

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 24 грудня 2024 р.
№ 7

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних робіт з навчальної дисципліни «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ»

для здобувачів освітнього рівня «бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра екології та природоохоронних технологій

Рекомендовано на засіданні
кафедри екології та
природоохоронних технологій
14 грудня 2024 р., протокол №
12

Розробники: к.с.-г.н, доцент, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій ВАЛЕРКО Руслана;
д.б.н., професор, професор кафедри наук про Землю ШЕВЧУК Лариса

Житомир 2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 2

Методичні рекомендації призначенні для проведення практичних робіт з навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» денної форми навчання спеціальності 103 «Науки про Землю», освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами». Укл.: Валерко Р. А., Шевчук Л. М. Житомир, Житомирська політехніка. 2024. 33 с.

Рецензенти:

к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
ГЕРАСИМЧУК Людмила;

к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових
ресурсів МОЖАРІВСЬКА Інна.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 3

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. ВСТУП ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ПРИНЦИПИ	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. ТИПИ МОДЕЛЕЙ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ: КОНЦЕПТУАЛЬНІ, МАТЕМАТИЧНІ, ФІЗИЧНІ	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У МОДЕЛЮВАННІ ЕКОСИСТЕМ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	10
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4. МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ	11
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	20
ПРАКТИЧНА РОБОТА №8. МОДЕЛІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН В ЕКОСИСТЕМАХ	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	26

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 4

ВСТУП

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 вивчення 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.

Проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» забезпечать виконання таких **програмних результатів** навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю»:

ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю.

ПР04. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області наук про Землю.

ПР05. Вміти проводити польові та лабораторні дослідження.

ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

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.

ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю.

ПР15. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 5

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ВСТУП ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ПРИНЦИПИ

Мета роботи: сформувати у студентів базові уявлення про моделювання та прогнозування стану довкілля, основні поняття, класи екологічних моделей, принципи побудови моделей та їх роль у прийнятті управлінських і природоохоронних рішень.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттями «модель», «моделювання», «прогнозування» у сфері охорони довкілля.
2. Розглянути основні типи та класи моделей стану довкілля.
3. Проаналізувати етапи побудови екологічної моделі.
4. Визначити принципи та обмеження екологічного моделювання.
5. Оцінити роль моделей у прогнозуванні екологічних ризиків і прийнятті рішень.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Ознайомлення з основними поняттями моделювання

Опрацювати теоретичний матеріал щодо базових понять курсу.

Модель - це спрощене відображення реального об'єкта, процесу або системи, яке використовується для їх аналізу, пояснення та прогнозування поведінки.

Моделювання - це процес побудови та дослідження моделей з метою отримання інформації про реальні системи.

Прогнозування стану довкілля - науково обґрунтоване передбачення можливих змін природного середовища під впливом природних і антропогенних чинників.

Пояснити, чому реальні природні системи неможливо досліджувати без застосування моделей (складність, масштабність, динамічність).

Етап 2. Класифікація моделей стану довкілля

Ознайомитися з основними підходами до класифікації екологічних моделей. Заповнити таблицю 1.1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 6

Таблиця 1.1

Класифікація моделей стану довкілля

Ознака класифікації	Тип моделі	Характеристика
За формою подання		
За ступенем деталізації		
За часовим аспектом		

Навести приклади екологічних моделей (забруднення атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів).

Етап 3. Основні етапи побудови екологічної моделі

Ознайомитися з послідовністю створення моделі. Заповнити таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Етапи екологічного моделювання

Етап	Зміст
Формулювання мети	
Концептуалізація	
Формалізація	
Калібрування	
Валідація	
Прогнозування	

Пояснити, чому етап перевірки (валідації) є обов'язковим.

Етап 4. Принципи та обмеження екологічного моделювання

Проаналізувати основні принципи моделювання довкілля. Заповнити таблицю 1.3.

Таблиця 1.3

Принципи екологічного моделювання

Принцип	Характеристика
Системність	
Спрощення	
Ієрархічність	
Адекватність	
Прогностичність	

Пояснити основні обмеження моделей (неповнота даних, невизначеність,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 7

спрощення).

Етап 5. Ситуаційний кейс «Використання моделей для прогнозування стану довкілля»

Розглядається ситуація: на території промислового регіону планується розширення виробництва, що може призвести до зростання викидів забруднювальних речовин.

Заповнити таблиці 1.4 та 1.5.

Таблиця 1.4

Мета та об'єкт моделювання

Показник	Характеристика
Об'єкт	
Мета	
Основні фактори	

Таблиця 1.5

Роль моделі в прийнятті рішень

Напрямок	Значення
Екологічна оцінка	
Управлінські рішення	
Природоохоронні дії	

Пояснити, як результати моделювання можуть бути використані органами управління.

Етап 6. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити значення моделювання для екології;
- підкреслити роль прогнозування у сталому розвитку;
- зазначити обмеження та відповідальність при використанні моделей.

Етап 7 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Роль екологічного моделювання у системі прийняття управлінських рішень (місце моделей у стратегічному плануванні та екологічній політиці)
2. Порівняльна характеристика детермінованих і стохастичних моделей довкілля (переваги, недоліки, сфери застосування)
3. Невизначеність у моделях стану довкілля та підходи до її врахування (джерела похибок, сценарний підхід)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 8

4. Імітаційне моделювання як інструмент прогнозування екологічних процесів (приклади застосування в екології та природокористуванні)
5. Етичні та екологічні аспекти використання результатів прогнозування (відповідальність за прийняття рішень на основі моделей)

Контрольні питання

1. Що таке модель і моделювання стану довкілля?
2. Які основні типи екологічних моделей ви знаєте?
3. Назвіть етапи побудови екологічної моделі.
4. Які принципи лежать в основі моделювання природних систем?
5. У чому полягають обмеження екологічних моделей?
6. Яку роль відіграє моделювання у прогнозуванні екологічних ризиків?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 ТИПИ МОДЕЛЕЙ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ: КОНЦЕПТУАЛЬНІ, МАТЕМАТИЧНІ, ФІЗИЧНІ

Мета роботи: сформувати у студентів системне уявлення про основні типи моделей, що використовуються в екологічних дослідженнях, їх особливості, переваги, обмеження та сфери застосування у вивченні й прогнозуванні стану довкілля.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з класифікацією моделей в екологічних дослідженнях.
2. Охарактеризувати концептуальні, математичні та фізичні моделі.
3. Порівняти різні типи моделей за можливостями та обмеженнями.
4. Навчитися обирати тип моделі залежно від мети дослідження.
5. Проаналізувати приклад використання моделей у прикладній екології.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Загальне поняття про типи моделей в екології

Опрацювати теоретичний матеріал щодо класифікації моделей у природничих та екологічних дослідженнях.

Моделі в екологічних дослідженнях - це інструменти наукового пізнання, які дозволяють описувати, аналізувати та прогнозувати стан і динаміку природних систем.

Пояснити, чому в екології використовується кілька типів моделей, а не один універсальний підхід.

Етап 2. Концептуальні моделі

Ознайомитися з поняттям концептуальна модель.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 9

Концептуальна модель - це спрощене логічне або графічне уявлення екологічної системи, що відображає основні компоненти та зв'язки між ними.

Навести приклади концептуальних моделей (схема екосистеми, блок-схема кругообігу речовин).

Заповнити таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика концептуальних моделей

Ознака	Характеристика
Форма подання	
Рівень деталізації	
Переваги	
Обмеження	
Сфера застосування	

Етап 3. Математичні моделі

Ознайомитися з поняттям математична модель.

Математична модель - це формалізований опис екологічної системи у вигляді математичних залежностей, рівнянь або алгоритмів.

Навести приклади математичних моделей: розсіювання забруднювальних речовин, динаміка чисельності популяцій, водний баланс територій.

Заповнити таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика математичних моделей

Ознака	Характеристика
Форма подання	
Типи	
Переваги	
Обмеження	
Сфера застосування	

Етап 4. Фізичні моделі

Ознайомитися з поняттям фізична модель.

Фізична модель - це матеріальний або експериментальний аналог реального об'єкта чи процесу, який відтворює його властивості у зменшеному або спрощеному вигляді.

Навести приклади фізичних моделей: лабораторні установки, гідравлічні моделі русел річок, аеродинамічні моделі розсіювання домішок.

Заповнити таблицю 2.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 10

Таблиця 2.3

Характеристика фізичних моделей

Ознака	Характеристика
Форма подання	
Умови використання	
Переваги	
Обмеження	
Сфера застосування	

Етап 5. Порівняльний аналіз типів моделей

Провести порівняльний аналіз концептуальних, математичних і фізичних моделей.

Заповнити таблицю 2.4.

Таблиця 2.4

Порівняння типів екологічних моделей

Критерій	Концептуальні	Математичні	Фізичні
Рівень абстракції			
Кількісний аналіз			
Прогнозування			
Вартість			

Зробити висновок, який тип моделі є найбільш універсальним і чому.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Вибір типу моделі для екологічного дослідження»

Умова:

Планується оцінка впливу промислового підприємства на якість атмосферного повітря прилеглого населеного пункту.

Заповнити таблиці 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.5

Мета та умови дослідження

Показник	Характеристика
Об'єкт	
Масштаб	
Необхідний результат	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 11

Таблиця 2.6

Обґрунтування вибору типу моделі

Тип моделі	Доцільність застосування
Концептуальна	
Математична	
Фізична	

Пояснити вибір типу моделі та її роль у прийнятті управлінських рішень.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити особливості різних типів моделей;
- визначити їх роль у екологічних дослідженнях;
- підкреслити важливість коректного вибору моделі.

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Концептуальні моделі як основа екологічного аналізу складних систем (роль схем, блок-діаграм і причинно-наслідкових зв'язків)
2. Математичні моделі в оцінюванні якості атмосферного повітря (короткий огляд підходів і прикладів застосування)
3. Фізичне моделювання в екологічних дослідженнях: можливості та обмеження (лабораторні та експериментальні установки)
4. Поєднання різних типів моделей у прикладних екологічних задачах (інтегровані підходи та міждисциплінарність)
5. Вибір типу моделі залежно від мети екологічного прогнозування (локальні, регіональні та глобальні дослідження)

Контрольні питання

1. Які типи моделей використовують в екологічних дослідженнях?
2. У чому полягає сутність концептуальних моделей?
3. Які переваги та обмеження мають математичні моделі?
4. Коли доцільно використовувати фізичні моделі?
5. Від чого залежить вибір типу моделі в екологічному дослідженні?
6. Чи можливо поєднання різних типів моделей? Обґрунтуйте відповідь.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 12

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У МОДЕЛЮВАННІ ЕКОСИСТЕМ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про системний підхід як методологічну основу моделювання екосистем і природних ресурсів, навчити виокремлювати елементи системи, зв'язки між ними, потоки речовини та енергії, а також застосовувати системне мислення для аналізу та прогнозування стану довкілля.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттями «система», «екосистема», «системний підхід».
2. Визначити основні елементи та властивості екосистем як систем.
3. Проаналізувати типи зв'язків і зворотних зв'язків у природних системах.
4. Розглянути застосування системного підходу в моделюванні природних ресурсів.
5. Навчитися формувати спрощену системну модель екосистеми.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Поняття системи та системного підходу

Опрацювати теоретичний матеріал щодо базових понять системного аналізу.

Система - це сукупність взаємопов'язаних елементів, що функціонують як єдине ціле та мають спільну мету або результат діяльності.

Системний підхід - це метод наукового пізнання, що передбачає розгляд об'єкта як цілісної системи з урахуванням взаємодії її елементів і зв'язків із зовнішнім середовищем.

Пояснити, чому екосистеми та природні ресурси доцільно розглядати саме як системи.

Етап 2. Екосистема як об'єкт системного моделювання

Ознайомитися з уявленням про екосистему як відкриту систему. Заповнити таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Екосистема як система

Ознака	Характеристика
Тип системи	
Основні компоненти	
Джерело енергії	
Потоки	
Динаміка	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 13

Навести приклади природних і антропогенно змінених екосистем.

Етап 3. Елементи та зв'язки в екосистемах

Визначити основні елементи екосистеми. Заповнити таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Основні елементи екосистеми

Група елементів	Приклади
Абіотичні	
Продуценти	
Консументи	
Редуценти	

Пояснити роль трофічних ланцюгів і мереж у функціонуванні екосистем.

Етап 4. Зворотні зв'язки та стійкість систем

Ознайомитися з поняттям зворотній зв'язок. Заповнити таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Типи зворотних зв'язків в екосистемах

Тип зв'язку	Характеристика	Приклад
Негативний		
Позитивний		

Пояснити, як зворотні зв'язки впливають на стійкість екосистем.

Етап 5. Системний підхід у моделюванні природних ресурсів

Розглянути природні ресурси (земельні, водні, лісові) як складні системи. Заповнити таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Природні ресурси як системи

Вид ресурсу	Основні компоненти	Чинники впливу
Земельні		
Водні		
Лісові		

Пояснити, як системний підхід допомагає у прогнозуванні виснаження ресурсів.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Системне моделювання екосистеми річкового басейну»

Умова:

Розглядається річковий басейн, на який впливають сільське господарство, населені пункти та промислові об'єкти.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 14

Заповнити таблиці 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5

Елементи системи «річковий басейн»

Компонент	Характеристика
Водні об'єкти	
Біота	
Антропогенні чинники	

Таблиця 3.6

Зв'язки та наслідки впливу

Вплив	Наслідок
Забруднення вод	
Зміна стоку	
Накопичення біогенів	

Пояснити, як системна модель може бути використана для прогнозування стану басейну.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити значення системного підходу;
- підкреслити його роль у моделюванні екосистем і ресурсів;
- зазначити переваги системного мислення для екологічного прогнозування.

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Екосистема як відкрита система: потоки речовини та енергії (значення для моделювання та прогнозування змін)
2. Роль зворотних зв'язків у стійкості екосистем (позитивні й негативні зворотні зв'язки, приклади)
3. Системне моделювання природних ресурсів у контексті сталого розвитку (земельні, водні, лісові ресурси)
4. Ієрархічна організація екосистем і її врахування в моделях (локальний, регіональний, глобальний рівні)
5. Застосування системного підходу в управлінні річковими басейнами (інтегроване управління водними ресурсами)

Контрольні питання

1. Що таке система та системний підхід?
2. Чому екосистеми розглядають як відкриті системи?
3. Які основні елементи екосистеми?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 15

4. Що таке зворотні зв'язки та яку роль вони відіграють?
5. Як системний підхід застосовується у моделюванні природних ресурсів?
6. Які переваги системного підходу порівняно з фрагментарним аналізом?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про річковий басейн як цілісну природну систему, ознайомити з основами моделювання гідрологічних процесів (стік, водний баланс, паводки), навчити застосовувати системний і модельний підхід для аналізу та прогнозування стану водних ресурсів.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттям річкового басейну як об'єкта моделювання.
2. Розглянути основні гідрологічні процеси, що підлягають моделюванню.
3. Проаналізувати структуру та входні параметри гідрологічних моделей.
4. Навчитися інтерпретувати результати моделювання водного режиму.
5. Оцінити можливості використання моделей у прогнозуванні паводків і управлінні водними ресурсами.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Річковий басейн як об'єкт гідрологічного моделювання

Опрацювати теоретичний матеріал щодо поняття річковий басейн.

Річковий басейн - це територія, з якої поверхневі та підземні води стікають до однієї річкової системи.

Пояснити, чому річковий басейн доцільно розглядати як відкриту природну систему.

Навести приклади чинників, що впливають на гідрологічний режим басейну (клімат, рельєф, ґрунти, землекористування).

Етап 2. Основні гідрологічні процеси в річковому басейні

Ознайомитися з основними процесами, що визначають водний режим річок.
Заповнити таблицю 4.1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 16

Таблиця 4.1

Гідрологічні процеси річкового басейну

Процес	Характеристика
Атмосферні опади	
Поверхневий стік	
Інфільтрація	
Підземний стік	
Випаровування	

Пояснити роль кожного процесу у формуванні стоку річки.

Етап 3. Водний баланс річкового басейну

Ознайомитися з поняттям водний баланс.

Водний баланс - це співвідношення між надходженням, витратами та зміною запасів води в межах певної території.

Записати загальну схему водного балансу басейну. Заповнити таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

Елементи водного балансу

Елемент	Характеристика
Опади	
Стік	
Випаровування	
Зміна запасів	

Пояснити, як водний баланс використовується в гідрологічному моделюванні.

Етап 4. Типи гідрологічних моделей

Ознайомитися з основними типами гідрологічних моделей. Заповнити таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Типи моделей гідрологічних процесів

Тип моделі	Характеристика	Застосування
Концептуальні		
Емпіричні		
Фізично обґрунтовані		
Імітаційні		

Пояснити, чому у практиці часто використовують комбінацію моделей.

Етап 5. Вхідні дані та параметри гідрологічних моделей

Проаналізувати основні типи даних, необхідні для моделювання. Заповнити

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 17

таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

Вхідні дані гідрологічних моделей

Група даних	Приклади
Метеорологічні	
Геоморфологічні	
Ґрунтові	
Землекористування	
Гідрологічні	

Пояснити значення якості вхідних даних для достовірності прогнозів.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Моделювання паводкової ситуації в річковому басейні»

Умова:

У гірському річковому басейні спостерігаються інтенсивні опади, що можуть призвести до паводку.

Заповнити таблиці 4.5, 4.6.

Таблиця 4.5

Чинники формування паводку

Чинник	Прояв
Інтенсивні опади	Швидке надходження води
Крутий рельєф	Прискорений стік
Насичені ґрунти	Зменшення інфільтрації

Таблиця 4.6

Використання моделі для управління ризиками

Напрямок	Значення
Прогноз паводку	
Захист населення	
Управління водними ресурсами	

Пояснити, як результати моделювання можуть бути використані для зменшення паводкових ризиків.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити роль гідрологічного моделювання;
- підкреслити значення басейнового підходу;
- зазначити практичне значення моделей для управління водними ресурсами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 18

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Басейновий принцип управління водними ресурсами та роль гідрологічних моделей (інтегроване управління річковими басейнами)
2. Моделювання паводків і повеней: підходи та приклади застосування (прогнозування екстремальних гідрологічних явищ)
3. Вплив змін клімату на гідрологічний режим річкових басейнів (зміни стоку, сезонність, екстремальні події)
4. Роль землекористування в моделюванні стоку річок (ліси, агроландшафти, урбанізовані території)
5. Гідрологічні моделі як інструмент оцінювання водогосподарських ризиків (забезпечення водними ресурсами, екологічні загрози)

Контрольні питання

1. Чому річковий басейн розглядають як цілісну систему?
2. Які основні гідрологічні процеси формують стік річки?
3. Що таке водний баланс басейну і як він використовується в моделях?
4. Які типи гідрологічних моделей ви знаєте?
5. Яку роль відіграють вхідні дані у гідрологічному моделюванні?
6. Як моделювання допомагає у прогнозуванні паводків?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про ґрунти як складну природну систему, ознайомити з основними видами деградації ґрунтів, принципами моделювання та прогнозування порушення їх екологічного стану, а також навчити використовувати модельний підхід для оцінювання ризиків деградації земельних ресурсів.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттям екологічного стану ґрунтів та його показниками.
2. Розглянути основні види порушення (деградації) ґрунтів.
3. Проаналізувати підходи до моделювання деградаційних процесів у ґрунтах.
4. Навчитися визначати чинники ризику погіршення стану ґрунтів.
5. Оцінити можливості прогнозування змін екологічного стану ґрунтів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 19

Хід проведення практичної роботи

Етап 1. Грунт як об'єкт екологічного моделювання

Опрацювати теоретичний матеріал щодо поняття ґрунт як природного тіла та ресурсу.

Екологічний стан ґрунтів - це сукупність фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що визначають його родючість, стійкість і екологічні функції.

Пояснити, чому ґрунти доцільно розглядати як відкриту систему, що взаємодіє з атмосферою, гідросферою та біосферою.

Навести приклади антропогенних чинників впливу на ґрунти.

Етап 2. Основні види порушення екологічного стану ґрунтів

Ознайомитися з класифікацією деградаційних процесів у ґрунтах.

Заповнити таблицю 5.1.

Таблиця 5.1

Основні види деградації ґрунтів

Вид порушення	Характеристика	Основні причини
Водна ерозія		
Вітрова ерозія		
Забруднення		
Засолення		
Ущільнення		

Пояснити екологічні наслідки кожного виду деградації.

Етап 3. Показники екологічного стану ґрунтів

Ознайомитися з основними індикаторами оцінювання стану ґрунтів.

Заповнити таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Показники екологічного стану ґрунтів

Група показників	Приклади
Фізичні	
Хімічні	
Біологічні	
Санітарні	

Пояснити, чому для моделювання необхідно враховувати комплекс показників, а не один параметр.

Етап 4. Підходи до моделювання деградації ґрунтів

Ознайомитися з основними підходами до моделювання ґрунтових процесів.

Заповнити таблицю 5.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 20

Таблиця 5.3

Підходи до моделювання порушення ґрунтів

Тип моделі	Характеристика	Застосування
Концептуальні		
Емпіричні		
Процесні		
Імітаційні		

Пояснити переваги процесних моделей для прогнозування деградації.

Етап 5. Чинники ризику порушення екологічного стану ґрунтів

Проаналізувати природні та антропогенні чинники ризику.

Заповнити таблицю 5.4.

Таблиця 5.4

Чинники ризику деградації ґрунтів

Група чинників	Приклади
Природні	
Кліматичні	
Антропогенні	
Господарські	

Пояснити, як поєднання чинників посилює деградаційні процеси.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Прогноз деградації ґрунтів агроландшафту»

Умова:

На сільськогосподарських угіддях із інтенсивним землекористуванням спостерігається зниження родючості ґрунтів.

Заповнити таблиці 5.5, 5.6.

Таблиця 5.5

Фактори впливу на ґрунти

Фактор	Прояв
Інтенсивна оранка	
Агрохімікати	
Відсутність сівозміни	

Таблиця 5.6

Використання моделей для прогнозування

Напрямок	Значення
Оцінка ризиків	
Планування заходів	
Управління землями	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 21

Пояснити, як результати моделювання можуть бути використані для збереження ґрунтів.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити роль моделювання у збереженні ґрунтів;
- підкреслити значення прогнозування деградації;
- зазначити необхідність комплексного підходу.

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Моделювання ерозійних процесів ґрунтів у сільськогосподарських ландшафтах (водна й вітрова ерозія, оцінювання ризиків)
2. Прогнозування змін родючості ґрунтів під впливом інтенсивного землекористування (гумусовий стан, структура ґрунту)
3. Моделі забруднення ґрунтів важкими металами та пестицидами (джерела, поширення, наслідки)
4. Вплив кліматичних змін на деградацію ґрунтів та їх моделювання (посухи, зливи, температурні аномалії)
5. Роль ґрунтозахисних технологій у зменшенні деградаційних процесів (використання моделей для оцінювання ефективності заходів)

Контрольні питання

1. Що розуміють під екологічним станом ґрунтів?
2. Які основні види деградації ґрунтів ви знаєте?
3. Які показники використовують для оцінювання стану ґрунтів?
4. Які підходи застосовують для моделювання деградації ґрунтів?
5. Яку роль відіграє прогнозування у збереженні земельних ресурсів?
6. Як результати моделювання можуть бути використані в управлінні землекористуванням?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про атмосферне повітря як об'єкт екологічного моделювання, ознайомити з основними підходами до моделювання поширення забруднювальних речовин, навчити аналізувати та прогнозувати зміну якості атмосферного повітря під впливом природних і антропогенних чинників.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 22

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттям якості атмосферного повітря та основними показниками її оцінювання.
2. Розглянути джерела та чинники забруднення атмосферного повітря.
3. Проаналізувати підходи та типи моделей поширення забруднювальних речовин.
4. Навчитися визначати вхідні дані для моделювання стану повітря.
5. Оцінити можливості прогнозування змін якості атмосферного повітря та екологічних ризиків.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Атмосферне повітря як об'єкт екологічного моделювання

Опрацювати теоретичний матеріал щодо поняття атмосферне повітря та його ролі в життєдіяльності людини й екосистем.

Стан атмосферного повітря - це сукупність фізичних і хімічних характеристик повітря, що визначають рівень його чистоти або забруднення.

Пояснити, чому атмосферне повітря є динамічним і відкритим об'єктом моделювання.

Навести приклади природних та антропогенних джерел забруднення повітря.

Етап 2. Забруднювальні речовини та показники якості повітря

Ознайомитися з основними забруднювальними речовинами атмосферного повітря. Заповнити таблицю 6.1.

Таблиця 6.1

Основні забруднювальні речовини атмосферного повітря

Речовина	Джерело	Основний вплив
SO ₂		
NO _x		
CO		
PM ₁₀ , PM _{2.5}		
Леткі органічні сполуки		

Пояснити значення гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Етап 3. Чинники поширення забруднювальних речовин

Проаналізувати чинники, що впливають на розсіювання домішок у повітрі. Заповнити таблицю 6.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 23

Таблиця 6.2

Чинники поширення забруднювальних речовин

Група чинників	Приклади
Метеорологічні	
Орографічні	
Джерела викидів	
Фонові умови	

Пояснити роль метеорологічних умов у формуванні зон підвищеного забруднення.

Етап 4. Типи моделей якості атмосферного повітря

Ознайомитися з основними типами моделей, що використовуються для оцінювання якості повітря. Заповнити таблицю 6.3.

Таблиця 6.3

Типи моделей атмосферного повітря

Тип моделі	Характеристика	Застосування
Гаусові		
Детерміновані		
Стохастичні		
Імітаційні		

Пояснити переваги та обмеження гаусових моделей.

Етап 5. Вхідні дані для моделювання стану атмосферного повітря

Проаналізувати основні типи даних, необхідних для побудови моделей. Заповнити таблицю 6.4.

Таблиця 6.4

Вхідні дані моделей якості повітря

Тип даних	Приклади
Метеорологічні	
Емісійні	
Геометричні	
Фонові	

Пояснити, як якість вхідних даних впливає на точність прогнозів.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Прогноз забруднення атмосферного повітря в місті»

Умова:

У місті з інтенсивним транспортним рухом і промисловими підприємствами спостерігається погіршення якості атмосферного повітря.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 24

Заповнити таблиці 6.5, 6.6.

Таблиця 6.5

Основні джерела та чинники забруднення

Чинник	Прояв
Автотранспорт	
Промисловість	
Метеоумови	

Таблиця 6.6

Використання моделей для управління якістю повітря

Напрямок	Значення
Прогноз	
Охорона здоров'я	
Управління	

Пояснити, як результати моделювання можуть бути використані органами місцевого управління.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити роль моделювання стану атмосферного повітря;
- підкреслити значення прогнозування для зменшення екологічних ризиків;
- зазначити необхідність комплексного підходу.

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Моделі розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері: гаусовий підхід (можливості та обмеження для міських територій)
2. Вплив метеорологічних умов на формування зон підвищеного забруднення повітря (вітер, температурні інверсії, штиль)
3. Прогнозування якості атмосферного повітря в умовах урбанізації (транспортні викиди, щільна забудова)
4. Роль моделей якості повітря у зменшенні ризиків для здоров'я населення (екологічні та соціальні аспекти)
5. Інтеграція даних моніторингу та моделей у системах управління якістю повітря (практика використання прогнозів органами влади)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 25

Контрольні питання

1. Що розуміють під якістю атмосферного повітря?
2. Які основні джерела забруднення атмосферного повітря?
3. Які чинники впливають на поширення забруднювальних речовин?
4. Які типи моделей використовують для оцінювання якості повітря?
5. Яку роль відіграють вхідні дані у моделюванні?
6. Як моделювання допомагає у прогнозуванні екологічних ризиків?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про екосистемні послуги як важливу складову сталого розвитку, ознайомити з підходами до їх класифікації, оцінювання та моделювання, а також навчити застосовувати результати моделювання екосистемних послуг для обґрунтування управлінських і природоохоронних рішень.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттям та класифікацією екосистемних послуг.
2. Розглянути роль екосистемних послуг у соціально-економічному розвитку.
3. Проаналізувати підходи до моделювання екосистемних послуг.
4. Навчитися визначати вхідні дані для моделей екосистемних послуг.
5. Оцінити можливості використання результатів моделювання у прийнятті рішень.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Ознайомлення з поняттям вітру та причинами його виникнення

Опрацювати теоретичний матеріал щодо поняття екосистемні послуги.

Екосистемні послуги - це вигоди, які людина отримує від функціонування природних екосистем.

Пояснити, чому концепція екосистемних послуг є важливою для екологічного управління та просторового планування.

Навести приклади екосистемних послуг у природних та антропогенно змінених ландшафтах.

Етап 2. Класифікація екосистемних послуг

Ознайомитися з основними підходами до класифікації екосистемних послуг. Заповнити таблицю 7.1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 26

Таблиця 7.1

Класифікація екосистемних послуг

Група послуг	Приклади
Забезпечувальні	
Регулюючі	
Культурні	
Підтримуючі	

Пояснити взаємозв'язок між різними групами екосистемних послуг.

Етап 3. Підходи до оцінювання та моделювання екосистемних послуг

Ознайомитися з основними підходами до оцінювання екосистемних послуг. Заповнити таблицю 7.2.

Таблиця 7.2

Підходи до моделювання екосистемних послуг

Підхід	Характеристика	Приклад застосування
Біофізичний		
Економічний		
Просторовий		
Сценарний		

Пояснити переваги просторового підходу для управлінських рішень.

Етап 4. Вхідні дані для моделювання екосистемних послуг

Проаналізувати основні типи даних, що використовуються в моделях екосистемних послуг. Заповнити таблицю 7.3.

Таблиця 7.3

Вхідні дані для моделювання екосистемних послуг

Тип даних	Приклади
Просторові	
Природні	
Соціально-економічні	
Екологічні	

Пояснити, чому якість просторових даних є критичною для результатів моделювання.

Етап 5. Екосистемні послуги у підтримці прийняття рішень

Проаналізувати роль екосистемних послуг у прийнятті управлінських рішень. Заповнити таблицю 7.4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 27

Таблиця 7.4

Використання моделей екосистемних послуг

Сфера	Значення
Просторове планування	
Природоохоронна діяльність	
Економіка	
Управління ресурсами	

Пояснити, як моделі допомагають враховувати екологічні обмеження.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Моделювання екосистемних послуг території для вибору сценарію розвитку»

Умова:

Розглядається територія, де планується розширення сільськогосподарського використання та забудови.

Заповнити таблиці 7.5, 7.6.

Таблиця 7.5

Екосистемні послуги території

Послуга	Поточний стан
Водорегуляція	
Рекреація	
Біорізноманіття	

Таблиця 7.6

Використання моделей для вибору сценарію

Сценарій	Наслідки
Інтенсивний розвиток	
Збалансований	
Природоохоронний	

Пояснити, як результати моделювання екосистемних послуг впливають на вибір сценарію розвитку.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити роль екосистемних послуг у сталому розвитку;
- підкреслити значення моделювання для прийняття рішень;
- зазначити необхідність інтеграції екологічних і соціально-економічних аспектів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 28

Етап 8 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Екосистемні послуги як інструмент інтеграції екологічних і економічних інтересів (роль у сталому розвитку територій)
2. Просторове моделювання екосистемних послуг з використанням ГІС (карти забезпечення та попиту на послуги)
3. Вартісна оцінка екосистемних послуг у прийнятті управлінських рішень (економічні підходи та обмеження)
4. Компроміси між різними екосистемними послугами при землекористуванні (trade-offs і синергії)
5. Застосування моделей екосистемних послуг у просторовому плануванні громад (практичні приклади та перспективи)

Контрольні питання

1. Що таке екосистемні послуги та чому вони важливі?
2. Які основні групи екосистемних послуг ви знаєте?
3. Які підходи застосовують для моделювання екосистемних послуг?
4. Яку роль відіграють просторові дані у моделях екосистемних послуг?
5. Як результати моделювання використовуються у прийнятті управлінських рішень?
6. Чому необхідно враховувати екосистемні послуги при плануванні розвитку територій?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 МОДЕЛІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН В ЕКОСИСТЕМАХ

Мета роботи: сформувати у студентів уявлення про біорізноманіття як ключовий компонент екосистем, ознайомити з основними підходами до його моделювання та прогнозування, навчити аналізувати можливі зміни біорізноманіття під впливом природних і антропогенних чинників та використовувати результати моделей для обґрунтування природоохоронних рішень.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з поняттям біорізноманіття та рівнями його організації.
2. Розглянути основні чинники змін біорізноманіття.
3. Проаналізувати підходи та типи моделей біорізноманіття.
4. Навчитися визначати вхідні дані для моделей прогнозування змін в екосистемах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 29

5. Оцінити роль моделей біорізноманіття у збереженні та управлінні екосистемами.

Хід виконання практичної роботи

Етап 1. Біорізноманіття як об'єкт моделювання

Опрацювати теоретичний матеріал щодо поняття біорізноманіття.

Біорізноманіття - це різноманіття живих організмів на всіх рівнях організації життя: генетичному, видовому та екосистемному.

Пояснити, чому біорізноманіття є індикатором стійкості та екологічного стану екосистем.

Навести приклади змін біорізноманіття в природних і антропогенно трансформованих екосистемах.

Етап 2. Рівні та показники біорізноманіття

Ознайомитися з основними рівнями організації біорізноманіття. Заповнити таблицю 8.1.

Таблиця 8.1

Рівні біорізноманіття

Рівень	Характеристика	Приклади
Генетичний		
Видовий		
Екосистемний		

Пояснити значення кожного рівня для функціонування екосистем.

Етап 3. Чинники змін біорізноманіття

Проаналізувати основні природні та антропогенні чинники змін біорізноманіття. Заповнити таблицю 8.2.

Таблиця 8.2

Чинники впливу на біорізноманіття

Група чинників	Приклади
Природні	
Антропогенні	
Техногенні	
Біологічні	

Пояснити, чому антропогенні чинники в сучасних умовах є визначальними.

Етап 4. Підходи та типи моделей біорізноманіття

Ознайомитися з основними підходами до моделювання біорізноманіття. Заповнити таблицю 8.3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 30

Таблиця 8.3

Типи моделей біорізноманіття

Тип моделі	Характеристика	Застосування
Статистичні		
Нішеві		
Процесні		
Просторові		

Пояснити переваги просторових моделей для природоохоронної діяльності.

Етап 5. Вхідні дані для моделей біорізноманіття

Проаналізувати типи даних, необхідні для побудови моделей. Заповнити таблицю 8.4.

Таблиця 8.4

Вхідні дані моделей біорізноманіття

Тип даних	Приклади
Біологічні	
Просторові	
Кліматичні	
Антропогенні	

Пояснити, як якість і повнота даних впливають на достовірність прогнозів.

Етап 6. Ситуаційний кейс «Прогноз змін біорізноманіття під впливом землекористування»

Умова:

На території з високим рівнем природної різноманітності планується розширення сільськогосподарського використання.

Заповнити таблиці 8.5, 8.6.

Таблиця 8.5

Поточний стан біорізноманіття

Показник	Характеристика
Видове різноманіття	
Екосистеми	
Антропогенний тиск	

Таблиця 8.6

Прогнозні зміни за сценаріями

Сценарій	Очікувані наслідки
Інтенсивне землекористування	Зниження різноманіття
Збалансований розвиток	Часткове збереження
Природоохоронний	Мінімальні втрати

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 31

Пояснити, як результати моделювання можуть бути використані для вибору сценарію управління територією.

Етап 7. Формулювання висновків

У висновках необхідно:

- узагальнити роль моделей біорізноманіття;
- підкреслити значення прогнозування змін екосистем;
- зазначити практичну цінність моделей для збереження природи.

Етап 9 (за бажанням здобувача). Підготувати доповідь-презентацію на одну із запропонованих тем або за власною темою на 5-10 слайдів:

1. Моделі ареалів видів (Species Distribution Models) у прогнозуванні змін біорізноманіття (принципи побудови та сфери застосування)
2. Вплив змін клімату на біорізноманіття та його моделювання (зміщення ареалів, втрата середовищ існування)
3. Роль антропогенного навантаження у прогнозуванні змін екосистем (урбанізація, агроландшафти, фрагментація)
4. Просторові ГІС-моделі біорізноманіття в природоохоронному плануванні (екологічні мережі, заповідні території)
5. Використання моделей біорізноманіття для оцінювання екосистемних ризиків (втрата видів, деградація екосистем, сценарний аналіз)

Контрольні питання

1. Що таке біорізноманіття та які його рівні ви знаєте?
2. Які чинники найбільше впливають на зміни біорізноманіття?
3. Які типи моделей використовують для прогнозування змін в екосистемах?
4. Яку роль відіграють просторові дані в моделях біорізноманіття?
5. Як результати моделювання застосовують у природоохоронній діяльності?
6. Чому прогнозування змін біорізноманіття є важливим для сталого розвитку?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 32

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Бельмега І. В., Шацило Є. Г. Зелені дахи як напрям наукових досліджень. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2024. № 1(55). С. 35-43. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.1.5>.
2. Вінічук М. М. Навчальне видання практикум з метеорології та кліматології. Електронне видання, 2019. 102 с. / М. М. Вінічук. 2019. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/63020/mod_resource/content/2020-01-02.pdf.
3. Всесвітня метеорологічна організація (WMO) : офіційний веб-сайт. URL: <https://www.wmo.int>.
4. Герасимчук Л. О., Валерко Р. А., Весельський О. О. Переваги зелених дахів та їх розрахунок. *Аграрні інновації*. 2024. № 23 (2024). С. 48-57. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.7>.
5. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Пацева І.Г. Прояв зміни температури повітря на території м. Житомир. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С.6-16.
6. Герасимчук Л., Валерко Р., Розгон В., Маліновська В. Тенденції викидів діоксиду вуглецю як чинника кліматичних змін в атмосферне повітря Житомирської області від стаціонарних джерел та прогнозування їх обсягів. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. №3. С. 49–58. doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-7>.
7. Державна статистична служба України : офіційний веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Долгілевич М. Й. Метеорологія та кліматологія. Навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ, 2005. 325 с.
9. Долгілевич М. Й., Радіонова Т. М. Практикум з метеорології та кліматології / Навчальний посібник. Житомир: ЖІТІ, 2002. 201 с.
10. Екологічне законодавство України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua>.
11. Екологічні паспорти регіонів України: URL : <https://menr.gov.ua>.
12. Коваленко Ю. Л. Метеорологія і кліматологія : конспект лекцій [Електронний ресурс] / ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2018. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/158567492.pdf>.
13. Максименко Н. В. Метеорологія і кліматологія : підручник. Харків : Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2024. 256 с.
14. Метеорологія і кліматологія. Під редакцією д.ф.-м.н., професора Степаненка С. М.[Електронний ресурс] // Одеса. 2008. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/6171/1/.pdf>.
15. Метеорологія та кліматологія: курс лекцій [Електронний ресурс] Харків, 2016. 207 с. (НУЦЗУ). URL: <https://www.books.nuczu.edu.ua>.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/103.00.02/Б/ОК09- 1-2024
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 33

16. Метеорологія та кліматологія: текст лекцій [Електронний ресурс] / Укладач: М.В. Сарапіна. НУЦЗУ, 2016. 207 с. URL: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/3128/Kurs_lekcij.pdf.

17. Метеорологія та кліматологія: курс лекцій. Для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти у галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 101 «Екологія», освітньо-професійна програма «Екологічна безпека» / Укладачі: М. В. Сарапіна, О .В. Рибалова, О. В. Бригада. Х: НУЦЗУ, 2023. 216 с.

18. Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) : офіційний веб-сайт. URL: <https://www.ipcc.ch>.

19. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія / Г. Д. Проценко. Київ.: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2007. - 265 с.

20. Решетченко С. І. Метеорологія та кліматологія : навчальний посібник. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 220 с. URL: <https://www.univer.kharkov.ua/images/redactor/news/2017-02-23/Reshetchenko.pdf>.

21. Робоча програма навчальної дисципліни «Метеорологія і кліматологія» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю» освітньо-професійна програма «Управління земельними та водними ресурсами» (автори: Віннічук М. М., Валерко Р. А.). 2024. 28 с. Затверджено Вченою радою факультету гірничої справи, природокористування та будівництва 30 серпня 2024 р., протокол №07.

22. Романчук Л. Д., Герасимчук Л. О., Валерко Р. А. Використання сірої води зеленими дахами: системний аналіз та перспективи впровадження. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 10. С. 254-263. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.24>.

23. Український гідрометеорологічний центр : офіційний веб-сайт. URL: <https://meteo.gov.ua>.

24. Patseva I., Herasymchuk L., Kahukina A., Patsev I., Valerko R., Ustyomenko V. The impact of forest fires in the context of climate change: an interdisciplinary analysis. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. 3 (83). P. 25–37. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.331295>.