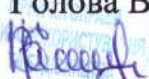


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК22- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 25 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
Гірничої справи,  
природокористування та  
будівництва

27 серпня 2024 р., протокол № 08

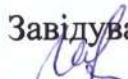
Голова Вченої ради  
 Володимир КОТЕНКО

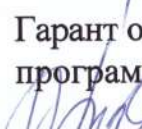


## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Моделювання та прогнозування стану довкілля»

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  
наук про Землю  
26 серпня 2024 р.,  
протокол № 08

Завідувач кафедри  
 Олена ГЕРАСИМЧУК

Гарант освітньо-професійної  
програми  
 Віктор ПІДВИСОЦЬКИЙ

Розробник: доктор біологічних наук,  
професор кафедри наук про Землю ШЕВЧУК Лариса

Житомир  
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю» освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами» затверджена Вченою радою факультету гірничої справи, природокористування та будівництва від 27 серпня 2024 р., протокол № 08.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 3

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 10 «Природничі науки»	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність 103 «Науки про Землю»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		4	4
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		8	8
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 4 самостійної роботи – 8,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		24 год.	4 год.
		Практичні	
		24 год.	8 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
102 год.	138 год.		
Вид контролю: екзамен			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 30 % аудиторних занять, 70 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 10 % аудиторних занять, 90 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 4

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни є** формування у студентів системного розуміння методів моделювання та прогнозування стану довкілля, розвиток практичних навичок застосування математичних моделей для оцінки та передбачення змін у земельних та водних ресурсах, а також обґрунтування управлінських рішень щодо їх раціонального використання та охорони.

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- Засвоєння теоретичних основ моделювання природних процесів та явищ у контексті наук про Землю.
- Вивчення основних типів моделей, що застосовуються для опису стану та динаміки земельних і водних ресурсів.
- Опанування методами прогнозування змін стану довкілля на основі математичних моделей та статистичного аналізу даних.
- Формування навичок використання сучасних підходів до моделювання екологічних процесів та оцінки їх впливу на природні ресурси.
- Ознайомлення з практичними аспектами застосування результатів моделювання для прийняття управлінських рішень у сфері природокористування.
- Розвиток здатності до критичного аналізу та інтерпретації результатів моделювання екологічних процесів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 103 «Науки про Землю» та освітньо-професійною програмою «Управління земельними і водними ресурсами».

K16. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.

K17. Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю»:

ПР08. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 5

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати додатково наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1

**Змістовий модуль 1. Теоретичні та прикладні аспекти моделювання і прогнозування стану довкілля**

**Тема 1. Вступ до моделювання та прогнозування стану довкілля: основні поняття та принципи. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність вивчення моделювання та прогнозування стану довкілля для ефективного управління природними ресурсами. Поняття моделі та моделювання екологічних процесів, їх класифікація. Основні терміни: математична модель, прогноз, верифікація моделі, валідація, калібрування, точність прогнозу. Типи моделей довкілля: концептуальні, математичні, імітаційні, статистичні. Етапи створення моделі: концептуалізація, формалізація, параметризація, верифікація, валідація. Основи прогнозування стану довкілля, включаючи види прогнозів, методи їх розробки та оцінку достовірності. Принципи та методи збору даних для моделювання екологічних процесів. Критерії оцінки якості моделей та прогнозів. Специфіка моделювання та прогнозування у сфері управління земельними та водними ресурсами, включаючи особливості природних процесів та антропогенних впливів.

**Тема 2. Типи моделей в екологічних дослідженнях: концептуальні, математичні, фізичні. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність вивчення різних типів моделей в екологічних дослідженнях. Поняття концептуальної, математичної та фізичної моделі, їх

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 6

особливості та сфери застосування. Основні терміни: концептуалізація, математичний апарат, фізичне моделювання, масштабування, подібність, аналогія. Концептуальні моделі: блок-схеми, причинно-наслідкові діаграми, ментальні карти процесів. Математичні моделі: детерміновані, стохастичні, динамічні, статичні. Фізичні моделі: лабораторні установки, експериментальні системи, аналогові моделі. Принципи вибору типу моделі залежно від мети дослідження та доступних даних. Переваги та обмеження різних типів моделей. Специфіка застосування різних типів моделей у дослідженні земельних та водних ресурсів, включаючи особливості масштабування та верифікації.

### **Тема 3. Системний підхід у моделюванні екосистем та природних ресурсів. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність застосування системного підходу в моделюванні екосистем та природних ресурсів. Поняття системи, її структури та функцій в екологічному моделюванні. Основні терміни: системний аналіз, ієрархія систем, емерджентність, зворотні зв'язки, стійкість системи, саморегуляція. Компоненти екологічних систем: біотичні, абіотичні, антропогенні. Типи взаємозв'язків у системах: прямі, зворотні, циклічні. Принципи системного аналізу: цілісність, ієрархічність, структурованість, взаємозалежність системи і середовища. Методи декомпозиції складних систем при моделюванні. Особливості врахування системних зв'язків при моделюванні земельних та водних ресурсів. Значення системного підходу для розуміння динаміки природних процесів та прогнозування змін у довкіллі.

### **Тема 4. Моделювання гідрологічних процесів у річкових басейнах. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність моделювання гідрологічних процесів у річкових басейнах для управління водними ресурсами. Поняття річкового басейну як об'єкта моделювання та основні гідрологічні процеси. Основні терміни: водний баланс, стік, інфільтрація, евапотранспірація, гідрограф, час добігання, гідравлічні параметри. Компоненти моделей річкового басейну: поверхневий стік, підземний стік, руслові процеси, водообмін. Типи гідрологічних моделей: концептуальні моделі формування стоку, моделі руслових процесів, моделі якості води. Методи параметризації гідрологічних моделей та їх калібрування. Оцінка точності та надійності гідрологічних прогнозів. Специфіка моделювання гідрологічних процесів для різних природних умов та антропогенних впливів, включаючи особливості малих річок та великих річкових систем.

### **Тема 5. Моделювання та прогнозування порушення екологічного стану ґрунтів. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність моделювання і прогнозування порушень екологічного стану ґрунтів для управління земельними ресурсами. Поняття

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 7

екологічного стану ґрунтів та типи їх порушень. Основні терміни: деградація ґрунтів, ерозія, забруднення, родючість, буферність, критичні навантаження. Фактори порушення екологічного стану ґрунтів: природні та антропогенні. Види деградаційних процесів: фізична деградація, хімічне забруднення, біологічна деградація, ерозія. Моделі ґрунтової ерозії: емпіричні, фізично-обґрунтовані, концептуальні. Методи прогнозування змін властивостей ґрунтів та оцінки ризиків їх деградації. Критерії оцінки екологічного стану ґрунтів та підходи до моделювання їх стійкості. Специфіка моделювання деградаційних процесів для різних типів землекористування та ґрунтово-кліматичних умов.

### **Тема 6. Моделювання та прогнозування стану атмосферного повітря. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність моделювання і прогнозування стану атмосферного повітря для оцінки екологічних ризиків. Поняття забруднення атмосфери та процесів розповсюдження забруднюючих речовин. Основні терміни: емісія, імісія, розсіювання домішок, інверсія температури, турбулентність, час перебування забруднювачів. Фактори впливу на розповсюдження забруднюючих речовин: метеорологічні умови, рельєф місцевості, характеристики джерел викидів. Види моделей розсіювання: гаусові моделі, моделі шлейфу, чисельні моделі. Методи прогнозування якості атмосферного повітря на різних просторових та часових масштабах. Оцінка точності прогнозів забруднення повітря. Специфіка моделювання атмосферного забруднення для різних типів джерел викидів та природних умов, включаючи особливості міського середовища та промислових зон.

### **Тема 7. Моделювання екосистемних послуг для підтримки прийняття рішень. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Мета, завдання та актуальність моделювання екосистемних послуг для обґрунтування управлінських рішень у природокористуванні. Поняття екосистемних послуг та їх класифікація. Основні терміни: забезпечувальні послуги, регулюючі послуги, культурні послуги, підтримуючі послуги, економічна оцінка послуг, компроміси між послугами. Типи моделей екосистемних послуг: картографічні, балансові, економічні, інтегровані. Методи оцінки та картографування екосистемних послуг. Підходи до моделювання взаємозв'язків між різними типами екосистемних послуг. Прогнозування змін у наданні екосистемних послуг під впливом природних та антропогенних факторів. Специфіка моделювання екосистемних послуг у контексті управління земельними та водними ресурсами, включаючи оцінку альтернативних сценаріїв землекористування.

### **Тема 8. Моделі біорізноманіття та прогнозування змін в екосистемах. (К16, К17, ПР08, ПР11)**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 8</i>

Мета, завдання та актуальність моделювання біорізноманіття для оцінки стану та прогнозування змін в екосистемах. Поняття біорізноманіття та його компонентів як об'єктів моделювання. Основні терміни: видове багатство, чисельність популяцій, екологічна ніша, ареал поширення, індекси різноманіття, фрагментація оселищ. Види моделей біорізноманіття: моделі поширення видів, популяційні моделі, моделі угруповань. Підходи до моделювання просторового розподілу видів та прогнозування змін ареалів. Методи оцінки впливу природних та антропогенних факторів на біорізноманіття. Прогнозування реакції видів та екосистем на кліматичні зміни та антропогенні впливи. Специфіка моделювання біорізноманіття для різних типів екосистем та масштабів дослідження, включаючи особливості водних та наземних екосистем.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 9

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні (лабораторні)	самостійна робота	усього	лекції	практичні (лабораторні)	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні та прикладні аспекти моделювання і прогнозування стану довкілля</b>								
Тема 1. Вступ до моделювання та прогнозування стану довкілля: основні поняття та принципи	18	4	2	12	20	2	2	16
Тема 2. Типи моделей в екологічних дослідженнях: концептуальні, математичні, фізичні	18	4	2	12	20	2	2	16
Тема 3. Системний підхід у моделюванні екосистем та природних ресурсів.	20	4	4	12	18	-	2	16
Тема 4. Моделювання гідрологічних процесів у річкових басейнах.	20	4	4	12	18	-	2	16
Тема 5. Моделювання та прогнозування порушення екологічного стану ґрунтів.	18	2	4	12	16	-	-	16
Тема 6. Моделювання та прогнозування стану атмосферного повітря.	16	2	2	12	16	-	-	16
Тема 7. Моделювання екосистемних послуг для підтримки прийняття рішень.	16	2	2	12	16	-	-	16
Тема 8. Моделі біорізноманіття та прогнозування змін в екосистемах.	22	2	2	18	26	-	-	26
Модульний контроль 1	2	-	2	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	150	24	24	102	150	4	8	138
<b>ВСЬОГО</b>	150	24	24	102	150	4	8	138

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 10

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні та прикладні аспекти моделювання і прогнозування стану довкілля</b>			
1	Ознайомлення з основними типами моделей в екології та їх класифікація. Побудова концептуальної моделі локальної екосистеми.	2	2
2	Розрахунок та моделювання процесів самоочищення річок за моделлю Стрітера-Фелпса. Визначення критичної точки дефіциту кисню.	2	2
3	Застосування моделі MONERIS для оцінки надходження біогенних речовин у водні об'єкти з точкових та дифузних джерел.	2	2
4	Регресійний аналіз залежності концентрацій забруднюючих речовин від гідрологічних параметрів річки.	2	2
5	Побудова та аналіз кореляційних зв'язків між показниками якості води. Розрахунок коефіцієнтів кореляції та детермінації..	2	-
6	Моделювання процесів евтрофікації водойм. Розрахунок балансу фосфору та азоту.	2	-
7	Прогнозування якості поверхневих вод методом екстраполяції трендів сезонних змін гідрохімічних показників.	2	-
8	Оцінка та моделювання процесів забруднення ґрунтів важкими металами. Розрахунок коефіцієнтів накопичення.	2	-
9	Моделювання міграції забруднюючих речовин у системі "ґрунт-рослина". Розрахунок транслокаційних коефіцієнтів.	2	-
10	Оцінка екологічної стійкості ландшафтів за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Розрахунок коефіцієнтів екологічної стабільності.	2	-
11	Моделювання поширення інвазійних видів рослин з використанням кліматичних факторів.	2	-
<b>РАЗОМ</b>		<b>22</b>	<b>8</b>

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні та прикладні аспекти моделювання і прогнозування стану довкілля</b>			

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 11

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	<p>Тема: Вступ до моделювання та прогнозування стану довкілля: основні поняття та принципи.</p> <p>1. Розробити порівняльну таблицю різних типів моделей довкілля (концептуальні, математичні, імітаційні, статистичні), вказавши їх переваги, недоліки та приклади застосування.</p> <p>2. Створити блок-схему етапів розробки екологічної моделі, детально описавши кожен етап.</p> <p>3. Підготувати огляд сучасних методів збору даних для екологічного моделювання з оцінкою їх точності та надійності.</p>	12	16
2	<p>Тема: Типи моделей в екологічних дослідженнях: концептуальні, математичні, фізичні.</p> <p>1. На конкретному прикладі екологічної системи розробити три моделі: концептуальну, математичну та фізичну. Описати особливості кожної.</p> <p>2. Провести порівняльний аналіз детермінованих та стохастичних моделей на прикладі конкретної екологічної задачі.</p> <p>3. Розробити критерії вибору оптимального типу моделі для різних екологічних задач.</p>	12	16
3	<p>Тема: Системний підхід у моделюванні екосистем та природних ресурсів</p> <p>1. Побудувати діаграму системних зв'язків для обраної екосистеми, включаючи всі типи взаємодій між компонентами.</p> <p>2. Проаналізувати роль зворотних зв'язків у функціонуванні екосистеми на конкретному прикладі.</p> <p>3. Розробити модель саморегуляції екосистеми з урахуванням природних та антропогенних факторів впливу.</p>	12	16
4	<p>Тема: Моделювання гідрологічних процесів у річкових басейнах.</p> <p>1. Розробити концептуальну модель водного балансу малого річкового басейну.</p> <p>2. Провести розрахунок основних гідрологічних характеристик річкового басейну за наданими вихідними даними.</p> <p>3. Створити прогноз зміни водного режиму річки при різних сценаріях кліматичних змін.</p>	12	16
5	<p>Тема: Моделювання та прогнозування порушення екологічного стану ґрунтів.</p> <p>1. Розробити модель оцінки ризику ерозії ґрунтів для конкретної території з урахуванням різних факторів впливу.</p> <p>2. Створити прогноз зміни родючості ґрунтів при різних сценаріях землекористування.</p> <p>3. Підготувати карту потенційної деградації ґрунтів досліджуваної</p>	12	16

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 12

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	території з використанням ГІС-технологій.		
6	Тема: Моделювання та прогнозування стану атмосферного повітря. 1. Розрахувати розсіювання забруднюючих речовин від стаціонарного джерела викидів з використанням різних моделей. 2. Створити прогноз якості атмосферного повітря для урбанізованої території на основі метеорологічних даних. 3. Розробити модель оцінки впливу зелених насаджень на якість атмосферного повітря в місті.	12	16
7	Тема: Моделювання екосистемних послуг для підтримки прийняття рішень. 1. Провести картування екосистемних послуг на прикладі конкретної території. 2. Розробити модель оцінки економічної цінності екосистемних послуг водно-болотних угідь. 3. Створити сценарії зміни екосистемних послуг при різних варіантах землекористування.	12	16
8	Тема: Моделі біорізноманіття та прогнозування змін в екосистемах. 1. Розробити модель прогнозування змін ареалу поширення певного виду під впливом кліматичних змін. 2. Створити карту потенційних оселищ рідкісних видів на основі аналізу екологічних факторів. 3. Провести оцінку впливу фрагментації середовища на біорізноманіття з використанням відповідних індексів та моделей.	18	26
<b>РАЗОМ</b>		<b>102</b>	<b>138</b>

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

1. Розробка імітаційної моделі поширення забруднюючих речовин у річковому басейні (на прикладі конкретної річки).
2. Створення прогнозу моделі зміни якості ґрунтів під впливом сільськогосподарської діяльності для заданої території.
3. Моделювання змін біорізноманіття природного заповідника під впливом рекреаційного навантаження.
4. Розробка моделі оцінки екосистемних послуг міських зелених насаджень та прогноз їх змін.
5. Створення моделі прогнозування якості атмосферного повітря в умовах промислового міста.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 13

6. Моделювання процесів відновлення порушених земель після гірничодобувної діяльності.

7. Розробка моделі оцінки стійкості прибережних екосистем до антропогенного навантаження.

8. Створення прогнозної моделі змін водного режиму малої річки під впливом кліматичних змін.

9. Моделювання процесів самоочищення водойми від органічного забруднення.

10. Розробка моделі оцінки ризиків підтоплення урбанізованих територій.

11. Створення моделі прогнозування стану популяцій рідкісних видів рослин.

12. Моделювання процесів ерозії ґрунтів на схилових землях та розробка протиерозійних заходів.

13. Розробка моделі оцінки впливу рекреаційного навантаження на лісові екосистеми.

14. Створення моделі прогнозування змін якості підземних вод під впливом господарської діяльності.

15. Моделювання процесів відновлення степових екосистем після пожеж.

Індивідуальне завдання має бути виконане за вибором у вигляді однієї з форм: 1) письмовий звіт обсягом 10-15 сторінок, що містить теоретичне обґрунтування та опис методики дослідження, оформлений згідно стандартних вимог (Times New Roman, 14 пт, інтервал 1,5); 2) у вигляді моделі, реалізованої в спеціалізованому програмному забезпеченні, з візуалізацією результатів у формі графіків, діаграм чи карт. Результати роботи представляються у вигляді презентації (7-10 слайдів) з демонстрацією робочої моделі за наявності.

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Результат навчання	Методи навчання
ПРО8. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 14

Результат навчання	Методи навчання
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)</li> </ul>
<p>ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 15

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
<p>ПР08. Обґрунтувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист практичних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul>
<p>ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист практичних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul>

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

– поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми навчання;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 16

– поточний та підсумковий контроль – для здобувачів заочної форми навчання.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі тестування.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми навчання</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>
<b>Для здобувача заочної форми навчання</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань підсумкового контролю	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	56	56
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	4	4
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали):		
1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах	20	20
2. Підготовка наукових статей,		



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 17

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
2. Підготовка тез доповідей наукових конференцій.	10	10
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти <sup>1</sup>	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	3	3
Участь у дискусії	3	3
Виконання тестових завдань	10	10
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів	40	40
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>56</b>	<b>50</b>

### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр
Виконання завдань модульного контролю 1	40
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання виконав завдання модульного контролю і з урахуванням отриманих балів за поточний контроль набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

У здобувача вищої освіти заочної форми навчання семестрова оцінка за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 18

вивчення навчальної дисципліни формується як сума кількості балів за поточний контроль і кількості балів за підсумковий контроль.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 20 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 15–19 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 14 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Шкала оцінювання**

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 19

B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

## 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Прогнозування	Forecasting
2	Модель	Model
3	Верифікація	Verification
4	Валідація	Validation
5	Калібрування	Calibration
6	Екосистемні послуги	Ecosystem services
7	Біорізноманіття	Biodiversity
8	Моніторинг	Monitoring
9	Емерджентність	Emergence
10	Стійкість екосистеми	Ecosystem resilience
11	Евапотранспірація	Evapotranspiration
12	Імітаційне моделювання	Simulation modeling
13	Параметризація	Parameterization
14	Деградація	Degradation
15	Екологічна ніша	Ecological niche
16	Водний баланс	Water balance
17	Антропогенний вплив	Anthropogenic impact
18	Буферність	Buffer capacity
19	Самоочищення	Self-purification
20	Ризик-аналіз	Risk analysis
21	Невизначеність	Uncertainty
22	Адаптація	Adaptation
23	Індикатор	Indicator

## 12. Рекомендована література

### Основна література

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 20

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації / С. П. Іванюта та ін. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5\\_sait.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf).

2. Лужанська Т. Ю., Лета В. В. Прикладна фізична географія : навч. посіб. для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 106 «Географія». Мукачєво : МДУ, 2024. 120 с. URL: <http://dspace-s.msu.edu.ua:8080/handle/123456789/11742>.

3. Моделювання та прогнозування стану довкілля : конспект лекцій / уклад. І. В. Хом'як. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 72 с. URL: [http://eprints.zu.edu.ua/34123/1/Моделювання\\_конспект%20лекцій.pdf](http://eprints.zu.edu.ua/34123/1/Моделювання_конспект%20лекцій.pdf).

4. Оптимізація природокористування : навч. посіб. Одеса : Одеський держ. екол. ун-т, 2024. 116 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13067/>.

5. Петлін В. М., Міщенко О. В. Прикладне ландшафтознавство : підручник. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 328 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi76/0056488.pdf>.

6. Природні та техногенні загрози : підручник / В. В. Тютюнник та ін. Харків, 2023. 484 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/30918>.

### *Допоміжна література*

1. Гаврись А., Яковчук Р., Стародуб Ю., Тур Н. Управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних з затопленням територій на рівні об'єднаних територіальних громад. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. Київ, 2023. № 1(15). С. 101-109. URL: <https://nvcz.undicz.org.ua/index.php/nvcz/article/view/204>.

2. Гулай Л. Д., Джем О. А. Системний аналіз якості навколишнього середовища : методичні вказівки до практичних робіт. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 74 с.

3. Зварич Н. М., Стадник І. Я. Методичні вказівки до виконання практичної роботи з курсу «Техноекологія та цивільна безпека» за темою «Оцінка хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин» для студентів усіх напрямків і форм навчання. 2021. 20 с.

4. Моделювання та прогнозування стану геосистем : метод. вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 103 «Науки про Землю» / уклад.: О. В. Коляда та ін. Харків : ДБТУ, 2023. 74 с.

5. Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни «Цивільний захист» : частина перша – теоретична : навч. посіб. для студентів усіх

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 21

спеціальностей та форм навчання / укл.: М. О. Журавель та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 235 с.

6. Shevchuk L., Bylyna L., Urbanska M. Species composition in assemblages of the family Unionidae Rafinesque, 1820 as an indicator of ecological changes in water bodies of Cental Polissia, Ukraine. *Folia malacological*. 2023, 31, 2. 83-90.

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України)  
URL: <https://dsns.gov.ua/>
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України  
URL: <https://mepr.gov.ua/>
3. Державне агентство водних ресурсів України  
URL: <https://www.davr.gov.ua/>
4. Український гідрометеорологічний центр  
URL: <https://meteo.gov.ua/>
5. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR)  
URL: <https://www.undrr.org/>
6. European Commission - European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations  
URL: <https://ec.europa.eu/echo/>
7. World Health Organization (WHO) - Emergencies  
URL: <https://www.who.int/emergencies/en/>
8. The International Disaster Database (EM-DAT)  
URL: <https://www.emdat.be/>
9. PreventionWeb - Knowledge platform for disaster risk reduction  
URL: <https://www.preventionweb.net/>
10. Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS)  
URL: <https://www.gdacs.org/>
11. European Environment Agency  
URL: <https://www.eea.europa.eu/>
12. United States Environmental Protection Agency (EPA)  
URL: <https://www.epa.gov/>
13. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)  
URL: <https://www.noaa.gov/>
14. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)  
URL: <https://www.ipcc.ch/>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК23- 01-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 22</i>

## 15. European Flood Awareness System (EFAS)

URL: <https://www.efas.eu/>