

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету «Житомирська
політехніка»
протокол від 12 вересня 2024 р. №5

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання практичних робіт
з вибіркової навчальної дисципліни
«Моделювання режиму водних і земельних об'єктів»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

Рекомендовано на засіданні кафедри
наук про Землю
26 серпня 2024 р., протокол № 08

Розробник: асистент кафедри наук про Землю Ілля ЦИГАНЕНКО-ДЗЮБЕНКО

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 33 / 2</i>

Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з вибіркової навчальної дисципліни «Моделювання режиму водних і земельних об'єктів» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр», Житомир: Житомирська політехніка, 2023 – 20 с.

Рецензенти:

к.т.н. доц., завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка
М.Т. БАШИНСЬКИЙ Сергій

к.т.н., доц., доцент кафедри наук про Землю СКИБА Галина

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 3

Практична робота №1

Тема: Основні аспекти гідрології та їх роль у моделюванні водних об'єктів.

Мета: Ознайомитися з основними поняттями гідрології, навчитися визначати гідрологічні параметри водних об'єктів та зрозуміти їх значення для моделювання.

Хід роботи: Робота складається з теоретичної та практичної частин. Спочатку студенти мають опрацювати теоретичний матеріал щодо основних понять гідрології. Далі необхідно проаналізувати дані реальної річки України (на вибір викладача) та виконати розрахунки основних гідрологічних характеристик.

1. Опрацюйте теоретичний матеріал про основні поняття гідрології (гідрологічний цикл, водний баланс, режими річок, озер).
2. Ознайомтеся з даними про річку (назва річки надається викладачем) з Державного водного кадастру України.
3. Визначте основні морфометричні характеристики річки: довжина, площа басейну, падіння, похил.
4. Розрахуйте середньорічний стік річки за останні 5 років за наданими даними.
5. Побудуйте графік водного режиму річки протягом року (гідрограф).
6. Визначте періоди повені, межені та інших характерних фаз водного режиму.
7. Проаналізуйте залежність стоку від кліматичних факторів.
8. Заповніть таблицю основних гідрологічних характеристик досліджуваної річки.

Контрольні запитання:

1. Які основні фактори впливають на формування річкового стоку?
2. Чим відрізняється повінь від паводку з точки зору гідрологічних процесів?
3. Як кліматичні зміни впливають на гідрологічний режим річок України?
4. Які методи визначення витрат води в річках є найбільш точними і чому?
5. Як пов'язані між собою поверхневі та підземні води в річковому басейні?
6. Яке значення має знання гідрологічних характеристик для моделювання водних об'єктів?
7. Чим відрізняються гідрологічні режими гірських та рівнинних річок?
8. Які антропогенні фактори найбільше впливають на гідрологічний режим річок в Україні?
9. Як розраховується коефіцієнт стоку і про що він свідчить?
10. Які існують методи прогнозування максимальних витрат води під час повені?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 4

Практична робота №2

Тема: Поняття про моделі та моделювання. Типи моделей у гідрології та землеустрої.

Мета: Ознайомитися з основними типами моделей, що застосовуються для дослідження водних та земельних об'єктів, навчитися класифікувати моделі та визначати їх застосовність для конкретних дослідницьких задач.

Хід роботи: У цій практичній роботі студенти мають ознайомитися з різними типами моделей та принципами моделювання, застосовними до водних та земельних об'єктів.

1. Опрацюйте теоретичний матеріал про типи моделей (фізичні, аналогові, математичні, концептуальні, стохастичні, детерміністичні тощо).
2. Проведіть пошук інформації про 5 конкретних прикладів моделей, що застосовуються для дослідження водних об'єктів (наприклад, SWAT, HEC-RAS, MIKE SHE, MODFLOW, QUAL2K).
3. Проведіть пошук інформації про 3 конкретні приклади моделей, що застосовуються у землеустрої.
4. Для кожної знайденої моделі складіть інформаційну картку за схемою:
 - Назва моделі
 - Тип моделі за різними класифікаціями
 - Призначення та область застосування
 - Основні вхідні параметри
 - Основні вихідні параметри
 - Переваги та обмеження
5. Проаналізуйте, які з розглянутих моделей можна було б застосувати для моделювання водного об'єкта з практичної роботи №1.
6. Оберіть найбільш підходящу модель для дослідження цього об'єкта та обґрунтуйте свій вибір.

Контрольні запитання:

1. Чим відрізняються детерміністичні та стохастичні моделі? Наведіть приклади їх застосування в гідрології.
2. Які переваги та недоліки фізичних моделей порівняно з математичними?
3. Яким чином класифікуються моделі за масштабом охоплення території та часу?
4. Чому для моделювання одного й того самого об'єкта можуть використовуватися різні моделі?
5. Які основні критерії слід враховувати при виборі типу моделі для конкретного дослідження?
6. Як пов'язані між собою концептуальні моделі гідрологічних та земельних систем?
7. Які типи моделей найкраще підходять для прогнозування екстремальних гідрологічних явищ (повені, посухи)?
8. Чому важливо враховувати просторову неоднорідність при моделюванні водних та земельних об'єктів?
9. Як еволюціонували підходи до моделювання водних об'єктів протягом останніх 50 років?
10. Які нові типи моделей з'явилися завдяки розвитку обчислювальних технологій та дистанційного зондування Землі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 5

Практична робота №3

Тема: Принципи та методи побудови та аналізу математичних моделей у гідрології.

Мета: Опанувати методи побудови математичних моделей гідрологічних процесів, навчитися формулювати математичні рівняння для опису водних об'єктів та аналізувати отримані результати.

Хід роботи: Студенти вивчають основні методи побудови математичних моделей гідрологічних процесів та застосовують їх для створення простої моделі стоку малої річки.

1. Вивчіть основні етапи побудови математичної моделі: концептуалізація системи, формалізація моделі, калібрування, верифікація, аналіз чутливості.
2. Ознайомтеся з основними рівняннями, що використовуються в гідрологічних моделях (рівняння водного балансу, рівняння руху води у відкритих руслах, рівняння інфільтрації).
3. На основі наданих даних про опади та стік малої річки за 10-річний період побудуйте просту математичну модель залежності стоку від опадів.
4. Використайте метод множинної лінійної регресії для побудови моделі виду: $Q = a_0 + a_1P_1 + a_2P_2 + \dots + a_nP_n$, де Q – місячний стік, P_1, P_2, \dots, P_n – місячні опади з певним зсувом у часі.
5. Проведіть калібрування моделі на даних перших 7 років і верифікацію на даних останніх 3 років.
6. Розрахуйте статистичні показники якості моделі: коефіцієнт детермінації R^2 , середньоквадратичну похибку RMSE, критерій Неша-Саткліфа.
7. Проведіть аналіз чутливості моделі до зміни параметрів.
8. Сформулюйте висновки щодо точності та застосовності побудованої моделі.

Контрольні запитання:

1. Які основні принципи слід враховувати при побудові математичної моделі гідрологічного об'єкта?
2. Чому важливо проводити калібрування та верифікацію моделі на незалежних наборах даних?
3. Які критерії використовуються для оцінки якості гідрологічних моделей?
4. Як впливає просторова дискретизація на точність гідрологічних моделей?
5. Які переваги та недоліки простих регресійних моделей порівняно з фізично обґрунтованими моделями?
6. Як враховуються нелінійні залежності у гідрологічних моделях?
7. Які основні джерела невизначеності впливають на точність гідрологічних моделей?
8. Яким чином можна врахувати зміни клімату при побудові довгострокових гідрологічних моделей?
9. Як впливає зміна землекористування на параметри гідрологічних моделей?
10. Які підходи використовуються для спрощення складних гідрологічних моделей без суттєвої втрати точності?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 6

Практична робота №4

Тема: Моделювання якості води озер і водосховищ.

Мета: Вивчити методи моделювання якості води в озерах та водосховищах, навчитися визначати основні показники якості води та прогнозувати їх зміни.

Хід роботи: Студенти працюють з реальними даними якості води водосховища, будують просту модель евтрофікації та аналізують отримані результати.

1. Ознайомтеся з основними показниками якості води озер і водосховищ та нормативними документами щодо оцінки якості води в Україні.
2. Вивчіть основні процеси, що впливають на якість води в озерах і водосховищах: стратифікація, евтрофікація, масообмін, біохімічні процеси.
3. На основі наданих даних про хімічний склад води водосховища (основні показники: розчинений кисень, БСК, ХСК, фосфати, нітрати) за останні 5 років:
 - Проаналізуйте динаміку зміни показників за сезонами
 - Визначте трофічний статус водосховища
 - Розрахуйте індекс якості води
4. Побудуйте просту балансову модель для одного з біогенних елементів (фосфор) у водосховищі, враховуючи його надходження з водозбору, споживання біотою та седиментацію.
5. Використайте модель для прогнозування зміни концентрації фосфору при різних сценаріях антропогенного навантаження.
6. Заповніть таблицю прогнозованих значень концентрації фосфору для різних сценаріїв.
7. Проаналізуйте ризики евтрофікації водосховища та запропонуйте заходи щодо покращення якості води.

Контрольні запитання:

1. Які основні показники використовуються для оцінки якості води в озерах і водосховищах?
2. Як процеси стратифікації впливають на якість води в глибоких водосховищах?
3. Які біохімічні процеси враховуються при моделюванні якості води?
4. Чому фосфор часто розглядається як ключовий елемент при моделюванні евтрофікації?
5. Як антропогенні фактори впливають на процеси евтрофікації водойм?
6. Які підходи використовуються для моделювання розподілу забруднень у водоймах?
7. Чим відрізняється моделювання якості води в проточних та непроточних водоймах?
8. Як кліматичні зміни можуть вплинути на якість води в озерах і водосховищах України?
9. Які заходи можуть бути ефективними для зменшення ризику "цвітіння" води?
10. Які просторові аспекти слід враховувати при моделюванні якості води великих водосховищ?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 7

Практична робота №5

Тема: Моделювання міських і сільськогосподарських стоків.

Мета: Опанувати методи моделювання стоків з урбанізованих та сільськогосподарських територій, навчитися оцінювати об'єми та якість поверхневого стоку.

Хід роботи: У цій практичній роботі студенти працюють з картографічними даними міської території та сільськогосподарських угідь, моделюють об'єми стоку та винос забруднюючих речовин.

1. Ознайомтеся з особливостями формування поверхневого стоку на урбанізованих територіях та сільськогосподарських угіддях.
2. Знайдіть картографічні матеріали досліджуваної території (карта землекористування або космічний знімок із високою роздільною здатністю).
3. Використовуючи ГІС-програму (QGIS або ArcGIS), виділіть на карті різні типи поверхонь (асфальт, дахи будівель, газони, сільськогосподарські угіддя, ліси тощо).
4. Для кожного типу поверхні визначте коефіцієнт стоку та потенційне забруднення (вміст завислих речовин, нафтопродуктів, біогенних елементів).
5. Використовуючи дані про опади (середньорічні та максимальні добові), розрахуйте об'єми поверхневого стоку для різних типів поверхонь та басейну в цілому.
6. Оцініть масу забруднюючих речовин, що виносяться з поверхневим стоком з території.
7. Запропонуйте заходи щодо зменшення негативного впливу поверхневого стоку на водні об'єкти.
8. На основі отриманих даних побудуйте карту зонування території за інтенсивністю формування поверхневого стоку.

Контрольні запитання:

1. Які особливості формування поверхневого стоку на урбанізованих територіях порівняно з природними?
2. Як впливає тип землекористування на об'єм та якість поверхневого стоку?
3. Які методи використовуються для визначення коефіцієнтів стоку з різних типів поверхонь?
4. Які забруднюючі речовини є найбільш характерними для поверхневого стоку з міських територій?
5. Які забруднюючі речовини є найбільш характерними для стоку з сільськогосподарських угідь?
6. Як сезонність впливає на формування поверхневого стоку та його якість?
7. Які природоорієнтовані рішення (nature-based solutions) можуть використовуватися для управління поверхневим стоком у містах?
8. Чому важливо враховувати "перший злив" при моделюванні якості поверхневого стоку?
9. Які підходи використовуються для моделювання виносу пестицидів з сільськогосподарських угідь?
10. Як змінюються гідрологічні характеристики території при її урбанізації?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 8

Практична робота №6

Тема: Математичні моделі у короткострокових гідрологічних прогнозах.

Мета: Ознайомитися з методами короткострокового прогнозування гідрологічних характеристик, навчитися будувати та верифікувати прогностичні моделі.

Хід роботи: Студенти аналізують методи короткострокового прогнозування паводків та будують просту прогностичну модель для конкретного водного об'єкта.

1. Вивчіть основні методи короткострокового прогнозування витрат води в річках (регресійні моделі, моделі типу "опади-стік", гідравлічні моделі руху паводкової хвилі).
2. Ознайомтеся з даними спостережень за опадами та витратами води на річці (надаються викладачем) за період 3-5 років, включаючи періоди паводків.
3. Проаналізуйте зв'язок між опадами та стоком, визначте час добігання паводкової хвилі від верхніх до нижніх створів.
4. Побудуйте математичну модель для прогнозування витрат води у нижньому створі на основі даних про опади та витрати у верхньому створі.
5. Проведіть калібрування та верифікацію моделі на різних паводках.
6. Оцініть точність прогнозу для різних завчасностей (1, 2, 3 доби).
7. Розробіть алгоритм оперативного прогнозування паводків для досліджуваної річки.
8. Заповніть таблицю з результатами прогнозу та фактичними даними для верифікаційного періоду.

Контрольні запитання:

1. Які основні фактори впливають на точність короткострокових гідрологічних прогнозів?
2. Чим відрізняються методи прогнозування паводків для гірських та рівнинних річок?
3. Як впливає просторовий розподіл опадів на формування паводків?
4. Які переваги та недоліки використання метеорологічних прогнозів при гідрологічному прогнозуванні?
5. Як визначається оптимальна завчасність гідрологічного прогнозу?
6. Які характеристики водозбору найбільше впливають на час добігання паводкової хвилі?
7. Як оцінюється справджуваність гідрологічних прогнозів?
8. Які сучасні методи машинного навчання використовуються для короткострокового прогнозування паводків?
9. Чому важливо враховувати вологість ґрунту при прогнозуванні паводків?
10. Які дані дистанційного зондування можуть підвищити точність короткострокових гідрологічних прогнозів?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 9

Практична робота №7

Тема: Сучасні математичні моделі довгострокових гідрологічних прогнозів.

Мета: Ознайомитися з методами довгострокового прогнозування гідрологічних характеристик, навчитися аналізувати багаторічні тренди та будувати прогностичні моделі.

Хід роботи: У цій роботі студенти аналізують багаторічні часові ряди гідрологічних характеристик, виявляють тренди та циклічність, будують довгострокові прогностичні моделі.

1. Ознайомтеся з основними методами довгострокового прогнозування гідрологічних характеристик (статистичні методи, моделі часових рядів, стохастичні моделі).
2. Проаналізуйте багаторічні дані про річний стік річки (надаються викладачем) за період не менше 30 років.
3. Проведіть статистичний аналіз ряду, перевірте його на однорідність та стаціонарність.
4. Виявіть наявність трендів та циклічних коливань у ряді річного стоку.
5. Побудуйте автокореляційну функцію ряду та визначте характерні періоди циклічності.
6. Розробіть прогностичну модель річного стоку на основі одного з методів:
 - авторегресійна модель
 - модель часових рядів ARIMA
 - стохастична модель
7. Оцініть точність моделі на незалежному матеріалі (останні 5-10 років ряду).
8. Побудуйте прогноз річного стоку на наступні 5 років з оцінкою довірчих інтервалів.
9. Проаналізуйте можливий вплив змін клімату на достовірність довгострокових прогнозів.

Контрольні запитання:

1. Які основні переваги та обмеження статистичних методів довгострокового прогнозування?
2. Як циклічність сонячної активності може впливати на багаторічні коливання річкового стоку?
3. Що таке стаціонарність часового ряду і як вона перевіряється?
4. Як перевіряється однорідність гідрологічних рядів?
5. Чому важливо враховувати автокореляцію при аналізі гідрологічних рядів?
6. Які переваги моделей ARIMA при прогнозуванні гідрологічних характеристик?
7. Як можна врахувати глобальні кліматичні індекси (NAO, ENSO) у довгострокових гідрологічних прогнозах?
8. Чому довгострокові гідрологічні прогнози часто будуються у ймовірнісній формі?
9. Які методи використовуються для врахування невизначеності в довгострокових гідрологічних прогнозах?
10. Як змінилися підходи до довгострокового гідрологічного прогнозування в умовах нестационарності клімату?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 10

Практична робота №8

Тема: Прогноз стану підземних вод.

Мета: Ознайомитися з методами моделювання та прогнозування стану підземних вод, навчитися будувати прості моделі рівневого режиму та якості підземних вод.

Хід роботи: Студенти працюють з даними моніторингу підземних вод, аналізують чинники формування рівневого режиму та хімічного складу, будують прогностичні моделі.

1. Вивчіть основні типи моделей підземних вод (аналітичні, чисельні, концептуальні).
2. Ознайомтеся з рівняннями фільтрації підземних вод та методами їх розв'язання.
3. Проаналізуйте дані моніторингу рівнів підземних вод на території дослідження (надаються викладачем) за період 2-3 років.
4. Виявіть зв'язок між рівнями підземних вод та метеорологічними факторами (опади, температура повітря).
5. Побудуйте регресійну модель для прогнозування рівнів підземних вод на основі метеорологічних факторів.
6. Проаналізуйте дані про хімічний склад підземних вод та оцініть його відповідність нормативам.
7. Виявіть фактори, що впливають на формування хімічного складу підземних вод на території дослідження.
8. Побудуйте просту модель міграції забруднюючих речовин у водоносному горизонті.
9. Оцініть ризики забруднення підземних вод від потенційних джерел забруднення на території.
10. Складіть карту вразливості підземних вод до забруднення (використовуючи методику DRASTIC або аналогічну).

Контрольні запитання:

1. Які основні рівняння використовуються для моделювання фільтрації підземних вод?
2. Чим відрізняються напірні та безнапірні водоносні горизонти з точки зору моделювання?
3. Які фактори визначають природний режим рівнів підземних вод?
4. Як антропогенні фактори впливають на режим та якість підземних вод?
5. Які головні процеси враховуються при моделюванні міграції забруднюючих речовин у підземних водах?
6. Що таке гідрогеологічні параметри і як вони визначаються?
7. Які методи використовуються для визначення захищеності підземних вод від забруднення?
8. Як взаємодіють поверхневі та підземні води і як це враховується в моделях?
9. Які основні типи забруднення підземних вод є найбільш поширеними в Україні?
10. Як глобальні кліматичні зміни можуть вплинути на ресурси та якість підземних вод?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 11

Практична робота №9

Тема: Класифікація моделей та методи моделювання геологічних процесів і структур.

Мета: Ознайомитися з основними типами моделей геологічних процесів і структур, навчитися класифікувати їх та обирати відповідні методи моделювання для конкретних задач.

Хід роботи: У цій роботі студенти досліджують різні типи моделей геологічних процесів, аналізують їх особливості та сфери застосування.

1. Вивчіть основні класифікації моделей геологічних процесів і структур (за масштабом, за фізичною природою, за методами опису).
2. Ознайомтеся з методами моделювання різних геологічних процесів: ерозії, седиментації, тектонічних рухів, зсувів, карстоутворення тощо.
3. Проведіть пошукову роботу та підготуйте огляд 5 сучасних програмних продуктів для моделювання геологічних процесів.
4. Для кожного програмного продукту визначте:
 - Типи геологічних процесів, які можна моделювати
 - Математичний апарат, що використовується
 - Вимоги до вхідних даних
 - Форми представлення результатів
 - Приклади успішного застосування
5. Оберіть один з геологічних процесів, характерних для території України (зсуви, карст, ерозія тощо), та детально опишіть методи його моделювання.
6. Проаналізуйте, які вхідні дані необхідні для моделювання обраного процесу та як їх можна отримати.
7. Складіть концептуальну модель обраного геологічного процесу у вигляді блок-схеми або діаграми.

Контрольні запитання:

1. Чим відрізняються детерміністичні та стохастичні моделі геологічних процесів?
2. Які фактори впливають на вибір масштабу моделювання геологічних процесів?
3. Як пов'язані між собою просторовий та часовий масштаби при моделюванні геологічних процесів?
4. Які методи використовуються для моделювання швидких геологічних процесів (зсуви, селі, повені)?
5. Які методи використовуються для моделювання повільних геологічних процесів (ерозія, седиментація)?
6. Як інтегруються геологічні моделі з гідрологічними та геоморфологічними?
7. Які основні джерела невизначеності виникають при моделюванні геологічних процесів?
8. Як використовуються дані дистанційного зондування Землі в моделюванні геологічних процесів?
9. Як поєднуються різні види моделей при комплексному дослідженні території?
10. Які сучасні тенденції розвитку методів моделювання геологічних процесів?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 12

Практична робота №10

Тема: Математичне моделювання геологічних процесів. Розробка алгоритмів оцінки впливу геологічних процесів на функціонування природно-техногенних систем.

Мета: Навчитися розробляти алгоритми для оцінки впливу геологічних процесів на природно-техногенні системи, опанувати методи кількісної оцінки ризиків.

Хід роботи: У цій практичній роботі студенти розробляють алгоритми оцінки ризиків від геологічних процесів для конкретної природно-техногенної системи та працюють з табличними даними.

1. Ознайомтеся з основними підходами до оцінки ризиків від геологічних процесів (детерміністичний, ймовірнісний, експертний).
2. Виберіть конкретну природно-техногенну систему для аналізу (водосховище, гірничодобувний комплекс, урбанізована територія тощо).
3. Визначте основні геологічні процеси, що можуть впливати на функціонування обраної системи.
4. Розробіть алгоритм оцінки ризику від кожного геологічного процесу у вигляді блок-схеми.
5. Складіть таблицю критеріїв оцінки інтенсивності геологічних процесів за такою формою:

Геологічний процес	Показник	Низька інтенсивність	Середня інтенсивність	Висока інтенсивність
Зсуви	Площа активних зсувів, %	<5	5-20	>20
	Швидкість зміщення, м/рік	<0,5	0,5-5	>5
Ерозія	Інтенсивність ерозії, т/га·рік	<5	5-15	>15
	Густота ерозійної мережі, км/км ²	<0,5	0,5-2	>2
Карст	Ураженість території, %	<10	10-30	>30
	Швидкість карстоутворення, мм/рік	<1	1-10	>10

6. Розробіть шкалу для інтегральної оцінки ризику від комплексу геологічних процесів.
7. На основі наданих викладачем даних про інтенсивність різних геологічних процесів на досліджуваній території, заповніть таблицю оцінки ризиків:

Ділянка	Геологічний процес 1	Геологічний процес 2	Геологічний процес 3	Інтегральний ризик
1				
2				
...				
10				

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 13

8. Побудуйте карту ризиків від геологічних процесів для досліджуваної території.
9. Запропонуйте інженерні та організаційні заходи для зменшення ризиків на ділянках з високим рівнем ризику.

Контрольні запитання:

1. Які основні підходи використовуються для оцінки ризиків від геологічних процесів?
2. Як визначаються вагові коефіцієнти при інтегральній оцінці ризиків?
3. Які методи використовуються для прогнозування розвитку геологічних процесів?
4. Як враховується невизначеність при оцінці ризиків від геологічних процесів?
5. Чим відрізняються поняття "небезпека", "вразливість" та "ризик" при оцінці впливу геологічних процесів?
6. Які інформаційні технології використовуються для моніторингу та прогнозування геологічних процесів?
7. Як кліматичні зміни впливають на інтенсивність геологічних процесів в Україні?
8. Які економічні методи використовуються для оцінки збитків від геологічних процесів?
9. Як поєднуються дистанційні та наземні методи дослідження при моніторингу геологічних процесів?
10. Які перспективні напрями розвитку систем раннього попередження про небезпечні геологічні процеси?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 14

Практична робота №11

Тема: Моделювання впливу небезпечних геологічних процесів на функціонування природно-техногенних систем.

Мета: Навчитися моделювати вплив небезпечних геологічних процесів на природно-техногенні системи та розробляти заходи щодо зменшення негативних наслідків.

Хід роботи: У цій практичній роботі студенти моделюють конкретний небезпечний геологічний процес та його вплив на обрану природно-техногенну систему.

1. Оберіть один із небезпечних геологічних процесів (зсуви, селі, карст, підтоплення, ерозія) та конкретну природно-техногенну систему для аналізу.
2. Ознайомтеся з методами моделювання обраного геологічного процесу.
3. Створіть концептуальну модель впливу обраного геологічного процесу на функціонування природно-техногенної системи.
4. На основі наданих викладачем даних про природні умови території та параметри природно-техногенної системи, розробіть сценарії розвитку небезпечного геологічного процесу різної інтенсивності.
5. Для кожного сценарію оцініть масштаби впливу на різні компоненти природно-техногенної системи.
6. Заповніть таблицю прогнозованих наслідків для різних сценаріїв розвитку геологічного процесу:

Компонент природно-техногенної системи	Сценарій 1 (низька інтенсивність)	Сценарій 2 (середня інтенсивність)	Сценарій 3 (висока інтенсивність)
Інженерні споруди			
Житлова забудова			
Сільськогосподарські угіддя			
Транспортна інфраструктура			
Водні об'єкти			
Екосистеми			

7. Розробіть та обґрунтуйте комплекс заходів щодо запобігання та мінімізації негативних наслідків для кожного сценарію.
8. Оцініть економічну ефективність запропонованих заходів за такою формою:

Захід	Капітальні витрати, тис. грн	Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	Прогнозоване зменшення збитків, тис. грн/рік	Термін окупності, років
1				
2				
...				

9. Запропонуйте систему моніторингу для раннього виявлення ознак активізації небезпечного геологічного процесу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 15

Контрольні запитання:

1. Які основні фактори впливають на інтенсивність небезпечних геологічних процесів?
2. Як антропогенна діяльність може спричинити активізацію небезпечних геологічних процесів?
3. Які методи використовуються для раннього виявлення небезпечних геологічних процесів?
4. Чим відрізняються превентивні та екстрені заходи щодо захисту від небезпечних геологічних процесів?
5. Які сучасні інженерні методи використовуються для стабілізації схилів?
6. Як кліматичні зміни можуть вплинути на інтенсивність небезпечних геологічних процесів?
7. Які економічні підходи використовуються для оцінки ефективності захисних заходів?
8. Які міжнародні практики управління ризиками від небезпечних геологічних процесів є найбільш ефективними?
9. Як враховується фактор невизначеності при розробці заходів захисту від небезпечних геологічних процесів?
10. Які інноваційні технології моніторингу небезпечних геологічних процесів застосовуються в Україні та світі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 16

Практична робота №12

Тема: Вимоги до математичних моделей в землеустрої, основні технології.

Мета: Ознайомитися з вимогами до математичних моделей у землеустрої та основними технологіями, навчитися оцінювати придатність моделей для вирішення конкретних задач.

Хід роботи: Студенти аналізують вимоги до математичних моделей, що застосовуються в землеустрої, та проводять порівняльний аналіз різних технологій моделювання.

1. Ознайомтеся з основними задачами землеустрою, що потребують застосування математичного моделювання.
2. Вивчіть основні вимоги до математичних моделей у землеустрої: точність, адекватність, інформативність, економічність.
3. Проведіть пошукову роботу та складіть перелік основних технологій, що використовуються для моделювання в землеустрої.
4. Проаналізуйте переваги та обмеження різних технологій моделювання для вирішення задач землеустрою.
5. Заповніть порівняльну таблицю технологій моделювання в землеустрої:

Технологія моделювання	Основні задачі	Необхідні вхідні дані	Точність	Трудомісткість	Вартість
ГІС-моделювання					
Дистанційне зондування					
ВІМ-технології					
Нейромережеві моделі					
Статистичні моделі					

6. Оберіть конкретну задачу землеустрою (оптимізація сівозмін, планування меліоративних заходів, зонування території тощо) та проаналізуйте, які технології моделювання найкраще підходять для її вирішення.
7. Розробіть критерії оцінки ефективності моделей для обраної задачі.
8. Складіть концептуальну модель для вирішення обраної задачі у вигляді блок-схеми.

Контрольні запитання:

1. Які основні вимоги висуваються до математичних моделей у землеустрої?
2. Як оцінюється адекватність математичних моделей у землеустрої?
3. Які дані дистанційного зондування Землі використовуються в моделях землеустрою?
4. Які особливості мають геоінформаційні моделі при вирішенні задач землеустрою?
5. Як використовуються методи оптимізації в моделях землеустрою?
6. Які економічні критерії враховуються при моделюванні землекористування?
7. Як методи нечіткої логіки можуть використовуватися в моделях землеустрою?
8. Які основні обмеження існують при моделюванні земельних відносин?
9. Як враховуються екологічні фактори в моделях землеустрою?
10. Які перспективні напрями розвитку технологій моделювання в землеустрої?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 17

Практична робота №13

Тема: Моделювання в землеустрої.

Мета: Навчитися застосовувати методи моделювання для вирішення практичних задач землеустрою, опанувати технології оптимізації землекористування.

Хід роботи: У цій практичній роботі студенти виконують творче завдання з моделювання оптимального використання земельних ресурсів конкретного об'єкта.

1. На основі наданих викладачем картографічних матеріалів та даних про природні та господарські умови території, проведіть аналіз сучасного стану землекористування.
2. Визначте основні обмеження для землекористування на досліджуваній території (екологічні, економічні, соціальні).
3. Сформулюйте цільову функцію та критерії оптимізації землекористування (максимізація економічного ефекту, мінімізація екологічних ризиків, збалансований розвиток тощо).
4. Розробіть модель оптимізації землекористування з урахуванням визначених обмежень та критеріїв.
5. Використовуючи відповідне програмне забезпечення (електронні таблиці, спеціалізовані програми), розв'яжіть задачу оптимізації.
6. Представте результати оптимізації у вигляді таблиці порівняння існуючого та оптимального використання земель:

Вид використання земель	Існуюча площа, га	Оптимальна площа, га	Зміна, га	Зміна, %
Рілля				
Багаторічні насадження				
Сіножаті і пасовища				
Ліси				
Забудовані землі				
Водні об'єкти				
Інші землі				
Разом				

7. Оцініть економічну ефективність запропонованої оптимізації землекористування:

Показник	Існуючий стан	Оптимальний варіант	Зміна
Вартість валової продукції, тис. грн			
Виробничі витрати, тис. грн			
Чистий прибуток, тис. грн			
Рентабельність, %			
Екологічна стійкість ландшафту (коефіцієнт)			

8. Розробіть план поетапного переходу від існуючого до оптимального землекористування.
9. Створіть картосхему оптимізованого землекористування (шукати: землевпорядна карта, карта функціонального зонування території, карта екологічної мережі).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 18

Контрольні запитання:

1. Які основні критерії використовуються при оптимізації землекористування?
2. Які методи математичного програмування найчастіше застосовуються в задачах оптимізації землекористування?
3. Як екологічні обмеження враховуються в моделях оптимізації землекористування?
4. Які показники використовуються для оцінки економічної ефективності оптимізації землекористування?
5. Як враховується просторова неоднорідність території при моделюванні?
6. Які критерії екологічної стійкості ландшафту використовуються при моделюванні?
7. Як моделюється вплив сівозмін на продуктивність агроландшафтів?
8. Які обмеження виникають при моделюванні землекористування в умовах ринкових відносин?
9. Як враховуються соціальні аспекти при оптимізації землекористування?
10. Яку роль відіграють консервація та рекультивация земель при оптимізації землекористування?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 19

Список рекомендованої літератури:

1. Маслов В. О., Дудченко О. М., Цветкова Н. М. Методи математичного моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: підручник. Київ: Центр навчальної літератури, 2022. 320 с.
2. Моделювання та прогнозування стану довкілля: підручник / І.Г. Якимець, Н.М. Протас, Т.Ю. Осипова, Д.Ю. Касаткін. Київ: НУБіП України, 2018. 366 с.
3. Побережний Р. О., Сушко С. В. Сучасні підходи до моделювання екологічних процесів. Екологічний вісник. 2021. № 2. С. 45-52.
4. Сальнікова А. В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Конспект лекцій. Київ: ДУІТ, 2022. 100 с.
5. Сальнікова А. В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Методичні рекомендації до виконання практичних занять для студентів спеціальності 101 Екологія усіх форм навчання. Київ: ДУІТ, 2022. 29 с.
6. Третяк О. П., Вовк М. І. Інформаційні технології в екологічному моделюванні. Харків: Видавництво "Факт", 2023. 185 с.
7. Шевченко Р. Ю. Геоінформаційне моделювання екологічних процесів: практикум. Київ: НАУ, 2020. 116 с.
8. Banerjee D., Chatterjee S., Nath S. Aquatic Physicochemical Parameters and Their Possible Impact on Freshwater Bodies. Food and Scientific Reports. 2022. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100607
9. Bonas M., Datta A., Wikle C., Boone E. L., Alamri F. S., Hari B. V., Kavila I., Simmons S., Jarvis S. M., Burr W. S., Pagendam D., Chang W., Castruccio S. Assessing predictability of environmental time series with statistical and machine learning models. Environmetrics. 2024. DOI: 10.1002/env.2864
10. Chen Y., Wang Z., You K., Zhu C., Wang K.-H., Gan M., Zhang J. Trends, Drivers, and Land Use Strategies for Facility Agricultural Land during the Agricultural Modernization Process: Evidence from Huzhou City, China. Agriculture. 2024. DOI: 10.3390/agriculture14020284
11. Chen Y., Cheng Q., Cheng Y., Yang H.-F., Yu H. Applications of Recurrent Neural Networks in Environmental Factor Forecasting: A Review. Neural Computation. 2018. Vol. 30, No. 8. P. 2038–2090. DOI: 10.1162/neco_a_01134
12. Geng B., Fu M., Shan J., Sun Y., Wu Z. Evaluation of urban residential land use efficiency with a neural network from the perspective of service facility capacity. Journal of Land Use Science. 2021. Vol. 16, No. 5-6. P. 594-607. DOI: 10.1080/1747423X.2021.1986159
13. He Y. Development of a trend forecasting model for environmental pollution monitoring. Management of Development of Complex Systems. 2024. Vol. 57. P. 62-66. DOI: 10.32347/2412-9933.2024.57.62-66

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/XXX.XXX/Б/ВКХ- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 33 / 20

14. Jacobs C., Klok L., Bruse M., Cortesão J., Lenzholzer S., Kluck J. Are urban water bodies really cooling? *Urban Climate*. 2020. Vol. 32. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100607
15. Masih A. Machine learning algorithms in air quality modeling. *Environmental Modelling & Software*. 2019. Vol. 117. P. 84-99. DOI: 10.1016/j.envsoft.2019.03.014
16. Mitulinskaya Y. A. Challenging Issues of the Establishment of a Public Servitude on Land Plots for Placement of Linear Facilities. *Energy Law Forum*. 2023. DOI: 10.61525/s231243500029316-5
17. Salmanova R., Ismailova R. Optimization of the Business Process for the Provision of Land for the Construction Facilities. *The Bulletin*. 2020. DOI: 10.32014/2020.2518-1467.156
18. Shaddox T., Unruh J. B., Johnson M., Brown C. D., Stacey G. Land-use and Energy Practices on US Golf Courses. *HortTechnology*. 2023. Vol. 33, No. 5. P. 545-552. DOI: 10.21273/horttech05207-23
19. Sviridova D. A. Problems of Legal Regulation of Operation of Hazardous Production Facilities in the Absence of Registered Rights to Land Plots. *Energy Law Forum*. 2024. DOI: 10.61525/s231243500031374-9
20. Zhang J., Zhang N., Du S., Liu S., Ma G. Acute Water Supplementation Improved the Body Composition of Young Female Adults After Water Restriction of 12 h in Baoding, China: A Randomized Controlled Trial (RCT). *Frontiers in Nutrition*. 2022. DOI: 10.3389/fnut.2022.834852
21. Zavialov Y., Matsak O. Private ownership of water bodies: does it exist? *Economics. Finances. Law*. 2023. DOI: 10.37634/efp.2023.11.3