

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
Гірничої справи,
природокористування та
будівництва

21 вересня 2023 р., протокол № 8
Голова Вченої ради
Володимир КОТЕНКО



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ОК 22 «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНОЛОГІЙ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра наук про Землю

Схвалено на засіданні кафедри
екології та природоохоронних
технологій

16 вересня 2023 р., протокол № 9

Завідувач кафедри

Ірина ПАЦЕВА

Гарант освітньо-професійної
програми

Лариса ШЕВЧУК

Розробник: д.т.н., професор кафедри екології та природоохоронних технологій
Ірина ПАЦЕВА

Житомир
2023 – 2024 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 10 «Природничі науки»	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 101 «Екологія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4	4
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		8	8
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,75 самостійної роботи – 5,6	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		12 год.	6 год.
		Практичні	
		24 год.	8 год.
		Лабораторні	
		24 год.	9 год.
		Самостійна робота	
90 год.	127 год.		
		Вид контролю: екзамен	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 40 % аудиторних занять, 60 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 15 % аудиторних занять, 85 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у галузі:

- статистичного моделювання процесів у навколишньому природному середовищі;
- імітаційного моделювання процесів антропогенного впливу на елементи довкілля;
- використання стохастичних методів прогнозування забруднення довкілля під впливом антропогенних факторів;
- розробки і використання імітаційних моделей для вирішення типових задач природоохоронної діяльності.

Завдання вивчення курсу – навчити студентів основам використання методів математичного моделювання при дослідженні процесів антропогенного впливу на довкілля та здійсненні різних функцій екологічного управління, зокрема:

- у циклі процесу екологічного моніторингу довкілля – на етапі розробки стратегії та програми моніторингу та на етапі обробки даних;
- при оцінці впливу різних факторів антропогенного навантаження на довкілля (фактичного або прогнозного), прогнозуванні стану компонентів навколишнього середовища під впливом природних та антропогенних факторів; у тому числі при виконанні процедури оцінки впливу на навколишнє середовище;
- при розробці та оцінці ефективності природоохоронних заходів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 101 «Екологія»

ЗК05. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня для донесення інформації та власного досвіду.

ФК04. Знання сучасних досягнень національного та міжнародного екологічного законодавства.

ФК09. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання.

ФК11. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних програмних результатів навчання за спеціальністю 101 «Екологія»:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 10 / 1</i>

ПРН03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПРН09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.

ПРН12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.

ПРН15. Уміння пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проектів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля

Тема 1. Вступ. Задачі та основні принципи математичного та імітаційного моделювання.

1.1. Об'єкт, предмет, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни.

1.2. Поняття «моделі» та їх класифікація.

Тема 2. Етапи розробки та використання моделей.

2.1. Використання математичного моделювання в галузі охорони навколишнього середовища.

2.2. Загальні поняття про екологічну інформацію.

2.3. Основні етапи моделювання екосистем.

2.4. Математичне моделювання при розробці прогнозів.

Змістовий модуль 2. Статистичні методи моделювання стану довкілля

Тема 3. Системний підхід до побудови математичних моделей.

3.1. Системи та моделі систем.

3.2. Середні величини.

3.3. Показники варіації.

3.4. Функція розподілу випадкової величини.

3.5. Функція щільності розподілу випадкової величини.

3.6. Характеристика форми розподілу.

Тема 4. Побудова емпіричних формул, метод найменших квадратів

4.1. Регресійні моделі.

4.2. Метод найменших квадратів.

4.3. Узагальнення лінійної регресійної моделі.

4.4. Реальні регресійні моделі.

4.5. Теоретичні моделі.

Тема 5. Статистика та дисперсійний аналіз в обробці даних.

5.1. Статистичне оцінювання.

5.2. Однофакторний дисперсійний аналіз даних.

5.3. Двофакторний дисперсійний аналіз даних.

Змістовий модуль 3. Прогнозування стану навколишнього середовища

Тема 6. Поняття прогнозування та прогнозу.

6.1. Загальне уявлення про прогнозування.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

- 6.2. Види прогнозування.
6.3. Основна класифікація прогнозів.
6.4. Методи прогнозування стану довкілля.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	лекції	практичні	лабораторні роботи	самостійна робота	усього	лекції	практичні	лабораторні	самостійна робота
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля										
Тема 1. Вступ. Задачі та основні принципи математичного та імітаційного моделювання.	23	2	2	4	15	22	1	-	-	21
Тема 2. Етапи розробки та використання моделей.	23	2	2	4	15	22	1	-	-	21
Разом за змістовий модуль 1	46	4	4	8	30	44	2	-	-	42
Змістовий модуль 2. Статистичні методи моделювання стану довкілля										
Тема 3. Системний підхід до побудови математичних моделей	25	2	4	4	15	29	2	2	4	21
Тема 4. Побудова емпіричних формул, метод найменших квадратів	27	2	6	4	15	27	-	2	4	21
Тема 5. Статистика та дисперсійний аналіз в обробці даних.	27	2	6	4	15	21	-	-	-	21
Разом за змістовий модуль 2	79	6	16	12	45	69	2	4		63
Змістовий модуль 3. Прогнозування стану навколишнього середовища										
Тема 6. Поняття прогнозування та прогнозу.	25	2	4	4	15	24	-	2	-	22
Разом за змістовий модуль 4	25	2	4	4	15	24		2		22
ВСЬОГО	150	12	24	24	90	150	4	6	8	127

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Складання моделі макроеволюції.	2	1
2	Регресійні моделі. Метод найменших квадратів	2	1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

3	Побудова моделі імітації фосфору в замкнутій екосистемі пасовища.	2	1
4	Статистичне оцінювання величини врожайності зернових культур.	2	1
5	Однофакторний дисперсійний аналіз даних.	2	1
6	Двофакторний дисперсійний аналіз даних.	2	1
7	Задачі оптимізації в екології	2	1
8	Графічний метод оцінки якості поверхневих вод.	2	1
РАЗОМ		16	10

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження лінійної та обернено-пропорційної функцій для застосування в моделюванні і прогнозуванні стану довкілля	4	4
2	Дослідження ступеневої та показникової функцій для застосування в моделюванні і прогнозуванні стану довкілля	4	4
3	Дослідження елементарних тригонометричних функцій (синус та варіація синусу) та їх застосування при моделювання періодичних процесів.	4	
4	Дослідження елементарних тригонометричних функцій (варіація функції тангенсу) та їх застосування при моделювання періодичних процесів.	4	
5	Дослідження елементарної моделі для застосування в моделюванні і прогнозуванні стану довкілля (рівняння Міхаеліса-Ментен).	4	
6	Дослідження способів візуалізації статистичних даних	4	
РАЗОМ		24	8

7. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Вступ. Задачі та основні принципи математичного та імітаційного моделювання.

1. Поняття «моделі» та їх класифікація.
2. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання

Тема 2. Етапи розробки та використання моделей.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

1. Використання математичного моделювання в галузі охорони навколишнього середовища.

2. Загальні поняття про екологічну інформацію.
3. Основні етапи моделювання екосистем.
4. Математичне моделювання при розробці прогнозів.

Тема 3. Системний підхід до побудови математичних моделей.

1. Системи та моделі систем.
2. Середні величини.
3. Показники варіації.
4. Функція розподілу випадкової величини.
5. Функція щільності розподілу випадкової величини.
6. Характеристика форми розподілу.

Тема 4. Побудова емпіричних формул, метод найменших квадратів

1. Регресійні моделі.
2. Метод найменших квадратів.
3. Узагальнення лінійної регресійної моделі.
4. Реальні регресійні моделі.
5. Теоретичні моделі.

Тема 5. Статистика та дисперсійний аналіз в обробці даних.

1. Статистичне оцінювання.
2. Однофакторний дисперсійний аналіз даних.
3. Двофакторний дисперсійний аналіз даних.

Тема 6. Поняття прогнозування та прогнозу.

1. Методи прогнозування стану довкілля.
2. Методи експертної оцінки.
3. Метод Делфі.
4. Метод екстраполяції.

8. Індивідуальні завдання

ІНДЗ виконується у формі самостійного виконання доповідей та презентацій по темі практичної роботи. Перелік тем доповідей надається та розподіляється викладачем між студентами.

При виконанні доповідей та презентацій передбачається активне використання додаткової, науково - технічної літератури та мережі Internet

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

9. Методи навчання

Під час викладення дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій» використовується інформаційно-ілюстративний метод навчання із застосуванням:

- лекції у супроводі навчальних відеоматеріалів, презентацій Power Point та плакатів, фотографій, рисунків, схем;
- електронні варіанти технічної документації та нормативних документів, електронні адреси баз даних;
- виконання практичних та лабораторних завдань;
- практичні та лабораторні заняття проводяться із застосуванням макетів, моделей, стендів, лабораторних установок і виробничого обладнання.

10. Методи контролю

Успішність навчання студентів забезпечується шляхом реалізації контрольних заходів. Виконання самостійної роботи контролюється під час лабораторних та практичних занять у вигляді виконання здобувачами рефератів, презентацій, підготовки доповідей та опитування.

Контроль знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється в усній і письмовій формі. Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовується поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля.

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт:

- робота на практичних заняттях - шляхом усного опитування і перевірки виконання практичних завдань;
- робота на лабораторних заняттях - шляхом усного опитування і перевірки виконання лабораторних завдань;

Підсумковий контроль являє собою екзамен з дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій».

10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	
15	15	15	15	15	20	100

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

11. Рекомендована література

1. Korobiichuk I., Podchashinskiy Y., Elnikova T., Juś A. Geometrical parameter measurement and phytoplankton process modeling based on video images of water samples from reservoirs // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation. 2018. – Vol. 114. – P. 226-232. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224117306206> .

2. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. Вісник Кам'янець– Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Випуск 2. С. 71–82.

3. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. 2017, № 2. С. 71-79.

4. Дорощенко В.В. Водопідготовка: [навчальний посібник] / В.В. Дорощенко, І.Г. Коцюба, Т.О. Єльнікова, О.І. Уваєва. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 163 с.

5. Уваєва О.І. Гідробіологія: [навчальний посібник] / О.І. Уваєва, І.Г. Коцюба, Т.О. Єльнікова. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 196 с.

6. Єльнікова Т.О., Подчашинський Ю.О. Автоматизоване вимірювання геометричних параметрів та моделювання процесів розвитку фітопланктону у водоймах. Монографія. Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2019. 180 с. ISBN 978-966-683-531-7

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б _ОК22-2023
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

1. Інформаційний пакет документів з дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій» (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»).

Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=532#section-0>

2. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій» (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»).

Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=532#section-0>

3. Методичні рекомендації для практичних робіт з дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій» (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=532#section-0>

4. Методичні рекомендації для практичних робіт з дисципліни «Моделювання та прогнозування екологічних параметрів і технологій» (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=532#section-0>

5. Тестові завдання з дисципліни (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=532#section-0>