

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 1</i> |

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи стійкості геосистем»

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

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

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

Житомир
2024

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 2</i> |

Методичні рекомендації призначені для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «**Основи стійкості геосистем**» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю» освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами». Житомир, Житомирська політехніка, 2024. 51 с.

Рецензенти:

к.т.н., доц., завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва імені проф.

Бакка М.Т. БАШИНСЬКИЙ Сергій

к.п.н. доц., завідувач кафедри наук про Землю ГЕРАСИМЧУК Олена

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 3 |

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів системного розуміння принципів функціонування та стійкості геосистем різного рівня організації, засвоєння методів оцінки їх стану та прогнозування змін під впливом природних і антропогенних факторів.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- Засвоєння теоретичних основ вчення про геосистеми, їх структуру, динаміку та механізми саморегуляції.
- Вивчення факторів стійкості геосистем та критеріїв оцінки їх стабільного функціонування в умовах зовнішніх впливів.
- Опанування методами аналізу стану геосистем, оцінки їх природного та антропогенно модифікованого функціонування.
- Формування навичок прогнозування змін геосистем та розробки рекомендацій щодо підтримання їх стійкого стану.
- Ознайомлення з сучасними підходами та методами оцінки екологічної стійкості геосистем.

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

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;
- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;
- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;
- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;
- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи стійкості геосистем та методи їх дослідження

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 4 |

Тема 1. Вступ до теорії геосистем: поняття, структура та функціонування. (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР08, ПР10, ПР11, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення теорії геосистем для управління природними ресурсами. Поняття геосистеми як цілісної природно-територіальної системи. Основні терміни. Структура геосистем - вертикальна (компонентна) та горизонтальна (територіальна). Основні компоненти геосистем та їх взаємозв'язки. Ієрархічні рівні організації геосистем. Функціонування геосистем як система взаємопов'язаних процесів обміну речовиною та енергією. Біогеохімічні цикли та їх роль у стабільності геосистем. Класифікація геосистем за походженням, розмірами та домінуючими процесами. Методи дослідження геосистем: польові, дистанційні, лабораторні, математичне моделювання. Застосування ГІС-технологій. Значення теорії геосистем для управління земельними та водними ресурсами, планування природокористування та охорони природи.

Тема 2. Фактори стійкості геосистем: природні та антропогенні впливи (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення факторів стійкості геосистем в умовах посилення антропогенного навантаження. Поняття стійкості геосистем та їх здатності до самовідновлення. Основні терміни. Природні фактори стійкості: літологічна основа, гідрологічний режим, біотична складова, ґрунтовий покрив. Антропогенні впливи на геосистеми: зміна землекористування, забруднення, фрагментація природних комплексів, порушення гідрологічного режиму. Механізми підтримки стійкості: саморегуляція, адаптація, сукцесійні процеси. Методи оцінки стійкості геосистем до різних типів впливу. Управління стійкістю геосистем при плануванні землекористування та водогосподарської діяльності. Практичне значення врахування факторів стійкості при розробці схем природокористування та природоохоронних заходів.

Тема 3. Методи оцінки стійкості геосистем: кількісні та якісні підходи (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення методів оцінки стійкості геосистем для управління природними ресурсами. Основні терміни: методи оцінки, індикатори стійкості, порогові значення, моніторинг. Якісні методи оцінки стійкості геосистем: експертна оцінка, порівняльний аналіз, описові характеристики, індикаторний підхід. Прості кількісні методи: розрахунок коефіцієнтів стійкості, індексів стабільності, статистичні показники.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 5 |

Практичне застосування методів оцінки при дослідженні конкретних територій та розробці проєктів землеустрою. Управлінські аспекти використання результатів оцінки стійкості геосистем при прийнятті рішень щодо землекористування та водного господарства.

Тема 4. Стійкість ґрунтових систем: фактори впливу та методи підвищення резильєнтності. (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР08, ПР10, ПР11, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення стійкості ґрунтових систем для збалансованого землекористування. Основні терміни. Характеристики стійких ґрунтових систем: структура, органічна речовина, біологічна активність, водно-фізичні властивості. Природні та антропогенні фактори впливу на стійкість ґрунтів: кліматичні зміни, ерозія, забруднення, агротехнічні заходи. Методи оцінки та моніторингу стійкості ґрунтових систем. Агротехнічні, хімічні та біологічні методи підвищення резильєнтності ґрунтів. Інноваційні підходи до відновлення деградованих ґрунтів. Економічні механізми стимулювання збалансованого землекористування. Практичне значення управління стійкістю ґрунтових систем для збереження земельних ресурсів.

Тема 5. Гідрологічні системи та їх стійкість: від малих водотоків до річкових басейнів. (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР08, ПР10, ПР11, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення стійкості гідрологічних систем для ефективного управління водними ресурсами. Основні терміни. Структурні компоненти гідрологічних систем та їх взаємозв'язки. Ієрархічна організація гідрологічних систем від малих водотоків до річкових басейнів. Природні та антропогенні фактори впливу на стійкість водних об'єктів. Методи оцінки стійкості гідрологічних систем різного рангу. Басейновий принцип управління водними ресурсами. Вплив кліматичних змін на гідрологічний режим. Системи моніторингу та методи моделювання гідрологічних процесів. Практичне застосування показників стійкості при розробці водоохоронних заходів та управлінні водними ресурсами.

Змістовий модуль 2. Прикладні аспекти управління стійкістю природних та антропогенно модифікованих геосистем.

Тема 6. Ландшафтна стійкість: принципи та механізми самовідновлення природних комплексів. (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР08, ПР10, ПР11, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення ландшафтної стійкості для

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 6 |

збалансованого природокористування. Основні терміни. Теоретичні основи та принципи ландшафтної стійкості: різноманіття, зв'язність, буферність, інерційність. Природні механізми самовідновлення ландшафтних комплексів: сукцесії, адаптації, саморегуляція. Методи оцінки стійкості ландшафтів до різних видів антропогенного впливу. Управління ландшафтною стійкістю в умовах глобальних змін. Системи моніторингу та оцінки ефективності природоохоронних заходів. Практичне значення врахування ландшафтної стійкості при плануванні землекористування та управлінні водними ресурсами.

Тема 7. Антропогенно модифіковані геосистеми: особливості функціонування та управління стійкістю (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення антропогенно модифікованих геосистем для сталого природокористування. Основні терміни. Класифікація антропогенно модифікованих геосистем за типом і ступенем трансформації. Особливості функціонування та механізми підтримки стійкості змінених геосистем. Екологічні проблеми та ризики деградації антропогенно модифікованих геосистем. Методи оцінки стану та моніторингу змінених геосистем. Принципи та методи управління стійкістю антропогенно модифікованих геосистем. Адаптація до кліматичних змін. Інноваційні підходи до відновлення порушених геосистем. Нормативно-правове регулювання та економічні механізми управління антропогенно модифікованими геосистемами.

Тема 8. Біорізноманіття як фактор стійкості геосистем: екологічні зв'язки та функціональна роль видів (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР08, ПР10, ПР11, ПР12)

Мета, завдання та актуальність вивчення ролі біорізноманіття у підтримці стійкості геосистем. Основні терміни: біорізноманіття, екологічні зв'язки, функціональні групи, екосистемні послуги, індикаторні види. Типи екологічних зв'язків у геосистемах: трофічні, топічні, форичні, фабричні. Функціональна роль різних видів у підтримці стабільності геосистем. Механізми впливу біорізноманіття на стійкість природних комплексів. Оцінка та моніторинг біорізноманіття як індикатора стійкості геосистем. Практичне значення збереження біорізноманіття для управління земельними та водними ресурсами.

Тема 9. Вплив кліматичних змін на стійкість геосистем: прогнозування та адаптація (ІК, К04, К13, К17, К22, ПР01, ПР06, ПР12)

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 7</i> |

Мета, завдання та актуальність вивчення впливу кліматичних змін на стійкість геосистем. Основні терміни. Механізми впливу кліматичних змін на різні компоненти геосистем: гідрологічний режим, ґрунтовий покрив, біотичні компоненти. Методи прогнозування змін геосистем в умовах кліматичних трансформацій. Розробка та впровадження адаптаційних заходів для підтримки стійкості геосистем. Практичне застосування адаптаційних стратегій в управлінні земельними та водними ресурсами.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 8 |

Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|---|--|-----------------|--------------|
| | | денна форма | заочна форма |
| Модуль 1 | | | |
| Змістовий модуль 1. Теоретичні основи стійкості геосистем та методи їх дослідження | | | |
| 1 | Тема: Вступ до теорії геосистем. - Скласти хронологічну таблицю розвитку теорії геосистем - Підготувати порівняльний аналіз різних наукових шкіл у дослідженні геосистем - Розробити структурну схему взаємозв'язків між компонентами геосистем | 6 | 12 |
| 2 | Тема: Фактори стійкості геосистем - Створити класифікацію природних факторів стійкості геосистем - Підготувати огляд основних видів антропогенного впливу на геосистеми - Розробити матрицю взаємодії природних та антропогенних факторів | 6 | 12 |
| 3 | Тема: Методи оцінки стійкості геосистем - Скласти порівняльну таблицю кількісних методів оцінки стійкості - Проаналізувати переваги та недоліки якісних методів оцінки - Підготувати приклади практичного застосування різних методів оцінки | 6 | 12 |
| 4 | Тема: Стійкість ґрунтових систем. - Скласти карту деградаційних процесів ґрунтів певної території - Розробити рекомендації щодо підвищення резильєнтності ґрунтів - Підготувати огляд інноваційних методів відновлення ґрунтів | 6 | 10 |
| 5 | Тема: Гідрологічні системи - Проаналізувати фактори стійкості річкового басейну (на конкретному прикладі) - Скласти схему взаємозв'язків у гідрологічній системі - Підготувати огляд методів оцінки стійкості водних об'єктів | 6 | 10 |
| Змістовий модуль 2. Прикладні аспекти управління стійкістю природних та антропогенно модифікованих геосистем | | | |
| 6 | Тема: Ландшафтна стійкість. - Розробити модель самовідновлення ландшафту після порушень - Скласти карту стійкості ландшафтів певної території - Підготувати огляд успішних практик відновлення ландшафтів | 6 | 13 |
| 7 | Тема: Антропогенно модифіковані геосистеми. - Провести типологію антропогенно модифікованих геосистем регіону - Розробити критерії оцінки стійкості модифікованих геосистем | 6 | 13 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 9 |

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|--------------|--|-----------------|--------------|
| | | денна форма | заочна форма |
| | - Підготувати приклади успішної реабілітації порушених геосистем | | |
| 8 | Тема: Біорізноманіття як фактор стійкості - Скласти перелік індикаторних видів для оцінки стану геосистем - Проаналізувати роль ключових видів у підтримці стійкості - Підготувати огляд методів збереження біорізноманіття | 6 | 13 |
| 9 | Тема: Вплив кліматичних змін. - Проаналізувати вразливість різних типів геосистем до кліматичних змін - Розробити адаптаційні заходи для конкретної території - Підготувати прогноз змін геосистем регіону в умовах кліматичних трансформацій | 8 | 13 |
| РАЗОМ | | 56 | 106 |

Індивідуальні самостійні завдання

Перелік тем:

- Оцінка стійкості малого річкового басейну (на прикладі конкретної території) та розробка рекомендацій щодо її підвищення.
- Дослідження факторів стійкості ґрунтових систем агроландшафтів та розробка заходів щодо запобігання їх деградації.
- Аналіз механізмів самовідновлення лісових геосистем після пожеж та розробка рекомендацій щодо їх реабілітації.
- Оцінка стійкості водно-болотних угідь до антропогенного впливу та розробка природоохоронних заходів.
- Дослідження стійкості урбогеосистем до техногенного навантаження на прикладі конкретного міста.
- Аналіз впливу рекреаційної діяльності на стійкість прибережних геосистем та розробка заходів щодо їх збереження.
- Оцінка ролі екологічних коридорів у підтримці стійкості регіональних геосистем.
- Дослідження стійкості степових екосистем до кліматичних змін та розробка адаптаційних заходів.
- Аналіз впливу меліоративних систем на стійкість природних геосистем та шляхи оптимізації.
- Оцінка стійкості геосистем гірських територій до природних загроз та розробка превентивних заходів.
- Дослідження факторів стійкості заплавної екосистем та розробка рекомендацій щодо їх збереження.

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 10</i> |

12. Аналіз впливу фрагментації ландшафтів на стійкість природних геосистем та шляхи мінімізації негативних наслідків.

13. Оцінка стійкості природоохоронних територій до антропогенного впливу та розробка менеджмент-планів.

14. Дослідження ролі біорізноманіття у підтримці стійкості агроландшафтів та розробка заходів щодо його збереження.

15. Аналіз стійкості карстових геосистем та розробка рекомендацій щодо їх раціонального використання.

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

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 11 |

Практична робота №1

Тема: Аналіз структури та функціональних зв'язків у геосистемах різного рівня

Мета: узагальнити та систематизувати знання про структуру, функціонування геосистем та взаємозв'язок між елементами геосистем через кругообіг речовин.

Теоретична частина:

1. Дайте розгорнуте визначення поняття "геосистема" та порівняйте його з поняттями "екосистема" та "ландшафт".
2. Охарактеризуйте вертикальну та горизонтальну структуру геосистеми на прикладі конкретного ландшафту (за вашим вибором: лісовий, степовий, гірський, тощо).
3. Поясніть взаємозв'язок між стійкістю геосистеми та кругообігом речовин, що відбувається в ній.
4. Проаналізуйте, як антропогенне втручання впливає на кругообіг речовин у геосистемах різного типу.

Практична частина:

Частина 1

1. Оберіть конкретну геосистему (наприклад, лісова, степова, водна) та створіть схему, яка відображає:
 - Структуру обраної геосистеми
 - Основні потоки речовин у цій геосистемі
 - Точки взаємодії різних циклів (води, вуглецю, азоту, фосфору)
 - Потенційні вразливі місця, де можливе порушення циклів
2. На основі створеної схеми визначте та обґрунтуйте:
 - Критерії стійкості обраної геосистеми
 - Фактори, що можуть порушити її функціонування
 - Можливі наслідки порушення кругообігу речовин для даної геосистеми

Частина 2

1. Запропонуйте класифікацію обраної вами геосистеми за різними критеріями (не менше 5 критеріїв).
2. Розробіть рекомендації щодо раціонального управління обраною геосистемою з урахуванням особливостей кругообігу речовин, що в ній відбуваються.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 12 |

3. Запропонуйте методи моніторингу стану обраної геосистеми, акцентуючи увагу на показниках, які свідчать про порушення циклів речовин.

Частина 3.

Складіть порівняльну таблицю кругообігів води, вуглецю, азоту та фосфору за такими параметрами:

- Основні резервуари накопичення речовини
- Ключові процеси обміну між компонентами геосистеми
- Швидкість обігу
- Вплив людської діяльності на цикл
- Наслідки порушення циклу для геосистеми
- Можливі методи регулювання та відновлення

Практична робота №2-3

Тема: Природні фактори стійкості геосистем. Антропогенні впливи на стійкість геосистем

Мета заняття: ознайомитися з основними факторами, що впливають на стійкість геосистем, проаналізувати природні та антропогенні чинники їхнього розвитку, навчитися оцінювати рівень впливу людини на екосистеми.

Теоретична частина

- Охарактеризуйте природні фактори, що впливають на стійкість геосистем (наприклад, кліматичні умови, геологічні процеси, біотичні фактори).
- Перерахуйте основні антропогенні фактори (зміна ландшафтів, забруднення, урбанізація, сільське господарство тощо).

Аналіз конкретної території

- Оберіть конкретну природну зону або геосистему (наприклад, ліс, степ, болото, міська екосистема).
- Визначте, які природні фактори впливають на її стійкість.
- Визначте антропогенний вплив на цю територію (забруднення, вирубка лісів, розорювання земель тощо).
- Оцініть можливі наслідки та запропонуйте заходи щодо збереження або відновлення стійкості цієї геосистеми.

Практична частина

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 13 |

- Виберіть локальний природний об'єкт (річка, парк, лісова зона поблизу вашого населеного пункту).
- Зафіксуйте основні фактори, що впливають на його стан.
- Опишіть позитивні та негативні аспекти впливу людини.
- Розробіть рекомендації щодо підвищення стійкості цього природного об'єкта.
- Узагальніть отримані результати.
- Опишіть які заходи є найбільш ефективними для збереження стійкості геосистем у вашому регіоні.

Практичне заняття №4-5

Тема: Методи кількісної оцінки стійкості геосистем. Якісні підходи до оцінки стійкості природних комплексів

Мета роботи: ознайомлення з методами оцінки стійкості геосистем, засвоєння кількісних та якісних підходів, аналіз факторів, що впливають на стійкість ландшафтів.

Теоретична частина

Ознайомитися з основними підходами до оцінки стійкості геосистем (якісні та кількісні методи).

Практична частина

Оцінка стійкості території методом якісного аналізу:

- Вибрати досліджувану ділянку (наприклад, місцевий парк, річкову долину, сільськогосподарські угіддя).
- Проаналізувати основні компоненти (грунти, рослинність, гідрологічні умови, антропогенний вплив).
- Визначити рівень природної рівноваги.
- Розрахунок індексу стійкості ландшафту:
- Використовуючи методи кількісного аналізу коефіцієнт екологічної стійкості за формулою:

$$K_{ec} = \frac{S_{\text{екологічно стійких угідь}}}{S_{\text{всього}}}$$

де:

- $S_{\text{екологічно стійких угідь}}$ – площа лісів, природних луків, водойм (га або км²);
- $S_{\text{всього}}$ – загальна площа території (га або км²).

Класифікація екологічної стійкості за K_{ec} :

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 14 |

| | |
|-------------------------|--|
| Коефіцієнт K_{ec} | Рівень екологічної стійкості |
| $K_{ec} \geq 0,6$ | Висока стійкість – територія екологічно збалансована |
| $0,4 \leq K_{ec} < 0,6$ | Середня стійкість – необхідний контроль і природоохоронні заходи |
| $0,2 \leq K_{ec} < 0,4$ | Низька стійкість – значний антропогенний вплив, необхідні заходи відновлення |
| $K_{ec} < 0,2$ | Дуже низька стійкість – критичний стан, загроза деградації ландшафту |

Коефіцієнт екологічної стійкості (K_{ec}) дозволяє оцінити баланс між екологічно стійкими та нестійкими угіддями в межах певної території.

До екологічно стійких угідь належать:

- **Лісові масиви** – хвойні, листяні та мішані ліси.
- **Природні луки** – нерозорані трав'янисті угіддя.
- **Водойми** – річки, озера, болота, водосховища.
- **Природоохоронні території** – заповідники, заказники, національні парки.

Приклад розрахунку для території площею 1000 га:

- Ліси – 300 га
- Луки – 150 га
- Водойми – 50 га
- Природоохоронні території – 100 га
- **Разом $S_{\text{екологічно стійких угідь}} = 300 + 150 + 50 + 100 = 600$ га**
- **Загальна площа території $S_{\text{всього}} = 1000$ га**

Порівняння з нормативними значеннями:

Згідно з екологічними нормами для різних типів ландшафтів:

| Тип території | Оптимальне значення K_{ec} |
|-----------------------------|------------------------------|
| Лісові регіони | $K_{ec} \geq 0,7$ |
| Сільськогосподарські райони | $K_{ec} \geq 0,5$ |
| Урбанізовані території | $K_{ec} \geq 0,3$ |

Якщо розраховане значення нижче норми, необхідно розглянути заходи з підвищення екологічної стійкості, такі як:

- збільшення площі насаджень
- збереження природних луків і водно-болотних угідь
- обмеження інтенсивного сільськогосподарського використання

Аналіз та висновки

- Проаналізувати отримані результати та визначити рівень стійкості досліджуваної геосистеми.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 15 |

- Запропонувати заходи щодо підвищення стійкості геосистеми (наприклад, рекультивация, обмеження антропогенного впливу, збереження біорізноманіття).

Практична робота №6-7

Тема: Методи польових досліджень ґрунтових систем. Резильєнтність ґрунтових систем

Мета заняття: ознайомитися з основними факторами, що впливають на стійкість ґрунтів, навчитися визначати ерозійну небезпеку та якість ґрунту, виконати оцінку стійкості ґрунтової системи на прикладі конкретної ділянки.

Теоретична частина

Резильєнтність ґрунтових систем – це здатність до відновлення своїх функцій та структури після впливу стресових факторів, таких як ерозія, забруднення, зміни клімату чи інтенсивне землеробство.

Стійкість ґрунтових систем – це здатність ґрунту зберігати свою структуру, родючість і функції під впливом природних і антропогенних факторів.

Основні чинники стійкості ґрунтів:

- Фізичні – гранулометричний склад, пористість, водопроникність.
- Хімічні – кислотність (рН), вміст гумусу, мінеральний склад.
- Біологічні – активність мікроорганізмів, наявність ґрунтової фауни.
- Антропогенні – вплив сільського господарства, будівництва, забруднення.

Основні загрози для стійкості ґрунтів:

- Ерозія (водна, вітрова)
- Дегуміфікація (зниження вмісту гумусу)
- Засолення, заболочення
- Ущільнення та деградація структури ґрунту

Визначення фізичних властивостей ґрунту

Механічний склад (гранулометрія)

Визначити на дотик (метод "вологої грудки"):

- Піщані ґрунти – легко розсипаються, не утримують форму.
- Супіщані – формують слабку грудку, розсипаються при дотику.
- Суглинкові – пластичні, зберігають форму.
- Глинисті – утворюють міцну грудку, не розсипаються.

Вологість ґрунту

Віджати грудку ґрунту в руці:

- Якщо розсипається – сухий.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 16 |

- Якщо зберігає форму, але не липне – оптимальна вологість.
- Якщо липне до рук – перезволожений.

Оцінка ерозійної стійкості ґрунту

1. Польовий тест на ерозійну безпеку

Кут нахилу місцевості:

- Менше 2° – низький ризик ерозії.
- 2–5° – помірний ризик.
- Більше 5° – висока ерозійна небезпека.

2. Структурність ґрунту

Взяти грудку, легенько натиснути:

- Добре структурований ґрунт – розпадається на дрібні грудочки (стійкий до ерозії).
- Пилуватий або масивний ґрунт – легко руйнується (схильний до ерозії).

Практична частина

Задача 1. Розрахунок коефіцієнта ерозійної небезпеки

Відомо, що на схилі з кутом нахилу 7° розташоване сільськогосподарське поле площею 10 га. Гранулометричний склад ґрунту – суглинок.

Таблиця 1

| Кут нахилу | Ризик ерозії на піщаних ґрунтах | Ризик ерозії на суглинках | Ризик ерозії на глинах |
|------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 0-2° | Дуже низький | Низький | Мінімальний |
| 2-5° | Низький | Помірний | Низький |
| 5-10° | Помірний | Високий | Помірний |
| 10-15° | Високий | Дуже високий | Високий |
| >15° | Дуже високий | Дуже високий | Дуже високий |

1. Використовуючи таблицю 1, визначте ступінь ерозійної небезпеки для цієї території.
2. Напишіть висновок та у разі потреби запропонуйте заходи для зниження ризику ерозії.

Задача 2. Розрахунок рівня органічної речовини (гумусу) в ґрунті

Є дані про вміст гумусу в ґрунтах різних ділянок:

| Ділянка | Вміст гумусу (%) |
|---------------------------|------------------|
| Ділянка 1 (рілля) | 1.8% |
| Ділянка 2 (луки) | 4.2% |
| Ділянка 3 (лісовий ґрунт) | 5.5% |

1. Визначте, яка ділянка має найбільш стійкий ґрунт.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 17 |

2. Який мінімальний рівень гумусу вважається нормальним для родючих чорноземів?

Задача 3. Оцінка водопроникності ґрунту

Два види ґрунтів мають такі характеристики:

- Ґрунт А – легкий суглинок, висока пористість.
- Ґрунт Б – глинистий, сильно ущільнений.

1. Який з цих ґрунтів має кращу водопроникність?
2. Які методи можна застосувати для покращення водопроникності у глинистих ґрунтах?

Задача 4. Розрахунок коефіцієнта стійкості ґрунту

Для двох територій відомі такі дані:

| Тип угідь | Площа (га) | Категорія (стійкі / нестійкі угіддя) |
|-----------------|------------|--------------------------------------|
| Ліси | 250 | Стойкі |
| Природні луки | 150 | Стойкі |
| Орні землі | 300 | Нестойкі |
| Населені пункти | 100 | Нестойкі |
| Водойми | 200 | Стойкі |
| Разом | 1000 | — |

1. Обчисліть коефіцієнт екологічної стійкості ($K_{ес}$)
2. Визначте рівень стійкості території за критеріями:

$K_{ес} \geq 0.6$ – висока стійкість

$0.4 \leq K_{ес} < 0.6$ – середня стійкість

$0.2 \leq K_{ес} < 0.4$ – низька стійкість

$K_{ес} < 0.2$ – критичний стан

Самостійна робота

Відбір зразків ґрунту та визначення фізичних властивостей ґрунту (механічний склад та вологість ґрунту): Написати висновок.

Локація: вибрати ділянку (сільськогосподарське поле, узлісся, берег річки, урбанізована зона), позначити на карті.

Глибина відбору: 10-20 см (верхній гумусовий горизонт).

Кількість зразків: 3-5 проб з різних точок для порівняння.

Практична робота №8-9

Тема: Стійкість малих водотоків. Стійкість річкових басейнів

Мета заняття: ознайомитися з основними характеристиками гідрологічних

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 18 |

систем та факторами, які впливають на їх стійкість, виконати аналіз змін у водних екосистемах та оцінити рівень стійкості річкової системи або водою, запропонувати заходи з підтримання гідрологічної рівноваги.

Теоретична частина

Гідрологічна система – це комплекс водних об'єктів (річки, озера, болота, водосховища, підземні води), які взаємодіють між собою та з іншими компонентами довкілля.

Основні характеристики стійкості гідрологічних систем:

Гідрологічний режим – сезонні та довгострокові зміни рівня води.

Якість води – фізико-хімічні параметри, вміст вмісту.

Баланс надходження та витрати води – опади, випаровування, антропогенний вплив.

Екосистемні зв'язки – біорізноманіття, наявність водних та прибережних біотопів.

Антропогенний вплив – забруднення, зарегулювання русла, забудова заплаву.

Фактори порушення стійкості водних систем:

Надмірне водоспоживання (зрошення, промисловість).

Забруднення (органічні речовини, важкі метали, добрива).

Регулювання річок (греблі, дамби, канали).

Осушення боліт, зміна водного режиму.

Кліматичні зміни (посухи, повені).

Практична частина

Оцінка гідростійкості системи

Вибір об'єкта дослідження

Обрати річку, озеро або воду, про яку є доступні дані (наприклад, статистичні звіти, карти, супутникові знімки, місцеві спостереження).

Аналіз стану водного балансу

Використовувати спрощений розрахунок балансу водою:

$$B = P + G - E - Q$$

де:

- B – зміна водного запасу (м³);
- P – опади (м³);
- G – притік підземних вод (м³);
- E – випаровування (м³);

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 19 |

- Q – стік води (m^3).

Завдання: Якщо значення $B > 0$, рівень води у воді зростає (водна система стабільна). Якщо $B < 0$, вода втрачає воду, що може свідчити про деградацію екосистеми.

Оцінка якості води

Використовувати таблицю зведених параметрів якості води, порівнювати з екологічними нормами:

| Параметр | Норма для чистих вод | Рівень ризику |
|---|----------------------|------------------------------------|
| Кислотність (рН) | 6,5–8,5 | <6 або >9 (кислотність / лужність) |
| Вміст кисню (мг/л) | >6 мг/л | <4 мг/л (дефіцит кисню) |
| Нітрати (NO_3 , мг/л) | <50 мг/л | >50 мг/л (забруднення добривами) |
| Фосфати (PO_4 , мг/л) | <0,1 мг/л | >0,3 мг/л (евтрофікація) |
| Біохімічне споживання кисню (BCK_5) | <3 мг/л | >6 мг/л (органічне забруднення) |

Завдання: Оцінити ймовірний рівень забруднення води та виявлені джерела забруднення (сільське господарство, промисловість, побутові товари).

Аналіз екосистемної стійкості водою

Використати таблицю оцінки біорізноманіття:

| Кількість видів водної флори і фауни | Стійкість екосистеми |
|--------------------------------------|---|
| >50 видів | Висока (природний стан) |
| 20–50 видів | Середня (помірне антропогенне навантаження) |
| <20 видів | Низька (деградація біоценозу) |

Завдання: якщо кількість видів <20, вода деградує, можливе зростання цвітіння води, нестача кисню.

Висновки та рекомендації

На основі отриманих результатів оцінити рівень стійкості водою:

- **Висока стійкість** – водний баланс стабільний, якість відповідає воді нормам, екосистема багата на види.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 20 |

- **Середня стійкість** – є деякі порушення (забруднення, евтрофікація, нестача біорізноманіття).
- **Низька стійкість** – вода деградує, забруднена, має дефіцит кисню.

Рекомендовані заходи підвищення стійкості:
Контроль стоків добрив і промислових відходів.
Відновлення природних прибережних зон.
Зниження водоспоживання та зменшення регулювання річок.
Запобігання теплому осушенню чи зарегулюванню водою.

Задачі для самостійного розрахунку

Задача 1: Розрахунок зміни водного балансу
Відомо, що в озері за рік надійшло **800 млн м³** води з опадів і річок, а випаровування та відтік становили **950 млн м³**.

1. Визначте зміну водного балансу.
2. Чи є загроза пересихання водою?

Задача 2: Оцінка евтрофікації водою
Якщо у воді міститься фосфатів **0,4 мг/л** та БСК₅ **7 мг/л**, визначте:

1. Чи є ризик "цвітіння" води?
2. Які заходи можуть допомогти зменшити цей процес?

Задача 3: Аналіз забруднення води
Вміст нітратів у річці **70 мг/л**.

1. Чи досяг він екологічної норми?
2. Яке можливе джерело заб

Практична робота №10-11

Тема: Механізми самовідновлення ландшафтів. Принципи ландшафтної стійкості

Мета заняття: ознайомитися з основними характеристиками ландшафтної стійкості, виконати аналіз факторів, що впливають на стабільність ландшафтних систем, оцінити рівень стійкості ландшафту на основі розрахунків та індикаторів, запропонувати заходи щодо підвищення стійкості ландшафтів.

Теоретична частина

Ландшафтна стійкість – це здатність природного комплексу зберігати свою структуру та функції під впливом природних і антропогенних факторів.

Фактори, що впливають на стійкість ландшафту:

Природні:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 21 |

- Геологічна будова (твердість порід, сейсмічність).
- Гранулометричний склад ґрунтів (піщані – менш стійкі, суглинкові – більш стійкі).
- Гідрологічні особливості (наявність річок, боліт, ґрунтових вод).
- Кліматичні умови (кількість опадів, вітер, температурні коливання).
- Рослинний покрив (ліси – стабілізують, степи – менш стійкі).

Антропогенні:

- Вирубка лісів та зміна рослинності.
- Сільське господарство (орани землі менш стійкі, ніж природні угіддя).
- Урбанізація, промислове навантаження.
- Видобуток корисних копалин, кар'єрні роботи.

Основні загрози для стійкості ландшафтів:

Ерозія (водна, вітрова). Засолення або заболочення землі. Деградація підстав, виснаження гумусу. Забруднення промисловими відходами.

Практична частина

Оцінка стійкості ландшафту

Вибір об'єкта дослідження

Оберіть територію для аналізу (міський парк, сільськогосподарське поле, узлісся, берег річки).

Визначення природної стійкості ландшафту

Використовуйте таблицю оцінки ландшафтної стійкості:

| Фактор | Висока стійкість (3 бали) | Середня стійкість (2 бали) | Низька стійкість (1 бал) |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Геологічна основа | Гірські породи, граніти | Вапняки, пісковики | Піски, глина |
| Ґрунти | Чорноземи, суглинки | Дерново-підзолісті | Піщані, засолені |
| Клімат | Помірні опади, стабільна температура | Часті посухи або повені | Екстремальні кліматичні умови |
| Рослинність | Лісові екосистеми, природні степи | Пасовища, луки | Оранка, урбанізація |
| Антропогенний вплив | Мінімальний, заповідник | Часткове використання, с/г угіддя | Високий (місто, промисловість) |

Завдання:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 22 |

- Визначте для кожного фактора кількість балів.
- Підсумуйте бали
- Порівняйте з рівнем стійкості:

| Сума балів | Рівень стійкості ландшафту |
|------------|---|
| 12–15 | Висока стійкість |
| 8–11 | Середня стійкість |
| 5–7 | Низька стійкість (використовується втручання) |

Оцінка ерозійної небезпеки

Використовуйте критерії оцінки ризику ерозії:

| Кут нахилу місцевості | Ризик ерозії |
|-----------------------|--------------|
| 0–2° | Мінімальний |
| 3–5° | Помірний |
| >5° | Високий |

Завдання:

1. Оцініть нахил території (можна орієнтовно за рельєфом).
2. Визначте ймовірність ерозії.
3. Запропонуйте методи захисту (терасування, лісосмуги).

Висновки та рекомендації

На основі підрахунку балів:

- **Якщо стійкість висока (12–15 балів)** – природний ландшафт стабільний.
- **Якщо середня (8–11 балів)** – можливість локального порушення, потрібен контроль.
- **Якщо низька (5–7 балів)** – ризик деградації, потрібні заходи відновлення.

Рекомендовані заходи: Захист підстав від ерозії (терасування, лісонасадження). Контроль урбанізації (обмеження забудови, зелені зони). Відновлення деградованих ділянок (рекультивация, посадка багаторічних рослин).

Задачі для розрахунку

Задача 1: Аналіз зміни ландшафту На території було 500 га лісів, за 10 років залишилося 300 га через вирубку.

1. Який % території втрачено?
2. Як це вплинуло на стійкість ландшафту?

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 23 |

Задача 2: Розрахунок коефіцієнта стійкості Якщо площа стійких ландшафтів (ліси, води) – 700 га, а загальна площа – 1000 га, знайдіть коефіцієнт стійкості :

1. Якщо $K_{ст} \geq 0,6$ – висока стійкість, $0,4-0,6$ – середня, $<0,4$ – низька.
2. Визначте, чи потрібні природоохоронні заходи.

Практична робота №12

Тема: Стійкість антропогенно модифікованих геосистем

Мета заняття: ознайомитися з особливостями функціонування антропогенно змінених геосистем, проаналізувати вплив людини на природні комплекси, визначити рівень стійкості антропогенно модифікованої території, запропонувати заходи з підвищення стійкості геосистем, що зазнали антропогенного впливу.

Теоретична частина

Антропогенно модифіковані геосистеми – це природні комплекси, які відзначили значний вплив людської діяльності, але ще зберігають частину своїх природних функцій.

Типи антропогенно модифікованих геосистем:

Сільськогосподарські – поля, пасовища, садові ділянки.

Урбанізовані – міста, передмістя, транспортні магістралі.

Техногенні – кар'єри, шахти, промислові зони, полігони відходів.

Рекреаційні – парки, заповідники, території туризму.

Критерії оцінки рівня стійкості антропогенно модифікованих геосистем:

Збереження природних компонентів – частка природних ландшафтів.

Рівень антропогенного навантаження – щільність забудови, інтенсивність землекористування.

Екологічний стан обґрунтувань, води, повітря – наявність забруднень.

Стан біорізноманіття – кількість збережених природних видів.

Можливість самовідновлення – потенціал природної регенерації.

Практична частина

Оцінка антропогенно модифікованої геосистеми

Вибір об'єкта дослідження

Обрати територію, що зазнала антропогенного впливу (мікрорайон, парк, кар'єр, промислову зону, сільськогосподарське угіддя).

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 24 |

Визначення рівня антропогенного навантаження

Використовуйте шкалу оцінки рівня змінності ландшафту:

| Оцінений параметр | Низький рівень змін (3 бали) | Середній рівень змін (2 бали) | Високий рівень змін (1 бал) |
|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Частка природних компонентів | >60% | 30–60% | <30% |
| Забудованість території | <20% | 20–50% | >50% |
| Стан повітря, обґрунтувань, води | Відповідає нормам | Помірне забруднення | Високе забруднення |
| Біорізноманіття | Збережене | Частково втрачено | Майже відсутнє |
| Можливість самовідновлення | Висока | Середня | Низька |

Завдання:

- Для кожного параметра виставте оцінку (1–3 бали).
- Підсумувати бали та змінити рівень стійкості території:

| Сума балів | Рівень стійкості геосистеми |
|------------|--|
| 12–15 | Висока стійкість (переважають природні компоненти, система може самовідновлюватися) |
| 8–11 | Середня стійкість (помірний рівень зміни, потрібні заходи для підтримки) |
| 5–7 | Низька стійкість (високе антропогенне навантаження, необхідна екологічна реабілітація) |

Аналіз джерел антропогенного впливу

Визначте основні чинники, що змінюють геосистему :

- **Забудова** (житлова, промислова, інфраструктурна).
- **Сільське господарство** (інтенсивне землекористування, добрива, пестициди).
- **Транспорт** (викиди, шумове та пилове забруднення).
- **Рекреація** (навантаження від туризму, парків, лісових зон).
- **Добуток ресурсів** (кар'єри, шахти).

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 25 |

Завдання: застосування **найбільших чинників** деградації геосистеми та запропонувати можливості за рахунок зменшення їх впливу.

Визначення екологічних ризиків

Оцінити ймовірні наслідки змін:

- **Зменшення біорізноманіття** .
- **Деградація підстав** (забруднення, ущільнення, ерозія).
- **Забруднення водних об'єктів** (скиди, каналізація, евтрофікація).
- **Погіршення якості повітря** (автомобільні, промислові викиди).

Завдання: скласти список наявних загроз для досліджуваної території.

Висновки та рекомендації

На основі отриманих даних:

- **Якщо стійкість висока (12–15 балів):** територія добре збережена, достатньо заходи підтримки (контроль забудови, збереження зелених зон).
- **Середня стійкість (8–11 балів):** можливість екологічних ризиків, забезпечення помірних природоохоронних заходів.
- **Низька стійкість (5–7 балів):** система вразлива, необхідні термінові заходи з відновлення (рекультивация, лісонасадження, очищення водою).

Рекомендовані заходи:

- Впровадження екологічно чистих технологій у промисловості.
- Змінення хімічного навантаження у сільському господарстві.
- Рекультивация порушених земель (відновлення кар'єрів, звалищ).
- Створення природоохоронних зон (заборона забудови, збереження лісів).

Задачі для розрахунку

Задача 1: Аналіз забудови території

На площі 10 км² розташовані таке угіддя:

- Ліс – 3 км²
- Поля – 2 км²
- Житлова забудова – 4 км²
- Промислові зони – 1 км²

Завдання:

1. Визначте вибір природних угідь ($K_{\text{прир}} K$) за формулою:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 26 |

$$K_{\text{прир}} = \frac{C_{\text{ліс}} + C_{\text{поля}}}{C_{\text{всього}}}$$

Відповідно до результатів, зміни рівня антропогенного впливу (низький, середній чи високий).

Задача 2: Розрахунок індексу стійкості геосистеми

Якщо площа екологічно стійких земель (ліси, води) становить 500 га, а загальна площа території – 1000 га, знайдіть коефіцієнт стійкості :

1. Якщо $K_{\text{ст}} \geq 0,6$ – висока стійкість.
2. Якщо $0,4 \leq K_{\text{ст}} < 0,6$ – середня стійкість.
3. Якщо $K_{\text{ст}} < 0,4$ – низька стійкість.

Практична робота №13

Тема: Обґрунтування управлінських рішень щодо збереження стійкості геосистем

Мета заняття: ознайомитися з принципами раціонального землекористування, оцінити вплив типу землекористування на стійкість геосистеми, розробити оптимальну модель землекористування для конкретної території, запропонувати заходи для зменшення негативного антропогенного впливу, ознайомитися з принципами раціонального управління водними ресурсами, проаналізувати стан водних ресурсів на обраній території, визначити основні загрози водним екосистемам. запропонувати заходи щодо покращення водного балансу та зменшення антропогенного впливу.

Теоретична частина

Принципи сталого управління водними ресурсами:

Раціональне використання води – збалансоване споживання, мінімізація витрат.

Збереження водних екосистем – підтримка водно-болотних угідь, природних річкових систем.

Контроль забруднення – очищення стічних вод, запобігання забрудненню хімікатами.

Ефективне управління гідротехнічними спорудами – регулювання рівня води у водосховищах, контроль зрошення.

Фактори, що впливають на стан водних ресурсів:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 27 |

Кліматичні зміни (посухи, паводки, зміни гідрологічного режиму).
Антропогенний вплив (забруднення, нераціональне використання води, забудова водозборів).

Сільське господарство (надмірне зрошення, використання добрив і пестицидів).

Промисловість (забруднення важкими металами, нафтою, органічними речовинами).

Основні загрози для водних ресурсів:

Виснаження запасів підземних вод.
Евтрофікація водою (цвітіння води через надлишок добрив).
Забруднення промисловими і побутовими стоками.
Зміни у руслах річок через регулювання.

Принципи сталого землекористування

Сталий розвиток земельних ресурсів передбачає:
Оптимальне співвідношення між природними екосистемами та антропогенними територіями.
Збереження обґрунтувань та запобігання їх деградації.
Раціональне використання водних ресурсів.
Мінімізація впливу на біорізноманіття.
Використання екологічно безпечних методів господарювання.

Основні типи землекористування:

Природоохоронні території (заповідники, заказники, національні парки).
Сільськогосподарські угіддя (рілля, пасовища, сади).
Урбанізовані території (міста, промислові зони, дороги).
Лісові угіддя (експлуатаційні, природоохоронні ліси).

Фактори, що впливають на стійкість землекористування:

Географічне положення.
Тип обґрунтувань та кліматичні умови.
Інтенсивність антропогенного навантаження.
Наявність водних об'єктів та їх стан.

Практична частина

Оцінка стійкості землекористування

Вибір території для аналізу

Оберіть район, міський масив, сільськогосподарську зону або природний ландшафт.

Аналіз поточного використання земель

Заповніть таблицю щодо стану земельного фонду:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 28 |

| Тип землекористування | Площа (га) | Частка загальної території (%) | Рівень стійкості (високий / середній / низький) |
|------------------------|------------|--------------------------------|---|
| Ліси | | | |
| Рілля | | | |
| Пасовища | | | |
| Водні об'єкти | | | |
| Урбанізовані території | | | |
| Промислові зони | | | |

Завдання:

1. Виділити вибрати природних екосистем та змінених територій.
2. Встановити рівень стійкості території.

Визначення антропогенного навантаження

Розрахуйте коефіцієнт екологічної стійкості (Кек)

| Значення Кек | Рівень екологічної стійкості |
|----------------------|--|
| $Кек > 0,6$ | Висока стійкість |
| $0,4 \leq Кек < 0,6$ | Середня стійкість |
| $0,2 \leq Кек < 0,4$ | Низька стійкість |
| $Кек < 0,2$ | Дуже низька стійкість (загроза деградації) |

Завдання:

1. Обчислити Кек для обраної території.
2. Визначити рівень стійкості та можливість загрози.

Висновки та рекомендації

Якщо стійкість висока:

- Зберігати існуючий баланс між природними та господарськими територіями.
- Запобігати розширенню урбанізації за рахунок природних зон.

Якщо стійкість середня або низька:

Відновлення лісових насаджень та рекультивация деградованих земель.
Обмеження розширення ріллі за рахунок природних територій.
Оптимізація використання водних ресурсів (зрошення, очищення стоків).
Контроль за урбанізацією та промисловими об'єктами.

Запропонувати схему оптимального землекористування, що включає:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 29 |

- Збільшення площі природних екосистем.
- Оптимізація площ сільськогосподарських угідь.
- Планування зелених зон у містах.

Якщо водні ресурси стабільні:

- Підтримувати екологічний баланс водою.
- Обмежити забруднення та нераціональне використання води.

Якщо виявлено загрози:

Створення природоохоронних зон навколо води.
Контроль використання добрив і хімікатів у сільському господарстві.
Впровадження сучасної системи очищення води.
Відновлення русел річок, боротьба з евтрофікацією.

Задачі для розрахунку

Задача 1: Розрахунок водного балансу

Відомо, що в озеро щорічно надходить **800 млн м³** води, а випаровування та стік становлять **950 млн м³**.

Завдання:

1. Визначити зміну запасів води.
2. Чи є загроза виснаження водою?

Задача 2: Оцінка впливу забруднення

Якщо в річці концентрація фосфатів **0,4 мг/л**, а БСК₅ **7 мг/л**, визначте:

1. Чи є ризик евтрофікації?
2. Які заходи можуть зменшити цей процес?

Задача 3: Оцінка споживання води

Якщо місто споживає **500 млн м³/рік**, а річка забезпечує **550 млн м³/рік**, визначте:

1. Чи є ризик дефіциту води у разі зростання споживання на 10% щороку?

Задача 4: Аналіз усіх земельних ресурсів

на території площею 1000 га:

- Ліси – 350 га
- Водойми – 150 га
- Орні землі – 300 га
- Урбанізовані території – 200 га

Завдання:

1. Обчислити коефіцієнт екологічної стійкості.
2. Визначити, чи потрібно змінити структуру землекористування.

Задача 5: Вплив урбанізації на екосистему

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 30 |

На території міста за останні 20 років площа зелених зон зменшилася з 40% до 25%.

Завдання:

1. Визначити відсоток втрачених природних територій.
2. Запропонувати заходи для покращення ситуації.

Практична робота №14

Тема: Біорізноманіття як фактор стійкості геосистем.

Мета заняття: ознайомитися з роллю біорізноманіття у підтримці стійкості геосистем, оцінити рівень біорізноманітності на вибраній території, визначити взаємозв'язки між біорізноманіттям і стійкістю екосистеми, запропонувати заходи з підтримки біорізноманіття.

Теоретична частина

Біорізноманіття – це різноманітність видів рослин, тварин, грибів та мікроорганізмів, які поселяють певну територію.

Роль біорізноманіття у стійкості геосистем:

Підтримка екологічної рівноваги.
Підвищення стійкості до зміни клімату.
Поліпшення функцій екосистеми (очищення повітря, регулювання водного балансу).

Збереження обґрунтованої родючості.

Фактори, що впливають на біорізноманіття:

Природні: клімат, ґрунтовий покрив, доступність води.

Антропогенні: вирубка лісів, урбанізація, забруднення довкілля.

Методи оцінки біорізноманіття:

- **Кількісні методи** (індекс Шеннона, індекс Сімпсона).
- **Якісні методи** (визначення ключових видів, аналіз екосистем).

Практична частина

Оцінка рівня біорізноманіття

Вибір території для аналізу

Оберіть лісовий масив, парк, лугову або водну екосистему.

Визначення деяких видів

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 31 |

Введіть оцінку на основі доступних джерел (карти, звіти, спостереження).

Визначте **число видів рослин, тварин, птахів, комах**.

Розрахунок індексу біорізноманіття

Індекс Шеннона (X')

$$X' = -\sum (\text{стор}_i * \text{пров стор}_i)$$

де стор_i – відношення чисельності кожного виду до загальної кількості особин.

Завдання:

1. Оберіть **5–6 видів** та підрахуйте їх вибір у загальній популяції.
2. Обчисліть індекс X'.
3. Порівняйте зі шкалою:
 - **X' > 2.5** – високе біорізноманіття, екосистема стабільна.
 - **X' = 1.5–2.5** – середнє біорізноманіття, можливий вплив антропогенних факторів.
 - **X' < 1.5** – низьке біорізноманіття, система вразлива.

Аналіз загроз біорізноманіттю

Основні ризики:

- Втрата середовища.
- Забруднення та зміна клімату.
- Інвазивні види, що витісняють місцеву флору та фауну.

Завдання: скласти список загроз для обраної території.

Висновки та рекомендації

Якщо біорізноманіття високе: необхідно підтримувати природні процеси.

Якщо середнє або нижче: рекомендуємо заходити з його підвищенням:

Відновлення природних біотопів.

Контроль забруднення та захист рідкісних видів.

Насадження різних видів рослин для підвищення екосистемної стійкості.

Задачі для розрахунку

Задача 1: Оцінка впливу урбанізації

У міському парку кількість видів зменшилася з **30 до 18** за 10 років.

1. Який відсоток видового скорочення?
2. Які заходи можна запропонувати для відновлення біорізноманіття?

Задача 2: Аналіз домінування видів,

якщо в лісі мешкають **50 оленів, 30 лисиць, 20 зайців і 10 вовків**, визначте:

1. Частку кожного виду.
2. Розрахуйте індекс Шеннона.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 32 |

Практична робота №15

Тема: Зміни геосистем в умовах кліматичних трансформацій

Мета заняття: дослідити вплив кліматичних змін на природні геосистеми, оцінити фактори, що змінюють екологічну рівновагу територію, виконати аналіз кліматичних тенденцій та їх наслідків, запропонувати заходи адаптації геосистем до зміни клімату.

Теоретична частина

Кліматичні зміни та їхні дослідження для геосистем

Кліматичні зміни – це довготривалі зміни температури, режиму опадів, вологості та інших атмосферних процесів, які впливають на стійкість природних систем.

Основні прояви кліматичних змін:

- **Підвищення середньої температури** → зменшення кількості вологи, пересихання річок, деградація ґрунтувань.
- **Зміна кількості та інтенсивності опадів** → посухи або паводки.
- **Танення льодовиків та підвищення рівня Світового океану** → підтоплення прибережних зон.
- **Зміни в біорізноманітті** → вимірювання видів, поширення інвазивних організмів.
- **Частіші екстремальні погодні явища** → урагани, смерчі, пилові бурі.

Практична частина

Оцінка впливу кліматичних змін

Вибір території для аналізу

Оберіть природну геосистему (ліс, степ, річку, сільськогосподарську або урбанізовану територію).

Аналіз кліматичних тенденцій

Опрацюйте кліматичні дані за останні 30–50 років (зміни температури, опадів, тривалості посухи).

Порівняйте тенденції та оцініть можливість слідки для території.

| Період | Середня температура (°C) | Кількість опадів (мм/рік) | Довжина посушливого періоду (днів) |
|----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 1970–1990 роки | +10,5 | 600 | 40 |
| 1990–2010 роки | +11,2 | 580 | 50 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 33 |

| Період | Середня температура (°C) | Кількість опадів (мм/рік) | Довжина посушливого періоду (днів) |
|----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 2010–2024 роки | +12,0 | 540 | 65 |

Завдання:

1. Визначте, значно змінилися температура та кількість опадів.
2. Чи можна говорити про загальну тенденцію до потепління?

Оцінка наслідків для геосистеми

Використовуйте таблицю впливу кліматичних змін на стійкість ландшафтів.

| Кліматичний фактор | Вплив на геосистеми |
|--------------------------------|---|
| Підвищення температури | Змінення вологості, ризик деградації обґрунтувань |
| Зниження кількості опадів | Посилення ерозії, зниження врожайності |
| Збільшення посушливих періодів | Вимірювання чутливих видів, розширення пустельних зон |
| Часті паводки | Ризик зсувів, заболочення |

Завдання:

- Визначте, які з перелічених загроз характерні для обраної території.
- Як вони можуть вплинути на довкілля через 10–20 років?

Висновки та рекомендації

Якщо геосистема стабільна: слід підтримувати природний рівновагу шляхом збереження лісів, водних ресурсів, екосистемного балансу.

Якщо зміни негативні: запропонувати заходи адаптації:

Впровадження стійких агротехнологій (зменшення ерозії ґрунту, раціональне зрошення).

Збереження лісових масивів, насадження дерев для охолодження території.

Відновлення водно-болотних угідь для регулювання водного балансу.

Використання альтернативних джерел енергії для зменшення викидів парникових газів.

Задачі для аналізу

Задача 1: Розрахунок середньої температури за 50 років

Дані про середню температуру в регіоні за десятиліття:

- ❖ 1970–1980: +10,5°C
- ❖ 1980–1990: +10,8°C

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 34</i> |

❖ 1990–2000: +11,2°C

❖ 2000–2010: +11,7°C

❖ 2010–2020: +12,0°C

Завдання:

1. Визначте середній рівень температури за кожен 10 років.
2. Якщо тенденція збережеться, яка буде температура в 2050 році?

Задача 2: Оцінка зміни інших опадів

У 1980 році середня кількість опадів була 600 мм/рік. У 2020 році – 540 мм/рік.

Завдання:

1. Визначте середню швидкість зменшення опадів на рік.
2. Якщо така тенденція продовжиться, скільки опадів очікується у 2050 році?

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 35 |

Глосарій

| № з/п | Термін державною мовою | Відповідник англійською мовою |
|-------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | Адаптація | Adaptation |
| 2 | Антропогенне навантаження | Anthropogenic pressure |
| 3 | Біорізноманіття | Biodiversity |
| 4 | Вразливість | Vulnerability |
| 5 | Геосистема | Geosystem |
| 6 | Гідрологічний режим | Hydrological regime |
| 7 | Гомеостаз | Homeostasis |
| 8 | Деградація | Degradation |
| 9 | Екологічна ємність | Ecological capacity |
| 10 | Екосистемні послуги | Ecosystem services |
| 11 | Життєздатність | Viability |
| 12 | Землекористування | Land use |
| 13 | Інвазійні види | Invasive species |
| 14 | Компоненти ландшафту | Landscape components |
| 15 | Ландшафтне різноманіття | Landscape diversity |
| 16 | Моніторинг | Monitoring |
| 17 | Порушення | Disturbance |
| 18 | Регенерація | Regeneration |
| 19 | Резильєнтність | Resilience |
| 20 | Ризик | Risk |
| 21 | Рівновага | Equilibrium |
| 22 | Самовідновлення | Self-restoration |
| 23 | Самоорганізація | Self-organization |
| 24 | Стабільність | Stability |
| 25 | Стійкість | Resistance |
| 26 | Структура | Structure |

Рекомендована література

Основна література

1. Войтків П., Іванов Є. Методи геоecологічних досліджень: навч.-метод. посіб. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2022. 106 с. URL: <http://library.megu.edu.ua:8180/jspui/bitstream/123456789/4017/1/2022-VOYTKIV.-IVANOV.-METODY-HEOEKOLOGICHNYKH-DOSLIDZHEN-book-2022.pdf>
2. Домбровський К. О., Рильський О. Ф. Урбоекологія: навч.-метод.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 36 |

посіб. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 124 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/12897?locale-attribute=uk>

3. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf

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

5. Основи стійкості геосистем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 103 «Науки про Землю» / Л.М. Шевчук – Електронні дані. – Житомир : Житомирська політехніка., 2024. – 264 с. URL: https://library.ztu.edu.ua/ftextslocal/Shevchuk_Osn.pdf

6. Шовкун Т. М., Мирон І. В. Основи загального землезнавства та ландшафтознавства: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. і допов. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2023. 95 с. URL: <http://lib.ndu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/3076/1/Основи%20заг%20з-ва%20та%20ландш..pdf>

7 Яворський Б. І., Карабінюк М. М. Ландшафтознавство: навч.-метод. посіб. Ужгород: Говерла, 2023. 104 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/51506>

Допоміжна література

1. Біла книга 2021. Оборонна політика України : інформ. бюл. / підгот. робочою групою фахівців М-ва оборони України, Ген. штабу Збройних Сил України та Адміністрації Держ. спец. служби транспорту, 2021. 34 с. URL: https://archive.r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/white_book_risks_3p-consortium.pdf

2. Зварич Н. М., Стадник І. Я. Методичні вказівки до виконання практичної роботи з курсу «Техноекологія та цивільна безпека» за темою «Оцінка хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах з викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин» для студентів усіх напрямків і форм навчання, 2021. 20 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35305>

3. Корнус А. О. Теорія фізичної географії і раціональне природокористування (курс лекцій): навч. посіб. Суми: Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань, 2023. 176 с. URL: http://aokornus.at.ua/BOOKS/Laboratorni_roboty.pdf

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 51 / 37 |

4. Цимбалюк І. О. Інвестиційне забезпечення сталого розвитку: навч. посіб. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. 244 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/23341>

5. Шевчук Л. М., Герасимчук О.Л., Васільєва Л.А. Аналіз та оцінка надзвичайних ситуацій, пов'язаних з повеннями в Україні. Географія та туризм. Вип. 76., 2024. С. 44-52. URL: <http://www.geolgt.com.ua/images/stories/zbirnik/vipusk76/v767.pdf>

6. Васільєва Л.А., Шевчук Л.М., Герасимчук О.Л. Передумови виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру на території Житомирської області. Екологічні науки. 6 (51). 2023. С. 14-16. URL: <http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2023/6/2.pdf>

Інформаційні ресурси в Інтернеті

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

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК19- 01-2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 51 / 38</i> |

URL: <https://www.epa.gov/>

13. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

URL: <https://www.noaa.gov/>

14. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

URL: <https://www.ipcc.ch/>

15. European Flood Awareness System (EFAS)

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