студентів заочної форми навчання 12 балів (МКР1), 15 балів (МКР 2), 8 балів (МКР 3), 5 балів (МКР 4) і складається з таких компонентів:

Назва компоненту	Бали	Критерії оцінювання
1	2	3
МКР 1		
Тести (5 од)	5x1=5	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
Задача проста (1 од)	1x2=2	Задача на 1-2 дії, для розв'язання якої необхідно самостійно підібрати формулу та провести розрахунок
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

1	2	3
МКР 1 (для студентів заочної форми навчання)		
Тести (4 од)	4x1=4	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 (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
МКР 2		
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 3		
Тести (10 од)	10x1=10	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
МКР 3 (для студентів заочної форми навчання)		
Тести (8 од)	8x1=8	3 представлених 4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь
МКР 4		
Тести (2 од)	2x1=2	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
МКР 4 (для студентів заочної форми навчання)		
Тести (1 од)	1x1=1	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	7x4 балів = 28 балів	6x5 балів=30 балів
Поточний модульний контроль	1x11 балів= 11 бал 1x15 балів= 15 балів 1x9 балів= 9 бал 1x6 балів= 6 балів	1x12 балів= 12 балів 1x15 балів= 15 балів 1x8 балів= 8 балів 1x5 балів= 5 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.

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	4	Практична робота №1	5
	T2				
	T3				
ПМК 1		Завдання	11	Завдання	12
ЗМ 2	T4				
	T5	Практична робота №2	4	Практична робота №2	5
	T6	Практична робота №3	4	Практична робота №3	5
ПМК 2		Завдання	15	Завдання	15
ЗМ 3	T7	Практична робота №4	4	Практична робота №4	5
	T8	Практична робота №5	4	Практична робота №5	5
ПМК 3		Завдання	9	Завдання	8
ЗМ 4	T9	Практична робота №6	4	Практична робота №6	5
	T10				
	T11	Практична робота №7	4		
ПМК 4		Завдання	6	Завдання	5
Підсумковий контроль		Екзамен	30	Екзамен	30
Сума			100		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., Яцолт 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. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. –Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.
9. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. – К. : НікаЦентр, 2001. – 264 с.
10. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод — М. : Стройиздат, 1984. — 263 с.
11. Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 285 с.
12. Рудаков Д.В. Математичні методи в охороні підземних вод : навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 158 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 стану довкілля» для студентів спеціальності 101 «Екологія» галузі знань 10 Природничі науки денної та заочної форми навчання. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В. 2021. 52 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-%20П%20ЧАСТИНА.pdf>
4. Програма "ОНД-86 Калькулятор" (версія 1.0) предназначена для оціночного розрахунку полів концентрацій шкідливих речовин в атмосфері без урахування впливу застройки (в відповідності з ОНД - 86 для точкових джерел). Режим доступу : <http://ond-86.narod.ru/>
5. Програма "Gaussian Dispersion Model Calculator" (версія 1.01) предназначена для розрахунку концентрацій шкідливих речовин на різних відстанях від джерела викидів за моделлю розсіювання Гаусса. Режим доступу : <http://ond-86.narod.ru/>
6. Справочник шкідливих речовин (входить в склад ОНД-86 Калькулятор) в вигляді окремої програми. Содержить опис 2199 речовин і 57 груп сумішей. Режим доступу : <http://ond-86.narod.ru/>