

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК



ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ

для студентів спеціальностей природничого спрямування першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти

Запоріжжя – 2024

УДК 502.1(072)

Рецензенти:

Дідур О.О., кандидат біологічних наук, старший дослідник, науковий співробітник НДЛ наземної екології, лісового ґрунтознавства та рекультивації земель НДІ біології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Арабаджи-Тіпенко Л.І., кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології та фізичної реабілітації МДПУ імені Богдана Хмельницького;

*Рекомендовано до друку вченою радою факультету природничих наук
Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана
Хмельницького № від 2024 р.)*

Моложон К.О. «Основи екології: методичні рекомендації для практичних робіт з дисципліни»/ К.О.Моложон; МДПУ ім. Б. Хмельницького, факультет природничих наук - Запоріжжя, 2024. – 73 с.

У методичних рекомендаціях подана інформація щодо практичних робіт для опанування програми курсу. Матеріали спрямовані на формування у майбутніх фахівців професійних компетентностей, висвітлюють теоретичні, методологічні та правові основи екологічних знань. Вони розкривають зміст основних розділів сучасної екології, акцентуючи увагу на питаннях розвитку екосистем, а також на стратегічних і практичних аспектах оптимізації навколишнього середовища. Формат матеріалів дозволяє адаптувати завдання відповідно до специфіки освітнього процесу та рівня підготовки студентів.

Розраховано на студентів бакалаврату природничих спеціальностей денної та заочної форми навчання, факультету природничих наук Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, аспірантів та вчителів біології закладів середньої та профільної освіти.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практична робота № 1	5
Предмет і завдання екології. Екологія організму	
Практична робота № 2	12
Екологія популяцій, біоценозів та екосистем. Ланцюги живлення	
Практична робота № 3	18
Продуктивність та зміни екосистем. Екологічні піраміди	
Практична робота № 4	22
Біосфера. Біогеохімічний кругообіг хімічних елементів у біосфері та різних екосистемах	
Практична робота № 5	29
Антропогенне забруднення довкілля. Забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери.	
Практична робота № 6	49
Моніторинг навколишнього середовища.	
Практична робота № 7	61
Екологічна свідомість, культура, ... етика, освіта, виховання – невід’ємні складові сталого розвитку	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	72

ВСТУП

Сьогодні, коли під впливом людської діяльності відбулися значні зміни в навколишньому середовищі, важливість гармонійної взаємодії суспільства з довкіллям постійно зростає. Людина отримує від природи все необхідне для життя: енергію, продукти харчування, матеріали, а також знаходить у ній джерела емоційного та естетичного натхнення. Тому вкрай важливо мати не лише чітку стратегію охорони навколишнього середовища та посилення контролю за використанням природних ресурсів, але й розробити ефективну систему екологічної освіти та виховання населення.

Навчальна дисципліна «Основи екології» є ключовою в системі вищої освіти для підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня. Вона є базовим і обов'язковим компонентом фундаментальної підготовки здобувачів освіти, що є необхідною умовою для успішного засвоєння знань з циклів загальної та професійної підготовки, включаючи їх фундаментальні, науково-предметні та практичні складові. Предмет вивчення дисципліни охоплює різноманітність та структуру зв'язків між організмами, їх угрупованнями і середовищем існування, склад та функціонування популяцій, біогеоценозів, біосфери загалом, а також вплив антропогенної діяльності на природне середовище. Програма також спрямована на вивчення теорії взаємодії природи й суспільства на основі концепції біосферосумісності.

Дисципліна будується на основі теоретичних засад біологічних та екологічних курсів, спрямованих на розширення й поглиблення екологічних знань, зокрема щодо порушень різних середовищ існування на глобальному, національному та регіональному рівнях. Важливим аспектом є також практика охорони та збереження біорізноманіття, пропаганда екологічних знань та виховання на всіх рівнях освіти.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів загальних і спеціальних (фахових) компетентностей для використання теоретичних, методичних та нормативно-правових основ екології у професійній педагогічній діяльності. Це включає викладання біології, екології, предметів здоров'язбережувального спрямування, а також поглиблення знань про екологічні аспекти існування людини, вплив шкідливих факторів на здоров'я, новітні підходи до взаємодії людини, суспільства та природи, і шляхи оптимізації навколишнього середовища.

Практична робота № 1

Предмет і завдання екології. Екологія організму

Мета: розкрити необхідність екологічної освіти та виховання майбутніх фахівців фізичного виховання, ознайомити з поняттям екології як науки, її підрозділами та особливостями впливу екологічних факторів на живі організми.

Дидактичні матеріали та обладнання: схематичне зображення структури екології як науки, схеми та малюнки будови біосфери та впливу екологічних факторів на живі організми.

Ключові поняття і терміни: екологічне виховання, екологічна освіта, екологічна культура, екологія, предмет екології, об'єкт екології, завдання екології, аутоекологія, демоекологія, синоекологія, екосистемологія, біосферологія, популяція, біоценоз, екосистема, біосфера, екологічні фактори; абіотичні, біотичні та антропогенні фактори; середовище існування, біотичні відносини, нейтралізм, мутуалізм, коменсалізм, аменсалізм, хижацтво, паразитизм, конкуренція.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття і терміни

Сучасне стан навколишнього середовища можна назвати періодом екологічної кризи, ознаками якої є наступні екологічні проблеми глобального характеру: парниковий ефект, руйнування озонового шару, деградація ґрунтів, вирубка лісів, кислотні дощі, радіаційні загрози, забруднювачі, виснаження земних ресурсів та занепад флори і фауни.

Подальший розвиток і виживання цивілізації можливе лише за умови, що разом із законами природи людство усвідомить свою належну роль у біорегуляторній системі. Перед людством стоїть дуже складне завдання. Воно має докорінно змінити свою свідомість, сформулювати і добровільно прийняти обмеження і заборони, які прописані в законах розвитку біосфери. Це вимагає зміни багатьох поведінкових моделей і механізмів економічного та соціального розвитку.

У зв'язку з цим багато країн реформували свої системи освіти і виховання та зробили екологічну освіту і виховання обов'язковими. Екологічна освіта - це цілеспрямовано організований, спланований і систематичний процес набуття екологічних знань, умінь і навичок(1).

Сучасна система екологічної освіти в Україні є безперервною, комплексною, міждисциплінарною, інтегрованою та диференційованою за професійним спрямуванням. Вона складається з двох підсистем: неформальної та формальної екологічної освіти. Підсистему неформальної освіти складають засоби масової інформації (радіо, телебачення, газети, журнали, рекламні видання тощо),

культура, медицина, фізична культура і спорт, туризм, заповідники, зоопарки, ботанічні сади, національні парки, рекреаційні зони, сім'я, дім, родина. Особливою ланкою підсистеми неформальної екологічної освіти є сім'я та родинне виховання, яке формує основу поглядів дітей на довкілля та світ. Тому екологічна освіта має бути спрямована насамперед на батьків. Підсистему формальної екологічної освіти утворюють установи та заклади освіти (наприклад, дитячі садки, загальноосвітні школи, позашкільні заклади, професійно-технічні навчальні заклади, вищі навчальні заклади, заклади післядипломної освіти тощо), засновані як на державній, так і на приватній формах власності, де здійснюються науково-методично обґрунтовані, цілеспрямовані процеси формування екологічної культури в контексті індивідуальної екологічної освіти та соціалізації, відповідно до компетенції цих установ та закладів освіти. Екологічне виховання покликане формувати активну природоохоронну позицію. Екологічне виховання досягається за допомогою комплексу природоохоронної та екологічної освіти, який включає шкільну і вузівську екологічну просвіту, пропаганду екологічної поведінки.

Екологія - це галузь науки (природознавство), що вивчає загальні закономірності взаємодії живих і неживих організмів та функціонування біосфери як цілісної системи.

Об'єктом екологічних досліджень є функціонування біосфери.

Предметом екологічних досліджень є:

- взаємозв'язки між угрупованнями організмів;
- взаємозв'язки між організмами та їх угрупованнями і неживими компонентами екосистеми;
- вплив природних та антропогенних факторів на функціонування екосистем та біосфери в цілому.

Основні теми сучасної екології:

- аналіз загального стану сучасної біосфери, умов її формування та причини змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогнозування динаміки біосфери в часі та просторі;
- гармонізація взаємовідносин між людським суспільством і природою (з урахуванням основних екологічних законів);
- збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегуляції та регенерації.

Екологічні методи можна поділити на такі групи:

- методи збору інформації
- методи обробки інформації
- методи інтерпретації отриманих результатів
- методи прогнозування та математичного моделювання

Сучасна екологічна наука розглядає наступні рівні організації живої природи: *організми* → *популяції* → *біосфера* → *екосистеми* → *біосфера*.

Таким чином, екологію можна розділити на п'ять основних категорій, а саме: автономна екологія, екологія, синекологія, біогеоценологія та екологія біосфери.

Екологія організмів (аутекологія) - вивчає взаємовідносини між організмом (представником виду) та його оточенням.

Популяційна екологія (демекологія) - описує коливання чисельності різних видів і визначає їх причини. Цей розділ також називають динамікою популяцій або популяційною екологією.

Популяція - це група особин одного виду, які можуть вільно спаровуватися і живуть на одній території протягом тривалого часу. Популяції відокремлені від сусідніх подібних популяцій певною формою ізоляції.

Біоценологія - наука, що вивчає взаємовідносини між організмами, які належать до різних типів угруповань (біоценозів), а також взаємовідносини між організмами та середовищем їх існування.

Біоценоз - це біологічна система, що складається з популяцій різних видів рослин, тварин і мікроорганізмів, які живуть разом в однакових умовах середовища (біотопах).

Екосистемологія або біогеографія - вивчає біогеографічні шари Землі, особливо конкретні біогеографічні регіони (наземні та водні), де взаємодіють біосфера та біотичне середовище.

Екосистема - це сукупність різних видів рослин, тварин і мікроорганізмів, що взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем, які можуть зберігатися протягом невизначеного часу. Біогеоценоз дещо тотожний поняттю екосистеми, яка включає в себе сукупність організмів і певну ділянку земної поверхні, але ділянка земної поверхні тут однорідна (поле, ліс - листяні або хвойні породи тощо), а біогеоценоз має чіткі межі і завжди є відкритою системою. Іншими словами, біогеоценоз може бути екосистемою, але не всі екосистеми є біогеоценозами, оскільки поняття біогеоценозу значно вужче(2).

Біосферологія (геоекологія, глобальна екологія) - вивчає біосферу як єдине планетарне ціле і знаходить закономірності еволюції біосфери.

Біосфера - це оболонка Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери та літосфери, де живуть організми.

Середовище існування - це частина навколишнього простору, в якому організми взаємодіють і обмінюються речовиною (матеріалом), енергією та інформацією. Воно включає водні, наземні, повітряні, ґрунтові та інші живі організми.

На кожен організм впливають певні характеристики та елементи навколишнього середовища, а саме екологічні фактори (абіотичні, біотичні та антропогенні).

Абіотичні фактори – це фактори неорганічного середовища (неживої природи): температура, вологість, світло, тиск, природне радіоактивне випромінювання, склад води і ґрунту, геологічні умови.

Біотичні фактори - це фактори, які впливають один на одного (взаємовідносини між організмами, зв'язки між організмами, що живуть в одному біотопі). Ці взаємовідносини визначають основні умови життя виду, його здатність добувати їжу та завойовувати нові території. Типи біологічних взаємовідносин: нейтралітет, мутуалізм, симбіоз, аменсалізм, хижацтво, паразитизм, конкуренція, симбіоз.

Антропогенні фактори - це ті, що виникають безпосередньо в результаті діяльності людини (забруднення, технологічні зміни та руйнування, виснаження природних ресурсів, естетичний вплив).

Накопичення наукових даних про будову та функціонування біосфери дозволило виявити певні загальні закономірності, відомі як закони або принципи. Ці закони впливають з характеристик біосфери Землі, відомих людству з часів розвитку цивілізації.

Деякі основні закони загальної екології:

1. Закон обмеженості природних ресурсів стверджує, що всі важливі природні ресурси на Землі мають чітко визначений і обмежений розмір. Насправді запаси води, вуглекислого газу, корисних копалин тощо вкрай обмежені і не перевищують того, що існує на планеті.

2. Закон еквівалентності між біологічними потребами та ресурсами підкреслює, що один ресурс не може бути замінений іншим. Наприклад, дефіцит води не може бути замінений великою кількістю вуглекислого газу.

3. Закон мінімуму Ю. Лібіха стверджує, що масштаб біологічної продукції будь-якого організму залежить від мінімуму ресурсів та умов.

4. Закон енергетичної піраміди підкреслює, що при передачі енергії з одного трофічного рівня на інший на формування біомаси організмів вищого трофічного рівня витрачається не більше 10% енергії, доступної на попередньому трофічному рівні.

5. Закон неможливості абсолютно безвідходного виробництва полягає в тому, що за будь-якої технології виробництва, як сільськогосподарського, так і промислового, завжди будуть відходи.

6. Закон екологічної кореляції стверджує, що в кожній екосистемі і в біосфері в цілому всі структурні частини узгоджені між собою і функціонують спільно. При втраті компонентів екосистеми екосистема неминуче переходить у новий стан і часто зникає повністю.

7. Закон екологічної індивідуальності організмів Л.Г. Ламенського стверджує, що екологічна амплітуда, в якій може існувати даний вид, строго індивідуальна. У природі не існує видів рослин або тварин, які потребують абсолютно однакових умов існування.

Кожен організм пристосований до певних умов навколишнього середовища (світло, температура, вологість, тиск тощо) і може існувати лише в певному діапазоні, до якого пристосовані його метаболізм і будова.

Хід роботи

1. Створіть схему системи екологічної освіти в Україні.
2. Створіть схему взаємозв'язку екології з галузями природничої та професійної освіти.
3. Охарактеризуйте біотичні, абіотичні та антропогенні чинники, які впливають на організм людини під час занять фізичними вправами.
4. Охарактеризуйте фактори зовнішнього середовища, що впливають на організм спортсмена під час змагань: легка атлетика, біг, лижний спорт, футбол, плавання, боротьба, туризм, альпінізм.
5. Класифікуйте наступні екологічні фактори за категоріями – абіотичні, біотичні, антропогенні:
 - a) хижацтво
 - b) вирубка лісів
 - c) вологість повітря

- d) паразитизм
- e) світло
- f) будівництво спортивних майданчиків
- g) атмосферний тиск
- h) конкуренція
- i) викиди вуглекислого газу підприємствами
- j) солоність води
- k) симбіоз

6. Встановіть відповідність між поняттями та їх визначеннями:

Поняття	Визначення
1. Екологія	A. Наука, що вивчає взаємозв'язки організмів з середовищем існування.
2. Екологія організму	B. Специфічна реакція окремого організму на умови навколишнього середовища.
3. Популяція	C. Сукупність особин одного виду, що мешкають в певній території і мають спільний генофонд.
4. Аутоекологія	D. Розділ екології, який вивчає взаємодію окремого організму з навколишнім середовищем.
5. Біоценоз	E. Спільнота популяцій різних видів, що взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем.
6. Екосистема	F. Система, що включає живі організми та їхнє абіотичне середовище, в якій вони взаємодіють.

7. Яке з наступних визначень найточніше описує екологію?

- A. Наука про кліматичні зміни.
- B. Наука про взаємозв'язки між організмами та середовищем їхнього існування.
- C. Наука про взаємовідносини людини з технікою.
- D. Наука про взаємодію тварин.

8. Що таке екологія організму?

- A. Вивчення взаємодії між різними популяціями.

- B. Вивчення поведінки організмів у популяціях.
- C. Вивчення взаємодії окремого організму з його середовищем.
- D. Вивчення функціонування екосистем.

9. Основним завданням екології є:

- A. Вивчення розподілу кліматичних зон.
- B. Вивчення впливу природних факторів на організми.
- C. Вивчення структури та функціонування екосистем.
- D. Вивчення взаємодії техніки і природи.

10. Що визначає поняття "екологічна ніша"?

- A. Територія, на якій проживає популяція.
- B. Функціональна роль виду в екосистемі.
- C. Рівень організації екосистеми.
- D. Процеси адаптації організмів.

11. Науковці - іхтіологи стикаються з серйозною проблемою при збереженні глибоководних риб для музейного використання. Глибоководні риби «вибухають», коли їх піднімають з води на поверхню. Поясніть, чому це відбувається.

12. Які чинники обмежують умови життя людей, що живуть в екстремальних поселеннях? Наведіть приклади ескімосів у Гренландії та аборигенів пустелі в Намібії.

Практична робота № 2

Екологія популяцій, біоценозів та екосистем. Ланцюги живлення

Мета: дізнатися про особливості та структуру популяцій і біосфери. Дізнатися про різні типи екосистем у світі. Навчитися складати прості та складні схеми харчових ланцюгів для різних типів екосистем.

Дидактичні матеріали та обладнання: роздруківки зі схемами простих ланцюгів живлення та складних трофічних мереж; зображення репрезентативних особин рослин і тварин різних екосистем.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

Організми, що належать до одного виду, займають певну територію (ареал). Оселище - це територія, на якій поширена філогенетична група або угруповання організмів на земній поверхні.

Популяції мають певні характеристики:

Чисельність популяції - це кількість особин, які складають популяцію.

Щільність популяції - це відношення кількості організмів у популяції до одиниці площі або одиниці об'єму простору.

Рівень народжуваності - це кількість особин, що народжуються за одиницю часу.

Смертність - це кількість організмів у популяції, які загинули або померли з різних причин протягом певного періоду часу.

Міграція - регулярне і систематичне переміщення організмів з однієї місцевості в іншу.

Еміграція - масовий вихід організмів з території (популяції) внаслідок перенаселення або з інших причин.

Імміграція - це заселення організмів на певну територію або в певну популяцію.

В популяції розрізняють вікову, статеву і етологічну структури.

Вікова структура населення: наявність осіб різного віку: до-, після- та репродуктивного.

Статева структура - співвідношення особин різної статі.

Етологічна структура популяції - це система взаємовідносин між особинами.

Особини в популяції характеризуються наступними ознаками:

1) Одиночний спосіб життя - особини в популяції більш-менш просторово відокремлені і збираються в групи лише під час сезону розмноження;

2) Колективний спосіб життя - утворення постійних сімей, колоній, зграй, стад, отар тощо.

Родинний спосіб життя призводить до зміцнення зв'язків між батьками та дитинчатами (наприклад, молоді тигренята залишаються зі своїми матерями до двох-трьох років).

Родина - група особин, в якій батьки і діти живуть разом, причому перші піклуються про других. Прикладами є птахи та ссавці (леви, ведмеді, вовки).

Колонія - група поселень тварин (наприклад, коралові рифи, поселення пінгвінів).

Зграя - група тварин, які тимчасово мігрують (наприклад, коники, горобці, вовки).

Стадо - це найбільш довгоживуча і стійка група тварин (наприклад, китоподібні, мавпи, двопалі копитні). Особини, що належать до стада або групи, характеризуються ієрархічними відносинами.

Ієрархія - це система поведінкових відносин, яка визначає доступ до їжі, розмноження тощо і проявляється в моделях поведінки.

Термін «біоценоз» був введений німецьким зоологом Мебіусом у 1877 році. Кожен біоценоз характеризується точно визначеним видовим складом. Видовий склад біоценозу - це різноманітність видів організмів, що мешкають у ньому, а також їхня кількість або вагове співвідношення(3).

Просторова структура біоценозу - це положення організмів у просторі відносно кількості сонячної енергії, необхідної їм для повноцінного функціонування.

Трофічна структура біосфери є результатом взаємозв'язків поживних речовин, які існують між організмами.

Положення виду в біоценозі є результатом взаємодії між організмом і абіотичними факторами навколишнього середовища і називається екологічною нішею виду. Розширення або звуження екологічної ніші виду значною мірою визначається його конкурентами.

У 1935 році британський еколог А. Тенслі ввів термін «екосистема». У будь-якій екологічній структурі завжди є чотири функціональні компоненти. А саме: абіотичне середовище, продуценти, консументи та редуценти. Між цими ланками

в екосистемі відбувається кругообіг речовини та енергії, який стає можливим завдяки харчовим зв'язкам між організмами в біосфері.

Продуценти - це автотрофні фотосинтезуючі або хемосинтезуючі організми, здатні синтезувати складні органічні речовини з простих неорганічних сполук. Основними продуцентами в наземних і водних екосистемах є зелені рослини.

Консументи (споживачі) - гетеротрофи, які утилізують органічні речовини, отримані від продуцентів та інших споживачів. До них належать тварини, більшість мікроорганізмів і деякі комахоїдні рослини.

Залежно від того, чим харчується консумент, розрізняють консументи декількох порядків. Консументи 1-го порядку живляться продуцентами, тобто в основному зеленими рослинами (рослиноїдні, трав'яїдні тварини). Консументи 2-го порядку живляться консументами 1-го порядку. Це м'ясоїдні тварини (комахоїдні, рибоїдні, хижі тварини). Консументи 3-го порядку існують за рахунок поїдання консументів 2-го порядку (хижаки хижаків), як, наприклад, беркут полює на лисиць, рибоїдний хижий птах скопа ловить щук, які теж є хижими тощо. У хижаків є паразити, які харчуються за рахунок перших. Таких паразитів відносять до консументів 4-го порядку. А за рахунок консументів 4-го порядку живляться консументи 5-го порядку (паразити паразитів). Розподіл консументів на порядки різного рангу досить умовний. Один і той самий вид у цьому біоценозі може бути віднесений до консументів різних рівнів. Якщо, наприклад, скопа живиться щукою, то вона посідатиме в екосистемі рівень "хижак хижак", або консумента 3-го порядку. В разі харчування нехижими рибами, скопа посідатиме рівень консумента 2-го порядку. Лисиця, яка живиться влітку ягодами, займає рівень консумента 1-го порядку, коли ж вона взимку полює на мишей, то тоді – рівень консумента 2-го порядку.

Редуценти - це організми, які розщеплюють мертві органічні речовини до неорганічних сполук, що легко засвоюються іншими організмами.

До редуцентів належать бактерії, гриби, а також сапрофаги, коптофаги та нектофаги. Сапрофаги - ті, що харчуються органічною речовиною мертвих тіл або екскрементами інших тварин: жуки-мертвоїди, кожеїди, гнойовики, личинки деяких мух, дощові черв'яки, раки, гієни, грифи, ворони та ін.); коптофаги - харчуються екскрементами головним чином ссавців: жуки гнойовики, личинки багатьох двокрилих та ін; некрофаги - харчуються мертвими тваринами, головним чином хребетними: жуки-могильники, гнойовики, грифи, гієни, шакали та ін(4).

Таким чином, продуценти використовують сонячну енергію та енергію хімічних зв'язків для створення органічних речовин з простих неорганічних сполук в екосистемах і є самодостатніми в усіх необхідних їм поживних речовинах та енергії (автотрофи). На відміну від них, консументи та редуценти використовують

легкодоступну органічну речовину та енергію, що зберігається в ній, для підтримки своєї життєдіяльності (гетеротрофи).

Всі організми є джерелом поживних речовин для інших організмів, тобто вони пов'язані між собою енергетичними відносинами.

Екосистеми потребують замкнутого, безперервного потоку речовини та одностороннього потоку енергії. Якщо екосистема не отримує енергії, вона перестає існувати.

Шляхи, якими відбувається безперервний потік речовини та енергії в екосистемі, називаються ланцюгами живлення (трофічними ланцюгами). Термін «ланцюг живлення» був введений вченим Ч. Елтоном. Серед харчових ланцюгів, що починаються з живих автотрофів, розрізняють харчові ланцюги хижаків і паразитичні харчові ланцюги.

Харчовий ланцюг хижаків продовжується від продуцентів до травоїдних тварин, де травоїдні тварини поїдаються дрібнішими хижаками. У міру того, як тварини просуваються вгору по харчовому ланцюгу, вони зазвичай збільшуються в розмірах і зменшуються в кількості. Приклади: вільха - попелиця - сонечка - павуки - комахоїдні птахи - хижі птахи.

На відміну від харчового ланцюга хижаків, паразитичний харчовий ланцюг веде до організмів, які поступово зменшуються в розмірах і збільшуються в чисельності. У цьому випадку ссавці забезпечують середовище існування для великої кількості бліх, які живляться їхньою кров'ю, а на тілі блохи розвиваються тисячі одноклітинних джгутикових.

Існує також харчовий ланцюг, який починається з неживої органічної речовини. У цьому випадку хазяїном-споживачем виступають дрібні тварини, що живуть у ґрунті і харчуються опалим листям, особливо численні безхребетні, або бактерії і гриби, які розщеплюють органічні речовини. У більшості випадків діяльність обох груп організмів добре скоординована. Тварини розщеплюють мертвих тварин і рослини на дрібніші частинки, створюючи умови для роботи мікроорганізмів.

Спільні ланки з'єднують харчовий ланцюг у складну систему. В результаті в кожній біогеосфері історично сформувався один і той самий комплекс харчових ланцюгів. Таким чином, формується харчова мережа.

Значна частина енергії, пов'язаної з їжею, використовується тваринами для підтримання функцій життєзабезпечення, і лише невелика частка - для побудови тіла, росту та розмноження. Це означає, що більша частина енергії втрачається при переході від однієї ланки харчового ланцюга до іншої, оскільки до наступної ланки передається лише енергія, що міститься в масі тіла організму. За оцінками, ці

втрати становлять близько 90% для кожної ланки ланцюга. Це означає, що якщо рослина має теплотворну здатність 1000 Дж, то при повному з'їданні травоядним тваринам в організмі травоядного залишиться лише 100 Дж, а в організмі м'ясоїдного - 10 Дж.

Класифікація основних природних екосистем світу

1. Тундра
2. Лісові екосистеми помірного клімату
3. Вічнозелені тропічні ліси.
4. Степи
5. Пустелі.
6. Болота.
7. Водні екосистеми.

Хід роботи

1. Оберіть одну з основних природних екосистем світу та опишіть її характеристики (клімат, рослинний і тваринний світ).
2. наведіть приклади тварин з обраної екосистеми, для яких характерний одиночний і колективний спосіб життя (наприклад, родини, колонії, стада)
3. Створіть простий ланцюг живлення і на його основі накресліть схему трофічної мережі обраної екосистеми. Зробіть відповідні позначення.
5. Виконайте екологічне завдання.

Екологічні завдання.

- 1 Поясніть чи можна назвати перераховані приклади популяціями: а) група гепардів у зоопарку, б) родина вовків, в) озерні чаплі, г) пшениця в полі, д) пташиний ринок, е) бурий ведмідь на острові Сахалін, ж) колонія північного дзьобача, з) популяція ялинового лісу в зоопарку.
2. Чому бактеріям потрібно найменше часу, щоб «заселити біосферу» (досягти максимально можливої чисельності) порівняно з іншими організмами?
3. Охарактеризуйте основні типи взаємодії між популяціями (конкуренція, хижацтво, симбіоз). Наведіть приклади для кожного типу.
4. Які фактори впливають на чисельність популяції? Розгляньте приклад з будь-якого реального біогеоценозу.

5. Поясніть різницю між харчовою мережею та ланцюгом живлення. Як ці структури впливають на стійкість екосистеми?
6. Намалюйте простий ланцюг живлення з п'яти ланок для наземної екосистеми (наприклад, лісу або луки). Позначте кожний трофічний рівень та відповідних організмів.
7. Уявіть, що чисельність одного з хижаків у ланцюгу живлення значно зростає. Як це вплине на чисельність інших організмів у ланцюгу? Обґрунтуйте свою відповідь.
7. На фермі викопали яму і наповнили її водою. Чи можна відразу заповнити цю яму рибою і очікувати, що популяція риби збільшиться?
8. Який з наведених процесів збільшує чисельність популяції?
- A. Еміграція
 - B. Народжуваність
 - C. Смертність
 - D. Конкуренція
9. Як називається явище, коли кілька видів взаємодіють у харчовій мережі і використовують одне джерело харчування?
- A. Симбіоз
 - B. Хижацтво
 - C. Конкуренція
 - D. Паразитизм
10. Що відбувається з енергією в екологічній піраміді при переході з одного трофічного рівня на інший?
- A. Збільшується
 - B. Зменшується
 - C. Залишається незмінною
 - D. Трансформується у теплову енергію

Практична робота № 3

Продуктивність та зміни екосистем. Екологічні піраміди

Мета: Вивчити взаємозв'язки між організмами на різних трофічних рівнях та поміркувати над відображенням цих взаємозв'язків в екологічній піраміді.

Дидактичні матеріали та обладнання: роздруківки із зображенням різних типів екологічних пірамід, екологічних змін, штучних екосистем, схеми кругообігу речовин і енергії.

Основні поняття і терміни: екосистеми, продуценти, консументи, редуценти, екологічна продуктивність, первинна продукція, вторинна продукція, екологічні піраміди, піраміди чисельності, піраміди біомаси, піраміди енергії, правила екологічних пірамід, сукцесія, агроценоз.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

Швидкість, з якою продуценти в екосистемі фіксують сонячну енергію в хімічних зв'язках органічної речовини, називається продуктивністю екосистеми. В екосистемах розрізняють два типи продукції: первинну і вторинну.

Первинна продукція - це маса (виражена в г, кг або кДж), яка утворюється в результаті росту рослин за одиницю часу. Первинна продукція - це запаси енергії для споживання та відновлення. Первинна продукція використовується для поповнення маси споживачів і редуцентів, тобто для формування **вторинної продукції**(4).

Екосистеми сильно відрізняються за відносними темпами утворення та використання первинної та вторинної продукції на кожному трофічному рівні. Однак у всіх без винятку екосистемах існує постійне кількісне співвідношення первинної та вторинної продукції, відоме як «закон піраміди продуктів». Схематично цей закон зображується у вигляді піраміди з прямокутників однакової висоти, що накладаються один на одного і звужуються до вершини. Харчові піраміди відображають закон використання енергії в харчовому ланцюзі.

Трофічні ланцюги, в яких енергія передається головним чином через відносини між жертвою і хижаком, як правило, відповідають закону піраміди чисел. Зазвичай це пов'язано з тим, що хижак більший за жертву, і йому потрібна більша або менша кількість жертв для підтримання власної біомаси. Закон піраміди чисел був запропонований Ч. Елтоном у 1927 році. Він також стверджував, що паразити, які зменшуються в розмірах і збільшують популяцію на кожній ланці ланцюга, як у водних екосистемах, не відносяться до харчового ланцюга.

Правило піраміди біомаси також застосовується до більшості наземних екосистем. Коли в певний момент часу береться зразок, визначається так звана біомаса на корені. Однак ця величина не дає інформації про швидкість утворення біомаси (продуктивність) або споживання. Це може призвести до помилок з двох причин:

Якщо швидкість споживання біомаси приблизно відповідає швидкості утворення біомаси, то врожайність коренів може не вказувати на продуктивність, тобто кількість енергії та речовини, що передається з одного трофічного рівня на інший за певний проміжок часу. Наприклад, продуктивне, але інтенсивно використовуване пасовище може мати нижчу врожайність коренів і вищу продуктивність, ніж менш продуктивне, але менш використовуване пасовище.

1. Малі продуценти (водорості) характеризуються високими темпами розмноження, які компенсуються інтенсивним споживанням іншими організмами та природною смертністю. Тому біомаса, накопичена в корінні цих рослин, може бути меншою, але продуктивнішою порівняно з більшими продуцентами (деревними рослинами). Зрештою, дерева накопичують біомасу протягом тривалих періодів часу. Це означає, що фітопланктон з такою ж продуктивністю, як і деревні рослини, може прогодувати таку ж кількість тварин, як і деревні рослини, але з набагато меншою біомасою. Тому піраміда біомаси може виглядати перевернутою.

Енергетична піраміда найбільш точно і фундаментально відображає взаємовідносини між організмами на різних трофічних рівнях. Харчовий ланцюг триває недовго через значні втрати доступної енергії на кожному етапі харчового ланцюга. Як наслідок втрати енергії, кількість органічної речовини, що утворюється на кожному наступному харчовому рівні, значно зменшується. Наприклад, якщо припустити, що в середньому 10% енергії спожитої їжі переходить в організм тварин, то зрозуміло, що 1 тонна рослин замінює 100 кг тіла травоядних тварин і лише 10 кг тіла м'ясоїдних (5).

2. Чим вище в піраміді знаходиться вид, тим менш цінним він є для екосистеми. Можна передбачити, як відреагує екосистема, якщо один з видів зникне з піраміди. Зникнення виду з невеликою популяцією менш шкідливе для екосистеми, ніж зникнення великого виду, наприклад, рослини або тварини-споживача, яка постачає велику кількість енергії наступній ланці в трофічному ланцюзі екосистеми і від якої залежать інші види в трофічному ланцюзі.

Аналіз екологічної піраміди та знання законів екологічної продуктивності має велике значення, особливо для сільського господарства.

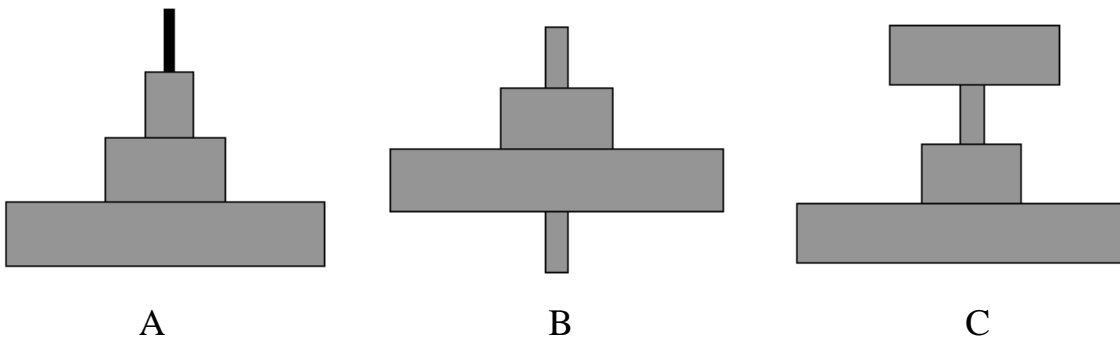
Хід роботи

1. Пригадайте закони піраміди біомаси. За малюнком 3.1 знайдіть і поясніть відмінності між пірамідами А і В.



Рисунок 3.1. Піраміда біомаси

2. Пригадайте закон числових пірамід та його винятки. Подивіться на рисунок 3.2 і поясніть відмінності між числовими пірамідами.



Малюнок 3.2 Піраміди чисел

3. На луках у певній екосистемі на першому трофічному рівні продуценти (рослини) виробляють 100 000 кДж енергії. Відомо, що до кожного наступного трофічного рівня передається лише 10% енергії.

1. Скільки енергії буде доступно для консументів першого порядку (травоїдних)?
2. Скільки енергії отримає консумент другого порядку (хижаки, які харчуються травоїдними)?
3. Скільки енергії отримає консумент третього порядку (вищі хижаки)?

4. У лісовій екосистемі чисельність продуцентів (дерев) становить 1 000 особин. Кожне дерево забезпечує їжею 50 травоїдних комах. Кожна хижа птах живиться 100 комахами.

1. Скільки травоїдних комах може прогодувати ця екосистема?

2. Скільки хижих птахів може прогодувати ця екосистема, якщо кожна птаха потребує 100 комах?

5. У морській екосистемі фітопланктон виробляє 1 000 000 кДж енергії. З цієї енергії 15% передається зоопланктону (консументам першого порядку), далі 10% передається дрібним риbam (консументам другого порядку), і лише 5% переходить до великих хижаків (консументам третього порядку).

1. Скільки енергії отримає зоопланктон?
2. Скільки енергії отримає дрібна риба?
3. Скільки енергії отримає великий хижак?

6. У певній прісноводній екосистемі на першому трофічному рівні є 500 кг фітопланктону. З кожним трофічним рівнем біомаса зменшується на 90% через низький коефіцієнт передачі енергії.

1. Обчисліть біомасу консументів першого порядку (зоопланктону).
2. Скільки біомаси буде у консументів другого порядку (дрібних риб)?
3. Скільки біомаси буде у консументів третього порядку (хижаки — великі риби)?

7. Встановіть відповідність між термінами та їх визначеннями.

Терміни	Визначення
1. Первинна продуктивність	A. Процес, в результаті якого відбувається розподіл енергії між трофічними рівнями
2. Вторинна продуктивність	B. Кількість енергії, що фіксується рослинами за одиницю площі за одиницю часу
3. Біомаса	C. Кількість енергії, що виробляється консументами
4. Трофічний рівень	D. Загальна маса живих організмів у певному середовищі
5. Екологічні зміни	E. Зміни в структурі та функціонуванні екосистеми внаслідок природних або антропогенних впливів

8. В екосистемі площа, на якій ростуть рослини (продуценти), становить 1000 м². Якщо їх первинна продуктивність дорівнює 5000 кДж/м² на рік, скільки енергії буде зафіксовано за рік?

Практична робота № 4

Біосфера. Біогеохімічний кругообіг хімічних елементів у біосфері та різних екосистемах

Мета: Ознайомитися з потоками речовини та енергії та екологічною саморегуляцією кругообігу речовин у біосфері. Зрозуміти, як цілісність кругообігів деяких елементів впливає на стійкість природних і антропогенних екосистем.

Дидактичний матеріал та обладнання: роздатковий матеріал - схема кругообігу речовин та енергії.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

У 1875 році німецький вчений Е. Зюсс виділив у масштабах планети Земля кілька структурних оболонок, які назвав геосферами.

Основними геосферами є літосфера (шар гірських порід, що утворює дно Землі), гідросфера (Світовий океан і сукупність прісних вод) та атмосфера (повітряний океан Землі, за своїми характеристиками тропосфера (0-17 (18) км), стратосфера (10-80 км) та іоносфера (80-1000 км)).

Одну з геосфер називають біосферою. Багато сучасних екологів (Ю. Одум, В.Д. Федоров, М.Ф. Реймерс) розуміють біосферу як єдність усіх організмів, взаємопов'язаних з фізичним середовищем Землі. Дійсно, поняття біосфери включає в себе не тільки сукупність організмів, але і всі неорганічні елементи природи, що беруть участь у кругообігу речовин.

Основоположниками теорії біосфери є В. І. Вернадський (1967) і Тейяр де Шарден (1987). Біосфера є планетарною системою. Біосфера забезпечує необхідне середовище для біологічного життя, а організми істотно змінюють параметри інших областей біосфери. Біосфера вкрита життям і організована в результаті діяльності живих організмів. У біосфері відбувається біогенний кругообіг речовин і спрямовані потоки енергії.

Сучасна біосфера характеризується стабільністю та високою функціональною надійністю. Біосфері вдається нівелювати більшість збурень, що вносяться в неї. Стабільність біосфери є результатом її високого ступеня організованості, цілісності та структурованості.

Цілісність біосфери забезпечується низкою механізмів, а її структура підтримується наявністю різних організмів, які перебувають у постійній взаємодії один з одним. Прямі та опосередковані зв'язки між продуцентами, консументами та редуцентами є потужною інтегруючою силою в біосфері. Живі організми процвітають у біосфері(6).

Важливою особливістю біосфери є її інтеграція з рештою геосфери Землі. Біосфера складається з атмосфери (газової оболонки планети), гідросфери (водної оболонки планети) і частини літосфери (твердої оболонки планети). Загальна довжина біосфери по радіусу Землі становить близько 40 км. Вона простягається від нижньої частини озонової завіси атмосфери, на висоті 20-25 км над рівнем моря, до вершин гірських порід на суші і до дна Світового океану. Нижня межа біосфери знаходиться на 23 км вглиб суші і на 1-2 км нижче дна океану.

Біосфера складається з різних матеріалів. За Вернадським, існує шість основних типів матеріалів у біосфері:

- 1) Організми: представлені різними видами організмів;
- 2) Біогенні речовини: продукти життєдіяльності живих організмів (наприклад, вугілля, торф); і
- 3) Неживі речовини: речовини, в утворенні яких не беруть участь організми. Наприклад, гірські породи та мінерали;
- 4) Біокосні речовини, що утворився в результаті взаємодії організмів і неживих матеріалів. Основним типом біокосної речовини є ґрунт;
- 5) Радіоактивні матеріали;
- 6) Космічні матеріали (наприклад, метеорити).

Більшість експертів зараз класифікують біосферу на дві екологічні складові: Живі організми, які складають біоту Землі, та неживі (біогенні) компоненти, які складаються з атмосфери, гідросфери та літосфери.

Біосфера складається з окремих екосистем, але має більш цілісний і замкнутий біогеохімічний цикл. Наприклад, кругообіг біологічного матеріалу в біосфері є повністю замкнутим. Біосфера має високий ступінь гомеостазу, тобто якщо певні впливи спричиняють відхилення від сталого стану, вона самостійно повертається до цього стану. Британський вчений Дж. Лавлок (1979) запропонував концепцію «Геї» (на честь богині землі Геї) з огляду на замкнутість і стабільність біосфери (на честь богині землі Геї). Стабільність біосфери відносна і її поріг невідомий. Надмірне втручання може незворотно віддалити біосферу від її поточного стану.

У порівнянні з масою інших матеріалів на Землі, живі організми займають лише 1/11 000 000 земної кори. Біологічний матеріал автотрофів поглинає сонячну енергію і перетворює її в енергію хімічних зв'язків. Сукупна біогеохімічна активність живих організмів кардинально змінила газовий склад атмосфери, створила озонову завісу, яка блокує більшу частину жорсткого космічного випромінювання, і створила сприятливе середовище для життя на поверхні Землі.

Живі організми змінили гірські породи і сприяли появі нових видів (наприклад, вапняку, фосфатів, силікатів і кам'яного вугілля). Життя рослин, тварин і мікроорганізмів призвело до утворення ґрунтів.

Організми на Землі є ініціаторами та рушіями біогеохімічних циклів речовини, які можливі завдяки таким функціям живих організмів, як енергія, збагачення, середовище, транспорт та руйнування. На відміну від матерії, яка циркулює, переробляється і циркулює між різними блоками екосистеми, енергія - це постійний, односторонній потік. У такому потоці енергія переходить з однієї форми в іншу і випромінюється в космос у вигляді тепла. Поведінка енергії описується законами термодинаміки. Перший закон (закон збереження енергії) стверджує, що енергія не може бути ні створена, ні знищена, а лише переходить з однієї форми в іншу. Другий закон стверджує, що коли енергія переходить з однієї форми в іншу, не може бути 100-відсоткової передачі енергії. Частина енергії втрачається або розсіюється(7).

Існує три джерела потоку енергії на Землі:

а) обертання Землі як космічного небесного тіла та кінетична енергія Місяця. Ця енергія недоступна живим організмам, але доступна людині;

б) енергія всередині Землі: вона підтримується ядерним розпадом урану і торію. Ця енергія виділяється у вигляді геотермального тепла. Її використовують для обігріву теплиць і басейнів у вулканічних регіонах;

в) сонячна енергія: вона є основою життєдіяльності автотрофів.

Енергія на Сонці виробляється в результаті ядерних перетворень. Із загальної кількості енергії, що потрапляє на Землю, 40% відразу ж відбивається назад у космос і лише 0,023% сонячної енергії використовується автотрофними організмами для фотосинтезу.

У біосфері енергія переходить з однієї форми в іншу і розсіюється лише у вигляді тепла. Основними перетворювачами енергії в біосфері є живі організми. Організми перетворюють вільну енергію випромінювання в хімічно зв'язану енергію, яка передається від однієї структури біосфери до іншої. Під час кожного переходу частина енергії перетворюється на тепло і розсіюється в навколишній простір. Лише 10 відсотків енергії передається від виробника до первинного споживача. Передача енергії від первинного споживача до вторинного є більш ефективною на 20%. Потоки енергії або розсіюються у вигляді тепла, або зберігаються у вигляді мертвої органічної речовини (детриту). Нафта, вугілля і торф є одними з форм довгострокового зберігання накопиченої енергії.

Завдяки сонячній енергії та внутрішній енергії Землі в природі виробляється, змінюється і розкладається багато хімічних речовин, а рух речовини в межах Землі

відбувається безперервно. Цей природний процес, в якому хімічні елементи і речовини багаторазово беруть участь у подіях, що відбуваються в атмосфері, гідросфері та літосфері, називається кругообігом речовин.

В результаті руху хімічних елементів вся геосфера Землі пов'язана єдиним циклом - кругообігом цих елементів. Цей цикл, зумовлений тектонічними процесами та сонячною енергією, відомий як Великий (геологічний) кругообіг. Цей цикл існує в природі. Його цикл становить близько 4 мільярдів років.

З появою життя на Землі виникла нова форма міграції хімічних елементів - біогенна міграція. В результаті біогенної міграції малі (абіотичні та біогенні) кругообіги речовин збіглися з великими (геологічними) циклами. Малі біогенні цикли в основному пов'язані з переміщенням кисню, азоту, вуглецю і фосфору (біогенних елементів). Ці два цикли відбуваються одночасно і тісно пов'язані між собою.

Біогеохімічні цикли відбуваються в екосистемах, коли групи організмів взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем. Біогеохімічний цикл - це циклічний рух поживних речовин: поживні речовини, такі як кисень, водень, азот, вуглець, фосфор, сірка, кальцій і калій, переміщуються з одного компонента біосфери в інший, і на певному етапі цього циклу вони стають частиною організму.

Рушійною силою руху всіх речовин у біогеохімічному циклі є потік енергії. Просторове переміщення матеріалу в межах геосфери, тобто міграцію, можна умовно поділити на п'ять типів

Міграцію можна розділити на п'ять основних типів:

- 1) Механічна міграція (відбувається без зміни хімічного складу речовини);
- 2) Водна (речовини розчиняються і переміщуються у вигляді іонів або колоїдів). Це один з найважливіших видів масопереносу в біосфері;
- 3) Повітряний (речовини переміщуються в повітряному потоці у вигляді газів, пилу та аерозолів); і
- 4) Біогенна (масообмін відбувається за активної участі живих організмів); та
- 5) Антропогенна (речовини, що виникають в результаті господарської діяльності людини).

Принцип кругообігу є основним у перетворенні та перенесенні речовини в біосфері. Збереження кругообігу є умовою існування біосфери. Впровадження в біосферу односторонніх процесів, як це зробила людина при створенні техносфери та аграрної сфери, є шкідливим і дуже небезпечним для біосфери.

Біосфера характеризується надзвичайно замкнутим біогеохімічним циклом. У ньому втрачається лише 3-5% речовини. Проте всі біогеохімічні цикли продукують певну кількість «відходів». Ці природні відходи не є шкідливими для біосфери. Інертні речовини певною мірою накопичуються в атмосфері або потрапляють у літосферу у вигляді осадових порід. Крім того, відходи, що утворюються в результаті певних біогеохімічних циклів, є умовою для виникнення та подальшого існування багатьох біотичних угруповань.

Біогеохімічні цикли води, азоту, вуглецю та фосфору знаходяться в центрі біосфери. Антропогенне використання природних ресурсів спричиняє багато порушень біогеохімічного кругообігу (надлишок CO₂ та інших газів в атмосфері, твердих частинок тощо). Ці речовини, потрапляючи на урбанізовані території та в агроєкосистеми, повністю або тимчасово виключаються з природних циклів. Такі процеси призводять до виникнення нових типів антропогенних хімічних циклів. Б. Коммонер (1974) запропонував чотири максими, що узагальнюють закономірності в структурі та функціонуванні біосфери: «Все пов'язане з усім іншим»; «Ніщо не є вільним», «Усе треба кудись подіти» та «Природа знає краще». Ці афоризми згодом стали відомі як «Закони Коммонера» через їхню глибоку екологічну значущість.

Хід роботи

1. Перегляньте, намалуйте та проаналізуйте загальнозживані схеми кругообігу води, азоту, вуглецю та фосфору (Рис 4.1- 4.3)

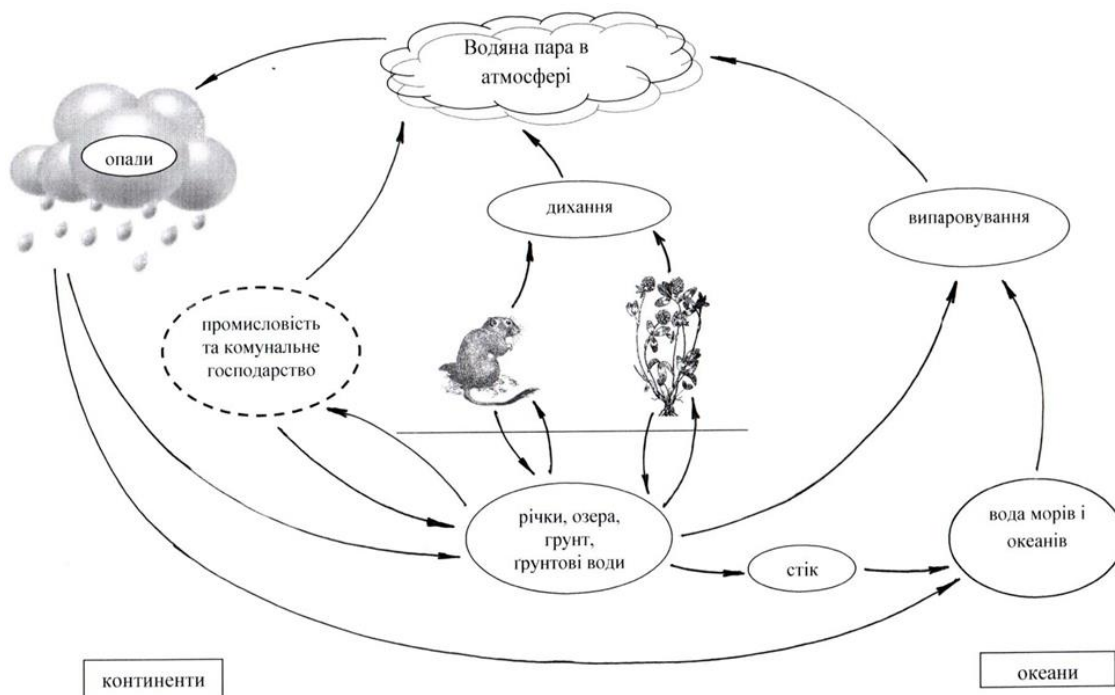


Рис 4.1. Кругообіг нітрогену

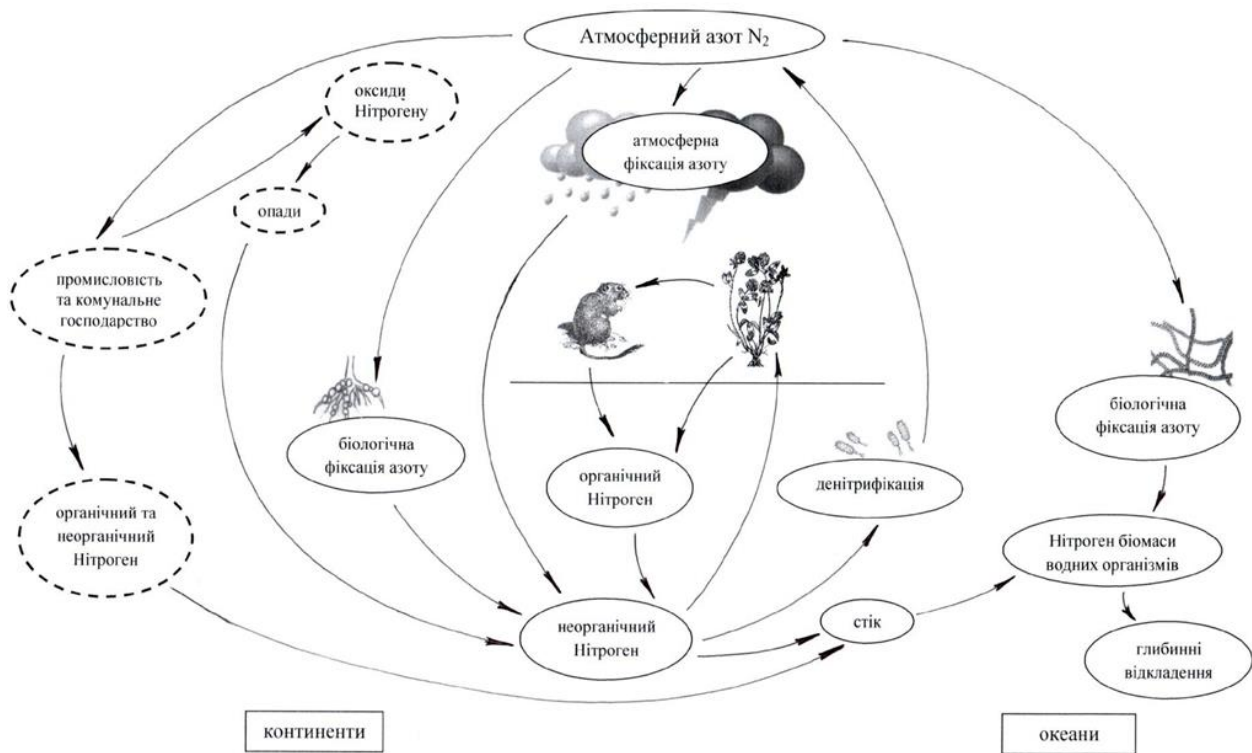
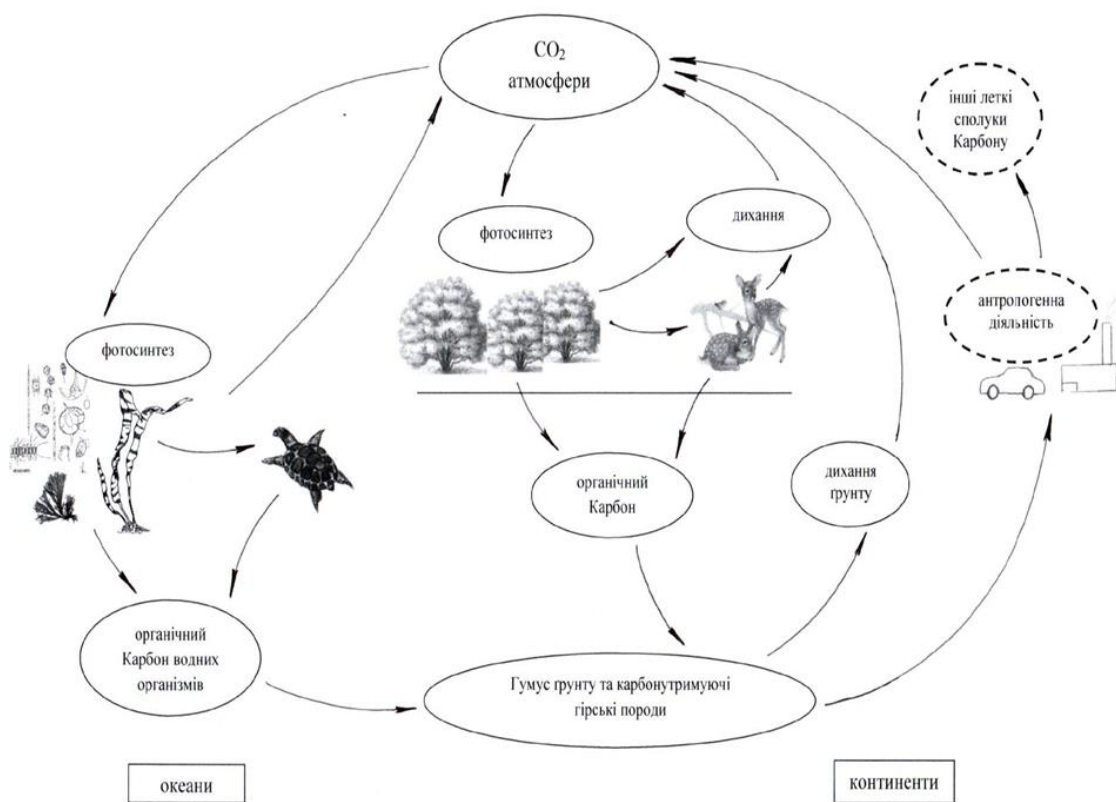


Рис 4.2. Кругообіг карбону



4.3. Кругообіг фосфору

2. Виконайте попарний аналіз екосистем: природні луки та футбольні або гольф-поля; природні озера та штучні озера або ставки, ліси (сосни, листяні породи) та сади.

а. Які екосистеми мають більш різноманітний видовий склад продуцентів, консументів та редуцентів?

б. Проаналізуйте ступінь завершеності кругообігу речовин та елементів у досліджуваних екосистемах

в. Поясніть значення людини в існуванні цих екосистем

г. Зробіть висновки про стійкість екосистем.

3. Встановіть відповідність між термінами та їх визначеннями.

Терміни	Визначення
1. Нітрифікація	A. Процес, у якому рослини отримують елементи з ґрунту
2. Денаїтрифікація	B. Перетворення аміаку в нітрати
3. Мінералізація	C. Вивільнення азоту в атмосферу
4. Фіксація азоту	D. Перетворення атмосферного азоту в доступні форми

4. Які твердження правильні, а які - неправильні?

а) коли чотири мільярди років тому з'явилося життя, існували атмосфера, гідросфера і ґрунт;

б) ґрунт утворився, коли живі організми вийшли на сушу;

в) енергія, накопичена в нафті, вугіллі та торфі, була сонячною енергією, яку використовували і перетворювали рослини;

г) ядерна енергія - це сонячна енергія, яку використовують і перетворюють рослини та інші живі організми;

ґ) ґрунт - це біогенна речовина, оскільки складається з мінеральних компонентів, органічних сполук і живих організмів;

е) біологічний кругообіг речовин у біосфері є основою підтримання стабільних умов для життя і людства;

є) роль живих організмів у руйнуванні та вивітрюванні гірських порід незначна

з) живі організми не можуть змінювати клімат Землі;

і) озоновий шар утворився на Землі завдяки діяльності рослин;

5. Які біогеохімічні цикли в земній корі призвели до масового накопичення нафти, вапняків і кам'яного вугілля?
6. Які природні процеси в біосфері, в яких беруть участь організми, зв'язують і виділяють вуглекислий газ?
7. Відомо, що в океанічній воді міститься в 50 разів більше вуглекислого газу, ніж в атмосфері. Поясніть, як океани впливають на баланс вуглекислого газу в біосфері.
8. Під час фотосинтезу наземні рослини асимілюють $2 \cdot 10^{10}$ тонн вуглецю на рік, а водні - $16 \cdot 10^{10}$ тонн. Де і у скільки разів ефективніший процес фотосинтезу? Поясніть вашу думку.
9. Опишіть, як вуглецевий цикл впливає на зміни клімату.
10. Яке значення має біогеохімічний кругообіг для підтримки життя на Землі? Наведіть два приклади.

Практична робота № 5

Антропогенне забруднення довкілля. Забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери.

Мета: Знати основні види та причини забруднення навколишнього середовища. Знати основні заходи та засоби запобігання забрудненню повітря, водної екосистеми та ґрунту; розуміти причини заторів у центрі міста, оцінити ступінь забруднення повітря вихлопними газами автомобілів на окремих ділянках центральної вулиці (за концентрацією CO); визначити найбільш забруднені зразки води із запропонованих проб води.

Дидактичні матеріали та обладнання: інформація про джерела забруднення та кількість транспортних засобів, що пересуваються містом за певний період часу, інформація про забруднення води, зразки води різної якості, чашки Петрі, фільтрувальний папір, насіння сільськогосподарських культур, скляні олівці, ножиці, інформація про стан ґрунтів України, друковані матеріали, що узагальнюють інформацію.

Ключові поняття і терміни: забруднення, фізичне забруднення, хімічне забруднення, біологічне забруднення, забруднювачі, причини забруднення навколишнього середовища, повітря, природне забруднення, антропогенне забруднення, парниковий ефект, озонова діра, кислотні дощі, фотохімічний смог, літосфера, ґрунт, ерозія ґрунтів, засолення ґрунтів, заболочення ґрунтів,

опустелювання, землевідведення, забруднення ґрунтів, забруднювачі ґрунтів; урбанізація, відходи, переробка відходів, сміттєзвалище, гідросфера, забруднення води, радіоактивне забруднення, теплове забруднення, евтрофікація води, показники якості питної води - фізичні, біологічні, хімічні; етапи очищення стічних вод - механічне очищення, біологічне очищення, доочищення, знезараження, обробка осаду.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

Забруднення - це привнесення або поява в навколишньому середовищі нових, часто нехарактерних для нього фізичних факторів, хімічних і біологічних речовин, шкідливих для природних екосистем і людини.

Розрізняють природне забруднення, яке виникає внаслідок потужних природних процесів (наприклад, виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання) без впливу людини, та антропогенне забруднення, яке є результатом діяльності людини і може перевищувати за своїм впливом природне забруднення(8) . Різні типи забруднення поділяються на три основні групи: фізичне, хімічне та біологічне, окремо виділяють радіологічне забруднення (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

Основні види забруднення навколишнього середовища

фізичне	хімічне	біологічне
теплове, шумове, електромагнітне, світлове, механічне	<i>хімічні речовини:</i> оксиди, кислоти, солі важких металів, пестициди, нітрати пластмаси, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	біотичне, мікробіологічне, продукти генної інженерії
радіаційне		

Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних, теплових, енергетичних, хвильових та радіологічних параметрів навколишнього середовища.

Хімічне забруднення - це викид забруднюючих речовин у навколишнє середовище у вигляді хімікатів.

Біологічне забруднення - це випадкове або штучне введення в екосистему чужорідних рослин, тварин або мікроорганізмів (бактеріологічне).

Радіаційне забруднення - це забруднення, пов'язане з впливом іонізуючого (радіоактивного) випромінювання на живі організми.

Радіаційне забруднення включає в себе:

- власне радіаційне забруднення, яке пов'язане з дією α - та β -частинок і γ -випромінювань, які виникають у результаті розпаду радіоактивних речовин;

- забруднення навколишнього середовища радіоактивними матеріалами, тобто по суті хімічне забруднення, пов'язане з перевищенням природного рівня вмісту радіоактивних матеріалів у навколишньому середовищі (природного фону).

Забруднювачі - це фізичні фактори, хімічні речовини та біологічні види (переважно мікроорганізми), які потрапляють у навколишнє середовище або виникають у ньому в кількості, що перевищує норму, і спричиняють забруднення довкілля. Забруднювачі можуть бути природного або антропогенного походження і можуть бути первинними (безпосередньо від джерела забруднення) або вторинними (від деградації або хімічних реакцій первинних забруднювачів). Існують також стійкі забруднювачі, які не розкладаються і накопичуються в харчовому ланцюзі.

Потрапляння різних забруднювачів у навколишнє середовище може мати небажані наслідки, такі як

- пошкодження флори і фауни (зниження продуктивності лісів і культурних рослин, вимирання тварин);

- дестабілізація природних екосистем;

- матеріальні збитки (корозія металів, руйнування будівельних конструкцій)

- шкода здоров'ю людей тощо.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища є енергетика, промисловість, транспорт, сільське господарство, військова та наукова діяльність.

Атмосфера - це газова оболонка, що оточує Землю. Як елемент екосистеми Землі, атмосфера виконує кілька важливих функцій, а саме:

- захищає організми від шкідливого впливу космічного випромінювання та падіння метеоритів;

- регулює сезонні та добові коливання температури (якби Земля не мала атмосфери, добові коливання температури досягали б 200°C)

- виступає носієм тепла і вологи;
- концентрує гази, що беруть участь у фотосинтезі та диханні;
- відповідає за багато складних зовнішніх процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, вічна мерзлота, льодовики).

Стратосферний озоновий шар багатий озоном (O_3) є надзвичайно важливим для біосфери. Озоновий шар розташований на висоті 20-50 км і захищає все живе на Землі від шкідливого впливу «інтенсивного» ультрафіолетового випромінювання Сонця (9).

Забрудненням повітря називають зміни у складі та властивостях атмосфери, які негативно впливають на здоров'я людей і тварин, рослинність та екосистеми. Забруднення повітря може бути природним або антропогенним (Таблиця 5.2).

Таблиця 5.2.

Види забруднення атмосфери

<i>Природне забруднення</i>	<i>Штучне забруднення</i>
<ul style="list-style-type: none"> – вулканічна діяльність – вивітрювання гірських порід – вітрова ерозія – пилок квіткових рослин – дим від лісових і степових пожеж – пил космічного походження 	<p><i>Газоподібні речовини:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сульфур діоксид SO_2 – карбон діоксид CO_2 – тропосферний озон O_3 – метан CH_4 – оксиди Нітрогену: NO, NO_2, N_2O <p><i>Рідкі речовини:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – кислоти, луги, розчини солей <p><i>Тверді речовини:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – канцерогенні речовини – свинець, ртуть, кадмій – органічний і неорганічний пил – сажа – смолянисті речовини

Основні джерела антропогенного забруднення повітря:

1. Енергетика.

- теплова енергетика - спричиняє забруднення оксидами вуглецю, сірки, азоту, вуглеводнями, золюю, пилом, сажею та сполуками важких металів (плюмбум, цинк, мідь, нікель, ванадій та ін.);

- видобуток урану з уранових шахт, сировини для атомних електростанцій, спричиняє забруднення повітря радіоактивним газом радоном (який викликає рак легенів); у разі аварії на атомній електростанції утворюється до 450 радіонуклідів, включаючи радіоактивний йод, цезій і стронцій. (радіоактивні інертні гази, аерозолі);

2. Промисловість:

- металургійна та гірничодобувна промисловість забруднюють атмосферу вуглецем, оксидами сірки та азоту, сполуками важких металів (наприклад, плюмбуму, цинку, кадмію, нікелю);

- хімічна та нафтохімічна промисловість забруднює повітря оксидами сірки та азоту, сполуками фтору та хлору, аміаком, сірководнем, неорганічним та органічним пилом;

- виробництво будівельних матеріалів призводить до викидів оксидів азоту, оксидів сірки та пилу;

- промислові та побутові відходи - при спалюванні в атмосферу потрапляє велика кількість токсичних речовин та сполук важких металів;

3. Транспорт:

- транспортні засоби відповідальні за 70-90% забруднення в містах. Їхні викиди містять близько 20 канцерогенів і понад 120 токсичних сполук. Викиди автомобілів включають оксиди вуглецю, оксиди сірки, оксиди азоту, сполуки свинцю, токсичні вуглеводні (наприклад, бензол, толуол, ксилол), альдегіди та бенз(а)пірен;

- літаки та космічні апарати негативно впливають на озоновий шар атмосфери (викидають оксиди азоту);

4. Сільське господарство: розпилення пестицидів і мінеральних добрив призводить до забруднення повітря;

5. Військова діяльність: випробування ядерної зброї викидають в атмосферу велику кількість радіоактивних матеріалів; вибухи снарядів вивільняють інші токсичні речовини;

6. Наукова діяльність: в атмосферу викидаються нові хімічні речовини та мікроорганізми, включаючи генетично модифікованих.

Джерелами викидів парникових газів (наприклад, вуглекислого газу, оксидів азоту (N₂O), метану (CH₄), гексафториду сірки (SF₆)) є енергетика, транспорт, будівництво, видобуток і транспортування палива, гірничодобувна промисловість, хімічна промисловість, металургія та металообробка, сільське господарство та комунальне господарство.

Методи захисту атмосферного середовища від шкідливих викидів: архітектурно-планувальні, інженерно-організаційні, екологічне проектування виробничих об'єктів, технологія і технічна організація, заходи з очищення викидів, організація санітарно-захисних зон.

Гідросфера, тобто водна оболонка Землі, включає океани і моря, льодовики полярних регіонів, річки, озера і підземні води.

Прісна вода становить лише 2% від загального обсягу води на Землі, 85% якої зосереджено в льодовикових щитах, айсбергах і гірських льодовиках Гренландії та Антарктиди. Лише 1% прісної води міститься в річках, озерах і підземних водах, і саме ці джерела води потрібні людству. Для багатьох організмів вода є середовищем існування. Хімічний склад підземних вод дуже різноманітний, починаючи від прісної води для пиття і водопостачання до мінералізованої і навіть солоної води з мінералізацією 600 ‰.

Основним джерелом води для споживання людиною є річковий стік. Річкові потоки в Україні нерівномірно розподілені по території країни: 70% стоку припадає на північно-західну економічну зону, де проживає лише 40% населення. На Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, де проживає 60% населення і де зосереджені найбільш водомісткі галузі промисловості, припадає лише 30% стоку. У зв'язку з цим багато регіонів на півдні України страждають від серйозної нестачі води.

Україна стикається з серйозною нестачею води і потребує транспортування води через канали та водосховища. Річка Дніпро є основним джерелом води в Україні. Інші потреби у воді задовольняються за рахунок річок Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса і Прут. Кількість і повнота води в цих головних артеріях залежить головним чином від стану їхніх приток - малих річок (в Україні налічується близько 63 000 малих річок). Роль цих річок настільки важлива, що достатньо згадати, що 90% населених пунктів в нашій країні розташовані в долинах малих річок і користуються їх водою. Проте стан малих річок України наразі викликає велике занепокоєння. За даними Державного агентства водних ресурсів, у другій половині 20 століття в Україні зникло близько 5 000 малих річок. Така ситуація неминуче призводить до деградації великих річок, тому охорона та відновлення великих річок є одним з найактуальніших завдань для України.

Підземні води в Україні забезпечують питною водою близько 70% населення в селах і містах. Стан підземних вод в Україні загалом кращий, ніж поверхневого стоку, але подекуди вони забруднені стічними водами промислових підприємств і тваринницьких ферм, а деякі водоносні горизонти повністю виснажені.

Водні ресурси виснажуються через нераціональне використання та забруднення.

Якість води. Якість поверхневих вод, які є джерелом життєзабезпечення для багатьох людей у всьому світі, погіршується через забруднення побутовими, сільськогосподарськими та промисловими відходами. Якість води визначається сукупністю показників, а саме складом і характеристиками води, які визначають її придатність для певних видів водокористування. Основними показниками, що використовуються для оцінки якості води, є фізичні, біологічні та хімічні (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Показники якості питної води

<i>Фізичні</i>	<i>Біологічні</i>	<i>Хімічні</i>
<p>Температура Запах Прозорість Колір води</p>	<p>Видове біорізноманіття Колі-титр Колі-індекс Кількість лактопозитивних кишкових паличок</p>	<p>Розчинний кисень Водневий показник рН Мінеральний склад Нафтопродукти Феноли Пестициди Важкі метали Окислюваність</p>

Фізичні показники включають температуру, запах, прозорість і колір. Температура впливає майже на всі процеси, які визначають склад і властивості води. Запах води зумовлений водними організмами та певними речовинами, які потрапляють у воду в результаті розкладання органічних речовин. Прозорість визначається ступенем розсіювання сонячного світла у воді органічними речовинами та мінералами, що знаходяться у воді у зваженому та колоїдному стані. Колір води визначається вмістом органічних барвників.

Біологічні показники для оцінки стану води включають видове різноманіття, колі-індекс (щільність бактерій кишкової палички в одному літрі води), колі-титр (кількість води в мілілітрах, в якій виявляється одна бактерія кишкової палички) та кількість лактозопозитивних бактерій кишкової палички (10).

Забруднення води - це потрапляння у водний об'єкт великої кількості та високої концентрації забруднюючих речовин, які порушують біосферні функції водного об'єкта та руйнують нормальне середовище існування водних організмів.

Забруднення води проявляється у зміні фізичних та органічних властивостей (зниження прозорості, кольору, запаху та смаку), підвищеному вмісті хімічних речовин (сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких металів), зменшенні

вмісту кисню в повітрі, розчиненого у воді, радіоактивних елементів та хвороботворних бактерій.

Забруднювачі можна розділити на різні типи відповідно до їхньої природи, хімічної структури та походження.

Основні типи забруднення води:

- Хімічне забруднення - органічні (фенол, нафтеніві кислоти, пестициди тощо), неорганічні (солі, кислоти, луги), токсичні (миш'як, ртуть, халькопірит, кадмій тощо) та нешкідливі речовини;
- Біологічне забруднення (бактеріальне) - поява у воді хвороботворних бактерій, вірусів, найпростіших і грибків. Джерелом цього типу забруднення є міські стічні води;
- Фізичне забруднення: механічне забруднення - характеризується потраплянням у воду різних механічних домішок (піску, шлаку, сміття, мулу тощо). За таких умов збільшується видове різноманіття фітопланктону та водоростей в цілому, водночас відбувається цвітіння води. Евтрофікація води - це підвищення рівня продуктивності первинних водних об'єктів, головним чином за рахунок збільшення концентрації поживних речовин азоту і фосфору. Результатом евтрофікації води є «цвітіння» води.
- Радіоактивне забруднення - виникає в результаті ядерних випробувань, аварій на ядерних об'єктах і накопичення радіоактивних відходів.

Джерелами забруднення водойм виступає:

1. Енергетика: теплові електростанції скидають у водойми нагріту воду, що змінює температурний і біологічний режим водойми та має шкідливий вплив на її мешканців (риба гине при температурі 360°C). Атомні електростанції створюють ризик радіоактивного забруднення. Гідроелектростанції спричиняють застій води у водосховищах, що призводить до накопичення промислових забруднень і зараження води;

2. Промисловість: хімічна, нафтохімічна, гірничодобувна, целюлозно-паперова, металургійна, машинобудівна та цементна промисловість - скидають велику кількість промислових стічних вод, що містять токсичні речовини (неорганічні солі, кислоти, луги, феноли, нафта і нафтопродукти, сполуки важких металів): харчова промисловість є ще одним джерелом біологічного забруднення водойм;

3. Комунальне господарство: призводить до забруднення водойм неорганічними речовинами, такими як солі, сполуки важких металів (кадмій, свинець, ртуть, цинк, хром, ферум, марганець, нікель, кобальт, мідь тощо) та

сполуками біогенних елементів. У випадку неочищених стічних вод це також може призвести до біологічного забруднення (у воду потрапляють збудники небезпечних захворювань, таких як холера, дизентерія).

4. Транспорт: морський і річковий транспорт може забруднювати водойми продуктами згоряння палива, а нафтовий транспорт - нафтою в разі аварії.

5. Сільське господарство: забруднення пестицидами, сполуками важких металів, нітратами, нітритами та сполуками фосфору; стоки тваринницьких ферм забруднюють поверхневі та підземні води.

6. Військова діяльність: витоки та розливи паливно-мастильних матеріалів забруднюють поверхневі та підземні води; нафтопродукти та токсичні речовини, такі як хром, кадмій та свинець, потрапляють у колодязі, ставки та річки;

7. Наукова діяльність: впровадження нових хімічних речовин та нових мікроорганізмів, у тому числі генетично модифікованих, у гідросферу. Очищення стічних вод. Вода, що використовується для побутових потреб або технічних процесів, потрапляє на очисні споруди і проходить відповідні етапи очищення.

Механічне очищення видаляє зі стічних вод велике сміття, суспендовані тверді частинки та зважені домішки. Системи механічного очищення включають в себе решітки, можливо дробарки, пісковловлювачі, попередні аератори та первинні відстійники. Решітки призначені для уловлювання великого сміття, яке при необхідності подрібнюється дробаркою. Пісковловлювачі використовуються для уловлювання зважених твердих частинок. Преаератори забезпечують подачу стисненого повітря для насичення стічних вод киснем і поліпшення процесу біологічного очищення (11).

Біологічне очищення здійснюється спеціально вирощеним мікробіомом, який живиться органічними речовинами, що містяться у стічних водах. Процес біологічного очищення руйнує органічні сполуки, які піддаються біохімічному окисленню.

Після біологічного очищення вода направляється у вторинний відстійник, де відбувається подальше очищення, наприклад, адсорбційне видалення зважених речовин та іонів важких металів за допомогою мікроорганізмів. Вода може скидатися з вторинного відстійника, але перед скиданням вона повинна бути знезаражена за допомогою хлораторної обробки води.

В процесі біологічного очищення стічних вод утворюється значна кількість осаду. Осад висушується і компостується (розкладається) у мулових майданчиках. Компостований осад є добрим органічним добривом і може використовуватися в сільськогосподарських цілях за умови контролю якості ґрунту на вміст важких металів. Однак недостатня потужність або перевантаження очисних споруд

призводить до скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти.

Літосфера - це зовнішня оболонка Землі, яка покриває всю земну кору і частину верхньої мантії і складається з осадових, магматичних і метаморфічних порід.

Функції літосфери:

- це середовище існування більшості рослин і тварин, включаючи людину;
- забезпечує умови життя для рослин і є основним джерелом їжі для людини через ґрунт (тонка верхня кора літосфери на континентах);
- є джерелом корисних копалин, у тому числі енергетичної сировини, металевих руд, мінеральних добрив і будівельних матеріалів.

Товщина континентальної та підводної літосфери коливається між 25-200 км і 5-100 км відповідно. Найглибші шахти, розроблені людиною, сягають 3-4 км, а найглибша свердловина у світі (пробурена на Кольському півострові) - трохи більше 12 км.

Ґрунти - це продукт органічних речовин і мінералів, що утворилися в результаті спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла і світла протягом багатьох років. Це природні утворення, що характеризуються родючістю, здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їх життєдіяльності.

Дуже важливим компонентом ґрунту є гумус. Це органічна речовина, що утворюється під дією мікроорганізмів, які переробляють і розкладають відмерлі рослинні рештки і збагачують ґрунт вуглекислим газом, водою, сполуками азоту та іншими речовинами.

Основними функціями ґрунтів є:

- забезпечення безперервності життя на Землі;
- це місце безперервної взаємодії між основними геологічними та малими біологічними кругообігами речовин на Землі;
- регулює біосферні процеси на Землі;
- регулює хімічний склад атмосфери та гідросфери; регулює хімічний склад атмосфери та гідросфери;
- акумулює активну органічну речовину та хімічну енергію.

Основними видами антропогенного впливу на ґрунти є ерозія, забруднення, перезволоження, опустелювання та відчуження земель під промислову та міську забудову.

Ерозія ґрунту - це руйнування і переміщення верхньої частини родючого шару під дією вітру (вітрова ерозія) та водного стоку (водна ерозія). Земля, зруйнована ерозією, називається еродованою. Інші ерозійні процеси включають промислову ерозію (знищення сільськогосподарських земель під час будівництва та розробки кар'єрів), військову ерозію (воронки, траншеї), пасовищну ерозію (інтенсивний випас худоби) та іригаційну ерозію (знищення ґрунту під час будівництва каналів та порушення режиму зрошення).

Підтоплення ґрунтів - це процес, пов'язаний зі зміною водного режиму ґрунту внаслідок використання поверхневих вод та підняття рівня ґрунтових вод.

Опустелювання - процес, при якому властивості ґрунту погіршуються, а відновлення ґрунту стає неможливим без втручання людини.

Відведення земель є результатом будівництва промислових підприємств, міст, селищ і сіл, прокладання доріг, трубопроводів і ліній зв'язку, відкритого видобутку корисних копалин, гірськолижних курортів і полів для гольфу.

Забруднення ґрунтів - це накопичення в ґрунті речовин і організмів в результаті антропогенного впливу, які знижують технічну, харчову і санітарну цінність рослин і якість інших об'єктів.

Основними забруднювачами ґрунту є:

- **Енергетика:** атомні електростанції створюють ризик радіоактивного забруднення через викиди таких радіонуклідів, як стронцій, цезій, плутоній та йод, також ґрунт забруднюється під час захоронення радіоактивних відходів;
- **Промисловість:** хімічна, нафтохімічна, гірничодобувна, металургійна, машинобудівна, цементна тощо. Викиди газів і парів, що містять важкі метали, пил і радіоактивні речовини, спричиняють забруднення ґрунту;
- **Комунальне господарство:** великі площі земель використовуються як звалища відходів, що призводить до хімічного та біологічного забруднення ґрунтів; міські стічні води призводять до забруднення прибережних ґрунтів сполуками важких металів (наприклад, заліза, хрому, марганцю, цинку, кадмію, плюмбуму, кобальту, міді), органічними речовинами (наприклад, фенолом, синтетичними поверхнево-активними речовинами) та біологічними агентами (патогенами);

- Транспорт: забруднювачами є паливо, що потрапляє безпосередньо в ґрунт, або продукти згоряння палива, що осідають на поверхні ґрунту;
- Сільське господарство: забруднення пестицидами, мінеральними добривами (у разі їх надмірного використання) та іншими речовинами;
- Військова діяльність: небезпечні речовини накопичуються в ґрунті через військові випробування;
- Наукова діяльність: можливе забруднення ґрунту хімікатами та мікроорганізмами.

Охорона ґрунтів. За останні 35-40 років вміст гумусу в українських ґрунтах зменшився на 0,3-0,4%. За даними Української академії аграрних наук, щорічні втрати гумусу становлять 0,6-1 тону на гектар. Це є наслідком використання недосконалих технологічних схем у сільському господарстві та значного зменшення гумусу в українських ґрунтах. Це є наслідком використання недосконалих технологічних схем у сільському господарстві та значного зменшення кількості внесених органічних добрив через занепад тваринницької галузі(12).

Для відновлення структури та родючості ґрунтів необхідні термінові заходи, такі як нейтралізація, опріснення та згущення гумусу. Згідно з нещодавнім звітом ООН, повсюдна втрата родючих ґрунтів загрожує виживанню нашої цивілізації.

Урбанізація - це процес, в результаті якого міста і міське населення збільшуються і відіграють все більшу роль у соціально-економічному та культурному житті суспільства. Міське середовище (урбанізоване середовище) включає природні та штучні компоненти, а також людей та їхні соціальні групи.

Міста не є самодостатніми (наприклад, вони не можуть прогодувати себе) і завжди існують за рахунок навколишнього середовища. Вони видобувають велику кількість ресурсів, таких як повітря, чиста вода, мінерали та сільськогосподарські культури. Міста повертають усі ці компоненти в природний кругообіг речовин у непридатному для використання вигляді. Міська система генерує значну кількість твердих, рідких і газоподібних відходів, які забруднюють навколишнє середовище. Незважаючи на це, двоє з трьох людей в Україні зараз живуть у містах.

Урбанізація як соціальний процес має негативні наслідки:

- депопуляція сільської місцевості;
- зменшення чисельності сільського населення; скорочення джерел екологічно безпечних продуктів харчування;
- перевантаження міст переробною промисловістю;

- погіршення умов життя міського та сільського населення.

Урбоекологія - це наука, що вивчає екологічні проблеми міст та шляхи їх найкращого вирішення.

Міста є частиною природного середовища, біосфери. Міські поселення містять природні компоненти даної території, такі як ґрунт, повітря, вода, флора і фауна, а люди живуть у їхньому середовищі і взаємодіють з ними. У процесі життя в містах люди все більше змінюють і трансформують природні компоненти довкілля та забруднюють їх через викиди в повітря і водні ресурси.

Урбанізація повинна бути пов'язана з розвитком виробництва, особливо важкої промисловості, енергетики та хімічної промисловості. Як наслідок, якість повітря погіршується.

У деяких містах шкідливі викиди в атмосферу від автотранспорту значно перевищують викиди від стаціонарних джерел забруднення. Це є результатом, з одного боку, стрімкого зростання кількості транспортних засобів, а з іншого - низького рівня технічного обслуговування автомобілів та слабкого контролю за дотриманням екологічних стандартів. Збільшення кількості транспортних засобів супроводжується зростанням кількості забруднюючих речовин, що викидаються з вихлопних труб (оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту та сажа). Однак, окрім оксидів азоту, найбільш небезпечними є сірка та сірчисті сполуки. Їх вміст у міському повітрі значно зростає. Міста не змогли пристосуватися до такої кількості транспортних засобів. Транспортні засоби також спричиняють специфічне забруднення. Шини зношуються під час руху, і тисячі тонн гуми викидаються в повітря у вигляді пилу. Транспортні засоби є основним джерелом шумового забруднення в місті.

Для захисту водозбірного басейну від викидів транспортних засобів було вжито таких заходів:

- Будівництво об'їзних доріг для наскрізного руху;
- Зробити транспортні розв'язки висотою не менше двох поверхів;
- Створення вентиляційних зон та пішохідних зон;
- Обмежити доступ вантажівок до центру міста;
- Відремонтувати та реконструювати дороги;
- Посилити правила експлуатації транспортних засобів та якість пального.

Погіршення якості повітря має негативний вплив на мешканців міст. Люди споживають близько 25 кг повітря на день. Навіть якщо вміст забруднювачів у

повітрі відносно низький, загальна кількість забруднювачів, що потрапляє в організм через вдихання, може бути токсичною.

Міста також є потужними джерелами забруднення води. Основними антропогенними джерелами забруднення водних об'єктів у міському середовищі є промисловість, комунальне господарство та транспорт.

Муніципальні стічні води є сумішшю міських та промислових стічних вод. В останні роки забруднений стік з урбанізованих територій та промислових зон почав відігравати важливу роль у забрудненні міських водних об'єктів. Найвищий рівень забруднення стоків спостерігається у великих торгових центрах, на жвавих автомагістралях, промислових і автотранспортних підприємствах та невідповідних будівельних майданчиках.

Основними джерелами забруднення є наземний та водний транспорт. Забруднюючі речовини від наземного транспорту потрапляють у водні об'єкти через поверхневий стік з території міст, тоді як забруднюючі речовини від водного транспорту потрапляють у водні об'єкти безпосередньо.

Гідрометеорологічні спостереження показують, що температура в містах в середньому на кілька градусів вища, ніж у сільській місцевості. У містах, особливо великих, випадає багато опадів і спостерігається смог (густи туман, що містить дим, сажу і вихлопні гази). Прозорість повітря в містах набагато нижча, ніж у передмісті та сільській місцевості. Смог і забруднення повітря значно зменшують проникнення ультрафіолетового випромінювання до поверхні землі. Крім того, часто виникають такі негативні явища, як рух повітряних потоків, що несуть забруднені промислові викиди від підприємств, розташованих за межами міста, до центру міста(13).

Шумове забруднення в містах. Шум є щоденним явищем для мешканців міст. Часто люди навіть не замислюються над тим, що він є неприродним. В екології шум визначається як будь-який звук, що сприймається живими організмами, порушує їхню тишу і заважає їхньому нормальному функціонуванню. Існує багато джерел антропогенного шуму. Це різні транспортні засоби, промислове виробництво (особливо в металургійній та текстильній промисловості), будівництво та радіоелектроніка. У містах 80% шуму спричиняє транспорт.

Під впливом шуму у людей розвивається низка неспецифічних захворювань. Шум підвищує ризик передчасних інфарктів та інсультів і прискорює старіння у людей похилого віку. Експерти вважають, що у великих містах шум скорочує тривалість життя людини на 8-12 років. Шум робить значний «внесок» у виражену хворобу, неврологічні та серцево-судинні захворювання, негативно впливає на слух, сон і здатність до навчання. Діти стають агресивними і неврівноваженими.

Лікарі винайшли термін «шумова хвороба», щоб описати комплексний вплив шуму на людину. Симптоми включають головний біль, нудоту і дратівливість, часто супроводжуються скаргами на тимчасову втрату слуху.

Електромагнітні поля виникають поблизу ліній електропередач, у працюючих телевізорах, радарх, холодильниках і в багатьох інших ситуаціях. Радіолокаційні та радіорелейні системи випромінюють мікрохвилі з частотами від 1 до 15 ГГц. Вплив електромагнітних полів на живі організми залежить від частоти. Хоча вплив на живі організми ще недостатньо вивчений, існують докази того, що електромагнітне випромінювання негативно впливає на здоров'я людей, які працюють в цьому типі радіаційного поля. Під впливом електромагнітного випромінювання (особливо коли лінії електропередач працюють на частотах вище 60 Гц) люди стають втомленими, млявими, часто набирають зайву вагу, хворіють на лейкемію і страждають від порушень розвитку.

Тому деякі експерти виступають за те, щоб лінії електропередач були якомога коротшими і встановлювали екрани, що поглинають випромінювання. Вважається, що багато водіїв автомобілів є агресивними через те, що їхні транспортні засоби перенасичені електромагнітним випромінюванням.

Гармонія між міським життям і природою. Більш ефективного використання енергії та ресурсів. Близькість житла до магазинів і робочих місць дає можливість жити без транспорту. Великі відстані в межах міста можна долати на трамваях і тролейбусах. Забруднення повітря майже зникло б, якби зменшилася кількість поїздок на автомобілях і використовувалися електромобілі. Значна частина електроенергії, необхідної для живлення будівель, може вироблятися сонячними панелями на дахах будинків.

У містобудуванні з'являється нова тенденція: підземний урбанізм. Підземний урбанізм означає розміщення гаражів, торгових центрів і складів під землею. Такий підхід може допомогти вирішити екологічні проблеми в містах. Європейське регіональне бюро ВООЗ має програму під назвою «Здорові міста». Однією з цілей цієї програми є захист і збагачення різноманітності видів рослин шляхом інтродукції нових видів у міські райони. Наприклад, у містах прижилися рідкісні та зникаючі декоративні рослини, такі як тюльпан дібровний, японський спориш і травнева лілія. Дахи, фасади та під'їзди можуть змусити міста «цвісти». Рослини можуть рости на асфальті, якщо їх посадити в горщики. Квіти на балконах замість старих балконів можуть бути і красивими, і корисними. Крім того, традиційне міське озеленення та вертикальне озеленення ліанами не лише є декоративним елементом, але й сприяють пило- та звукоізоляції.

Сучасні міста потребують рекреаційних ресурсів, тобто рекреаційних зон та об'єктів (зелених насаджень, скверів, парків, акваторій тощо), які займають від 10-

15 до 50-60% загальної площі. Однак однієї цієї площі недостатньо для рекреації. Площа рекреаційної зони повинна в 5-10 разів перевищувати площу міста.

Хід роботи

1. Виміряйте завантаженість доріг шляхом підрахунку різних типів транспортних засобів тричі на день протягом 20 хвилин. Результати внесіть до таблиці.

Таблиця 5.4.

Завантаженість вулиці автотранспортом

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
	Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг) Середній вантажний (до 3000 кг) Важкий вантажний (більше 3000 кг) Автобус Легковий	
	Всього автом. /годину (N)	
	Всього автом. /добу	

2. Визначте оцінку загальної завантаженості вулиць автомобільним транспортом. Згідно з ГОСТ 17.2.2.03-77: низька інтенсивність руху - 2,7-3,6 тис. авт./добу, середня - 8-17 тис. авт./добу, висока - 18-27 тис. авт./добу.

3. Використовуючи наведені нижче дані, визначте K_{CO} - рівень забруднення повітря (за концентрацією CO) від викидів автотранспорту на заданій ділянці.

ГДК для оксиду вуглецю (CO) становить 5 мг/м³ .

Концентрація оксиду вуглецю (CO) розраховується за наступною формулою:

$$K_{SO} = (A + 0,01 * N * K_T) * K_A * K_Y * K_c * K_B * K_L,$$

де A - нетранспортне фонове забруднення повітря, що дорівнює 0,5 мг/м³ ;

N - загальна щільність руху транспортних засобів (кількість транспортних засобів на годину) на дорозі (див. Розділ 1);

K_T - коефіцієнт токсичності викидів оксиду вуглецю від транспортних засобів.

Коефіцієнт токсичності СТ розраховується за наступною формулою:

$$K_T = \sum P_i * K_{Ti} ,$$

де P_i - склад транспортного потоку в частках одиниці, а K_{Ti} визначається з таблиці 5.4.

(наприклад, $K_T = 0,1*2,3+0,1*2,9+0,05*0,2+0,05*3,7+0,7*1=1,41$);

K_A - коефіцієнт польової проникності (табл. 5.5);

K_U - коефіцієнт, що враховує зміну забруднення повітря оксидом вуглецю в залежності від величини поздовжнього ухилу (табл. 5.6);

K_C - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації СО в залежності від швидкості вітру (табл. 4);

K_B - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації СО в залежності від вологості повітря (табл. 5.6); K_S - коефіцієнт, що враховує зміну концентрації СО в залежності від вологості повітря (табл. 5.6);

K_P - коефіцієнт збільшення забруднення повітря оксидом вуглецю поблизу перехрестя (табл. 5.7).

Таблиця 5.5

Коефіцієнт токсичності автомобілів

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_{Ti}
Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг)	2,3
Середній вантажний (до 3000 кг)	2,9
Важкий вантажний (більше 3000 кг) Автобус	0,2
Легковий	3,7
	1,0

Таблиця 5.6

Коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_A
Транспортні тунелі	2,7
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків	1,0
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою	0,6
Міські вулиці і дороги з одnobічною забудовою, набережні, високі насипи	0,4

Таблиця 5.7

Коефіцієнти, що враховують зміну забруднення атмосферного повітря карбон монооксидом залежно від поздовжнього нахилу, швидкості вітру, вологості повітря

Поздовжній нахил	K_y	Швидкість вітру, м/с	K_c	Відносна вологість повітря, %	K_v
0	1,00	1	2,70	100	1,45
2	1,06	2	2,00	90	1,30
4	1,07	3	1,50	80	1,15
6	1,18	4	1,20	70	1,00
8	1,55	5	1,05	60	0,85
		6	1,00	50	0,75
				40	0,60

Таблиця 5.8

Коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря карбон монооксидом біля пересічень

Тип пересічення	Коефіцієнт K_p
Регульоване пересічення	
– світлофорами звичайне	1,8
– світлофорами регульоване	2,1
– саморегульоване	2,0
Нерегульоване	
– зі зниженою швидкістю	1,9
– кільцеве	2,2
– з обов'язковою зупинкою	3,0

4. Ступінь забруднення води можна оцінити за допомогою тестів на проростання насіння. Оскільки сила проростання визначається як наявністю шкідливих домішок (сполук важких металів та інших токсичних речовин), так і вмістом необхідних для рослин елементів (азоту, фосфору і калію), такі тести можна розглядати як попередню підготовку до подальших хімічних аналізів для виявлення особливо забруднених водойм.

1. Візьміть зразки води різної якості:

- Водопровідна вода
- Вода з водойм (річок, озер); і
- Вода з оптимальним для рослин вмістом азоту, фосфору і калію
- Вода з надмірним вмістом азоту, фосфору та калію для рослин.

2. Вистеліть внутрішню частину чашки Петрі фільтрувальним папером і наклейте етикетку.

3. Змочіть фільтрувальний папір водою з кожного зразка.

4. Помістіть по 50 насінин жита або пшениці в кожену чашку.

5. Накрийте контейнери і залиште при кімнатній температурі на 4-7 днів.

6. На наступному занятті оцініть швидкість проростання насіння в кожному контейнері, а результати занесіть до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9.

Оцінка якості зразків води

№ зразка	назва зразка	кількість насінин				величина проростків					
		пророслих		непророслих		короткі		середньої довжини		довгі	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%

5. У містах діти зазвичай проводять час на свіжому повітрі у себе на подвір'ї. Тому облаштування та розташування дитячих спортивних та ігрових майданчиків має особливе значення. Дитячі спортивні та ігрові майданчики обстежуються за такими показниками: наявність зламаних конструкцій, побутових відходів, пляшок, гаражів, місць для паркування, доріг, рівень шуму та ступінь благоустрою. Порівняння екологічного стану кожного мікрорайону базується на бальній системі оцінювання (табл. 5.10). Отримані дані оформіть у вигляді таблиці 5.11.

Оцінка параметрів екологічного стану майданчиків

Параметр	Кількість балів	
	2	1
Зламні конструкції	менше 15%	більше 15%
Побутове сміття, пляшки	менше 40%	більше 40%
Наявність гаражів	відстань більше 15 м	відстань менше 15 м
Наявність автостоянок	відстань більше 15 м	відстань менше 15 м
Автомобільні дороги	відстань більше 15 м	відстань менше 15 м
Рівень шуму	менше 60 Дб	більше 60 Дб
Озеленіння	задовільно	незадовільно

Таблиця 5.11

Порівняльна характеристика екологічного стану дитячих спортивно-ігрових майданчиків

мікрорайон	№ майданчика	зламні конструкції	побутове сміття, пляшки	гаражі	автостоянки	автомобільні дороги	рівень шуму	озеленіння	Загальна кількість балів

6. Підготувати коротку презентацію, яка включатиме:

- Основні джерела забруднення
- Вплив на довкілля і здоров'я людини
- Можливі способи зменшення забруднення

Тематики:

1. Забруднення атмосфери (викиди від автомобілів, промислових викидів)
2. Забруднення гідросфери (стічні води, відходи)
3. Забруднення літосфери (пластикові відходи, промислові відходи)

7. Льодовики Гренландії, що датуються 800 роком до н.е., містять 0,0004 мкг плумбуму на кг льоду; лід, що утворився в 1753 році, містить у 25 разів більше плумбуму; лід, що утворився в 1969 році, містить 0,2 мкг на кг, або в 500 разів більше плумбуму. містив плумбуму. Поясніть, як плумбум потрапив у льодовики Гренландії. Поясніть, чому вміст плумбуму в льодовиках збільшився.

8. Які види антропогенної діяльності можуть призвести до руйнування та забруднення літосфери?

Практична робота № 6

Моніторинг навколишнього середовища.

Мета: Поглибити знання про призначення, структуру та організацію сучасних систем моніторингу довкілля; сформувати навички та вміння системного мислення, аналізу, інтерпретації та узагальнення знань; розвивати дослідницьку та екологічну компетентність у студентів вищих навчальних закладів.

Дидактичні матеріали та обладнання: методичні пропозиції, посібники, довідкова література, зошити, ручки.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

Моніторинг (від лат. monitor - той, хто стежить, нагадує, попереджає, спостерігає) - це комплексна науково-інформаційна система спостережень, оцінки та прогнозування стану навколишнього природного середовища. Термін «моніторинг» з'явився перед Стокгольмською конференцією ООН з навколишнього середовища (5-16 червня 1972 року). Перша пропозиція щодо створення такої системи була представлена в 1971 році експертами SCOPE (Наукового комітету з проблем навколишнього середовища), а глобальний моніторинг був започаткований на основі рішення, прийнятого на міжнародній конференції в Найробі в 1974 році. Термін «моніторинг» виник на противагу або на додаток до терміну «контроль» і означає не лише спостереження та збір інформації, але й експериментальне моделювання, елементи позитивних дій та рекомендації щодо управління станом довкілля. Як система.

Основні елементи моніторингу як системи були вперше узагальнені в 1973 році в роботі Р. Манна. Створенню наукової бази та основних принципів сучасного екологічного моніторингу присвячені роботи І.П. Герасимова, Ю.А. Ізраєля, М.Ф. Реймерса, А.Г. Шапара та інші.

Об'єктом моніторингу є багатокomпонентна сукупність природних явищ, що піддаються різноманітним природним динамічним змінам і перебувають під впливом людської діяльності.

Основною метою моніторингу є спостереження, оцінка та прогнозування стану навколишнього природного середовища та рівня його забруднення.

Основним принципом моніторингу є безперервний нагляд (систематичне спостереження). В організації систем моніторингу також важливими є наступні принципи:

- нормативно-правова, організаційна та методологічна узгодженість;
- сумісність технологій, інформації та програмного забезпечення, що складають систему моніторингу;
- своєчасність отримання, комплексність обробки та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;
- об'єктивність та оперативність доведення первинної, аналітичної та прогнозної екологічної інформації до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової

інформації, громадськості, відповідних міжнародних організацій та міжнародної спільноти.

Сучасний моніторинг довкілля має вирішувати такі завдання:

- спостереження за станом біосфери, виявлення змін, спричинених людською діяльністю, та узагальнення спостережень за геофізичними та фізико-географічними параметрами навколишнього середовища
- оцінювати зміни і тенденції в біосфері, порівнюючи їх з певними критеріями (гдк, гдв, гдкі, гдк), які вказують на межі впливу на навколишнє середовище
- прогнозування та виявлення тенденцій у змінах біосфери, щоб рекомендації, які на них базуються, можна було використовувати для коригування планів людського суспільства;
- оцінка природно-ресурсного потенціалу;
- вибір показників, які найкраще описують стан довкілля;
- забезпечення науково-інформаційної підтримки управлінських рішень;
- виявлення критичних ситуацій та надзвичайних ситуацій, що суперечать екологічній безпеці.

Структура системи моніторингу складається з чотирьох блоків, пов'язаних між собою прямими і зворотними зв'язками (рис. 6.1).

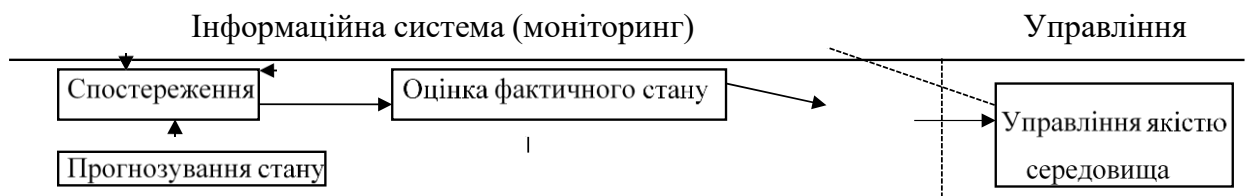


Рис. 6.1. Блок-схема структури системи моніторингу довкілля: ППР – підтримка прийняття управлінських рішень.

Ці блоки об'єднують основні елементи моніторингу:

- 1) спостереження за факторами впливу та станом довкілля;
- 2) прогнозування майбутнього стану довкілля;
- 3) оцінка фактичного та прогнозованого стану довкілля.

Залежно від просторово-часових параметрів процесу чи об'єкта управління або мети, завдань і методів моніторингу розрізняють різні рівні та види останнього.

Залежно від територіального охоплення (масштабу спостереження) розрізняють три основні рівні або ступені сучасного моніторингу:

- Регіональний (біоекологічний, санітарно-гігієнічний, імпактний) моніторинг - спостереження за окремими об'єктами (підприємствами, ландшафтними зонами, районами, невеликими містами);

- Регіональний (геоекологічний, природно-господарський) моніторинг - здійснюється в межах адміністративно-територіальних одиниць, економічних зон та природних територій;
- Національний моніторинг - здійснюється на території всієї країни;
- Глобальний (біосферний, фоновий, базовий) моніторинг - здійснюється відповідно до міжнародних угод у цій сфері (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Система наземного моніторингу навколишнього середовища

Ступені моніторингу	Об'єкти моніторингу	Показники, що характеризуються
Локальний (санітарно-гігієнічний, біоекологічний)	Приземний шар повітря	ГДК токсичних речовин
	Поверхневі і ґрунтові води, промислові та побутові стоки, різні викиди	Фізичні і біологічні подразники (електромагнітні випромінювання, шуми, мікроорганізми, алергени, тощо)
	Радіоактивні випромінювання	Гранична ступінь радіовипромінювання
Регіональний (геосистемний, природно-господарський)	Зникаючі види рослин і тварин	Популяційний стан видів
	Природні екосистеми	Структура і порушення екосистем
	Агроекосистеми	Врожайність с/госп. культур
Глобальний (біосферний, фоновий)	Лісові екосистеми	Продуктивність насаджень
	Атмосфера	Радіаційний баланс, тепловий перегрів, склад і запилення
	Гідросфера	Забруднення річок і водойм; водні басейни, колоообіг води на континентах
	Рослинний та ґрунтовий покрив, тваринний світ	Глобальні характеристики стану ґрунтів, рослинног покриву, тваринног світу. Глобальні кругообіги, баланс CO ₂ , O ₂ тощо

Залежно від масштабів та об'єктів спостережень моніторинг поділяють таким чином:

- медико-біологічний моніторинг - моніторинг факторів, пов'язаних із здоров'ям людини,
- екологічний моніторинг - моніторинг факторів, пов'язаних зі станом екосистем,
- кліматичний моніторинг - моніторинг факторів, пов'язаних зі станом клімату.

Залежно від мети, моніторинг можна поділити на **базовий моніторинг** (спостереження за переважно природними явищами у всій біосфері без локальних

антропогенних впливів, що здійснюється в непорушених ділянках біосфери (біосферних заповідниках)) та моніторинг впливу (моніторинг локальних та регіональних антропогенних впливів, особливо в зонах або на ділянках, що перебувають під загрозою)(13) .

Залежно від методу спостереження, моніторинг можна поділити на такі види:

- по-перше, фізичний, хімічний, біологічний та дистанційний (повітряний та космічний (супутниковий));
- по-друге, контактний та безконтактний (дистанційний);
- по-третє, наземний та космічний.

Залежно від підходу до проведення спостережень, моніторинг можна поділити на моніторинг джерел забруднення, компонентний моніторинг, параметричний моніторинг, екосистемний моніторинг, санітарно-гігієнічний моніторинг та геоекосистемний моніторинг.

Залежно від середовища спостереження розрізняють гідросферний, літосферний, атмосферний. Залежно від реакції основних компонентів біосфери моніторинг поділяється на геофізичний, геохімічний, біологічний (у тому числі генетичний) та екологічний (у тому числі геофізичний, геохімічний та біологічний). Залежно від природи об'єкта, моніторинг стосується заповідників, лісів, водних комплексів, сільськогосподарських ландшафтів, сільських ландшафтів, промислових ландшафтів та технічних ландшафтів.

Принципи класифікації систем моніторингу

Принцип класифікації	Існуючі або перспективні системи моніторингу
За універсальністю системи	глобальний, включаючи фоновий та палеомоніторинг; міжнародний моніторинг транскордонного переносу забруднюючих речовин; національний; регіональний; локальний
За реакцією основних складових біосфери	геофізичний моніторинг; біологічний моніторинг, в тому числі генетичний; екологічний моніторинг (включаючи геофізичний та біологічний)
За основними складовими геосферами біосфери	моніторинг антропогенних змін атмосфери, гідросфери, літосфери
За джерелами впливу	моніторинг джерел забруднень; інгредієнтним моніторинг (окремих забруднюючих речовин, радіоактивних випромінювань, шумів тощо)
За факторами впливу	біотичний; абіотичний
За рівнем гостроти та глобальності	моніторинг океану; моніторинг клімату Землі; моніторинг озоносфери тощо
За методами спостережень	аерокосмічний моніторинг, моніторинг фізичних показників, моніторинг хімічних показників; моніторинг біологічних

	показників;
За системністю підходу	медико-біологічний або санітарно-гігієнічний (стану здоров'я населення), біоекологічний, кліматичний. Варіанти: біо-, геоєкологічний, біосферний, природно-господарський тощо
За призначенням та управлінням	загальний (стандартний) моніторинг, оперативний (кризовий) моніторинг, фоновий (науковий) моніторинг

Згідно з концепцією систем моніторингу Ю.А. Ізраеля (1984), існує три основні підходи до визначення предмета моніторингу:

1. Класифікація систем моніторингу в контексті спостереження (табл. 6.2)

2. Системи екологічного моніторингу в контексті управління навколишнім середовищем (рис. 6.2)

3. Класифікація забруднювачів за класами пріоритетності (чим вище клас, тобто чим нижче порядковий номер, тим вище пріоритет), визначеними на першій нараді з моніторингу в Найробі (при моніторингу території найвищий пріоритет надається містам і районам, де збирається питна вода). У навколишньому середовищі найвищий пріоритет надається повітрю в атмосфері та воді у прісних водоймах (особливо тих, що мають слабку проточність). Для повітря найважливішими складовими є пил, сірка, вуглець, оксиди азоту, важкі метали, бенз(а)пірен та пестициди. Для води - це біопродукти, феноли та нафтопродукти. Найбільш пріоритетними джерелами забруднення є дорожній рух, теплові електростанції та підприємства кольорової металургії (табл. 6.3)

Таблиця 6.2

Класифікація реакцій природних систем, джерел і факторів впливу, які повинні бути охоплені системою моніторингу (Ю.А. Ізраель, 1984)

Об'єкти моніторингу	Класифікація
1. Локальні джерела та фактори впливу	Джерела забруднень та впливів; Фактори впливу (забруднюючі речовини, випромінювання тощо)
2. Стан навколишнього природного середовища	Стан середовища, який характеризується фізичними та фізико-географічними даними; Стан середовища, який характеризується геохімічним даним, даними про склад та характер забруднень
3. Стан біотичної складової біосфери	3.1. Реакція біоти – відгуки та наслідки: А. Окремого організму; Б. Популяції; В. Угруповань та екосистем
4. Реакція великих систем і біосфери в	Реакція великих систем (атмосфера, клімат та ін.);

цілому	Реакція біосфери в цілому
5. Стан здоров'я та добробуту населення	Вплив стану довкілля на захворюваність і здоров'я населення; Вплив змін стану довкілля на добробут населення

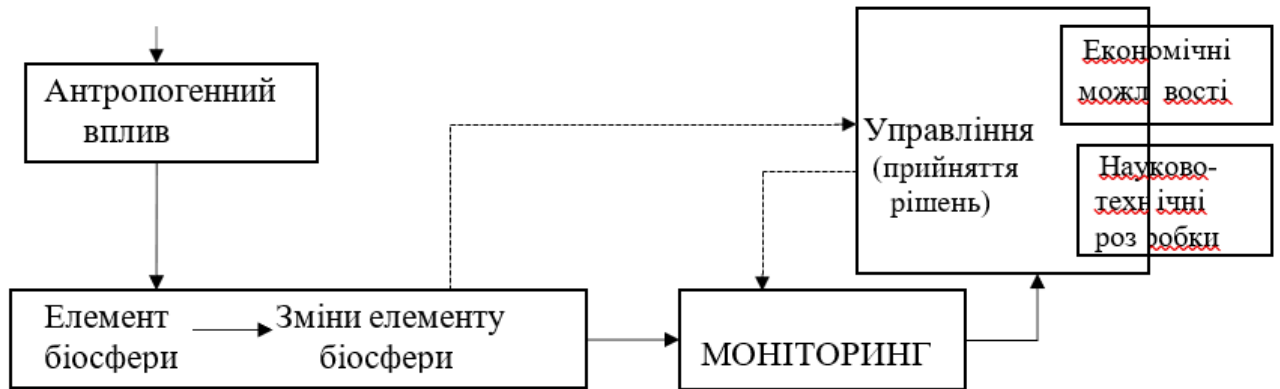


Рис. 6.2 Блок-схема системи моніторингу в контексті екологічного менеджменту

Таблиця 6.3

Класифікація забруднювачів за класами пріоритетності (Ю.А. Ізраель, 1984)

	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми (рівень моніторингу)
1	Діоксид сірки, завислі частинки Радіонукліди ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$)	повітря їжа	імпактний, регіональний, фоновий імпактний, регіональний
2	Озон ДДТ та інші хлорорганічні сполуки Кадмій	тропосфера, стратосфера; біота; їжа, вода, людина	імпактний фоновий імпактний, регіональний імпактний
3	Нітрати, нітрити Оксиди азоту	вода, їжа повітря	імпактний імпактний
4	Ртуть та її сполуки Свинець Діоксид вуглецю	їжа, вода повітря, їжа повітря	імпактний, регіональний імпактний фоновий
5	Оксид вуглецю Вуглеводні нафти	повітря морська вода	імпактний регіональний, фоновий
6	Фториди	прісна вода	імпактний
7	Азбест Арсен (миш'як)	повітря питна вода	імпактний імпактний
8	Мікротоксини Мікробіологічні забруднення Реакційно спроможні забруднення	їжа їжа повітря	імпактний, регіональний імпактний, регіональний імпактний

Глобальний (біосферний, фоновий) моніторинг дає змогу спостерігати, оцінювати та прогнозувати можливі зміни в біосфері Землі як середовищі існування людини. Розвиток і координація Глобальної системи моніторингу довкілля (ГСМД) здійснюється в рамках ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища, спеціалізована установа системи ООН, створена за рекомендаціями Стокгольмської конференції з навколишнього середовища 1972 року зі штаб-квартирою в Найробі (Кенія)). У програмі Глобальної системи моніторингу довкілля беруть участь такі установи та організації ООН Всесвітня метеорологічна організація (ВМО), заснована в 1947 році; Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), заснована в 1946 році (штаб-квартира в Женеві, Швейцарія); Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО), заснована 4 вересня 1946 року (штаб-квартира в Парижі, Франція); і ФАО (Продовольча і сільськогосподарська організація ООН), заснована в 1945 році (14).

Основними цілями програми є:

- організувати розширену систему попередження про загрози для здоров'я людини
- оцінити вплив глобального забруднення повітря на клімат
- оцінити кількість та розподіл забруднення в біологічних системах, особливо в трофічних ланцюгах;
- оцінити критичні проблеми, що виникають внаслідок сільськогосподарської діяльності та землекористування;
- оцінити реакції наземних екосистем на вплив на навколишнє середовище
- оцінити забруднення морського середовища та його впливу на морські екосистеми;
- створити міжнародну систему попередження про природні небезпеки.

Під егідою ЮНЕП створюється глобальна мережа станцій інтегрованого фонового моніторингу (IBMS) для моніторингу конкретних параметрів навколишнього середовища. Спостереження охоплюють всі типи екосистем, як водних (морські та прісноводні), так і наземних (ліси, луки, пустелі та височини).

Глобальні процеси є предметом пильної уваги та міжнародного співробітництва промислово розвинених країн: Міжнародна комісія з супутникового спостереження Землі (IEOSC) була створена в рамках загальної угоди країн «Великої вісімки» (Великобританія, Італія, Канада, США, Франція, Німеччина, Японія та Росія). Комісія підписала Декларацію про спільні дії щодо запобігання зміні клімату. Плани включають зниження енергоємності виробленої продукції, підвищення ефективності обладнання теплових електростанцій і збільшення частки відновлюваних джерел енергії.

Прикладом глобальної програми моніторингу є Система спостереження за навколишнім середовищем США (EOS). Ця система, яка має міждисциплінарну структуру, працює з даними з трьох супутників, якими керує персонал Постійної орбітальної системи. Вона включає близько 40 приладів, серед яких відеоспектрометри, радіометри, лідарні ехолоти та радіовисотоміри. EOS планується як інформаційна система, аналіз даних якої допоможе зрозуміти функціонування Землі як природного комплексу «атмосфера - гідросфера - кріосфера - біосфера», визначити межі її мінливості та допомогти оцінити напрямки майбутньої еволюції. Величезний обсяг інформації вимагає великих витрат на її обробку.

У 1990 році Європейська Рада вирішила створити Європейське агентство з навколишнього середовища (ЄАОС) як головну організацію ЄС, що займається екологічною інформацією. ЄАОС також заснувало Європейську мережу спостережень за екологічною інформацією (<https://www.eionet.europa.eu/>). Наразі EIONET складається з ЄЕЗ та близько 400 національних організацій з 38 країн, а також семи спеціалізованих галузевих центрів.

Національний моніторинг - це система моніторингу в межах країни. Така система відрізняється від глобального моніторингу не тільки масштабами, але й тим, що основним завданням національного моніторингу є отримання інформації та оцінка стану довкілля в національних інтересах. Офіційно система моніторингу довкілля в Україні була створена у 1972 році, одночасно з організацією Державної служби контролю та моніторингу. Закон «Про охорону навколишнього природного середовища» містить статті про моніторинг. Перше з них.

Постановою Кабінету Міністрів України № 785 від 23 вересня 1993 року було затверджено «Положення про державний моніторинг НПС», а 30 березня 1998 року набула чинності нова редакція Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» (№ 391).

Національна система моніторингу довкілля України базується на досвіді гідрометеорологічних служб та результатах аналізу наявної інформації про забруднення довкілля. Для раціонального розміщення пунктів громадського спостереження та визначення пріоритетних забруднювачів слід враховувати наступне:

- загальна інформація про існуючі та можливі джерела забруднення (наприклад, окремі підприємства, розташовані у великих містах, промислові зони, великі тваринницькі ферми, території з унікальними природними об'єктами);
- історичні спостереження за рівнями забруднення (переважно пілотні);
- дані про рівні забруднення в інших країнах та великих містах.

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України разом з іншими органами державного управління, згаданими вище, забезпечить

- 1) вдосконалення мережі моніторингу довкілля
- 2) раціоналізацію та оптимізацію спостережень
- 3) поєднання методів спостереження та лабораторних аналізів
- 4) покращення інфраструктури вимірювальних приладів та систем контролю
- 5) створення міжвідомчого банку даних про стан довкілля
- 6) створення місцевих, регіональних та національних центрів моніторингу довкілля
- 7) координація робіт, що проводяться в Україні в рамках міжнародних екологічних програм з використанням результатів моніторингу.

Національна система моніторингу України має ієрархічну структуру. Перший рівень - це пункти спостереження, звідки інформація передається до центрів збору та обробки даних (на місцевому рівні), де дані обробляються та класифікуються, а потім передаються на другий рівень - регіональні обчислювальні центри. З цих центрів інформація про рівень забруднення навколишнього середовища передається місцевим зацікавленим організаціям. Третій рівень системи - головний центр збору даних, де зберігається та обробляється інформація про екологічну ситуацію в національному масштабі. Завдання програмування змін стану довкілля та прийняття управлінських рішень, тобто прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану довкілля, вирішується в рамках системи моніторингу за допомогою математичного моделювання (рис. 6.3).



Рис. 6.3 - Схема загальної інформаційної структури служби моніторингу довкілля (СМД) «Україна».

Національна система моніторингу довкілля є багатоцільовою, багаторівневою, відкритою та інтегрованою системою, що функціонує на національному, регіональному, відомчому та місцевому рівнях. Її діяльність регулюється Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження

Порядку організації та здійснення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

Про затвердження Порядку організації та здійснення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод», «Про затвердження Положення про моніторинг земель», «Про затвердження Положення про моніторинг земель», «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» тощо.

На думку О.М. Скакальського, організація регіонального моніторингу довкілля необхідна для оптимізації загальнодержавної системи моніторингу, а методологію його розробки продемонстрували такі провідні вчені, як Національна академія наук України та Придніпровський науковий центр Міністерства освіти і науки України (м. Київ), Український інститут екологічних проблем (м. Київ) та Український інститут екології (м. Київ). (Харків), Інститут природокористування та екології НАН України (Дніпро) та ін.

Структурно регіональна система моніторингу включає такі складові:

- Регіональна система моніторингу: окремі ділянки території з підвищеним антропогенним навантаженням (зони впливу потенційно небезпечних підприємств, водосховища тощо)

- Галузеві системи моніторингу: створюються організаціями, що входять до складу національних систем моніторингу;

- Об'єктові системи моніторингу: системи, що експлуатуються окремими підприємствами або групами підприємств, тобто об'єктами, однаковими за характером впливу на навколишнє середовище або призначенням.

У регіоні збір та аналіз даних про стан довкілля здійснюється за такими напрямками:

- Моніторинг якості повітря
- Моніторинг внутрішніх вод
- Моніторинг прибережних вод
- Моніторинг ґрунтів
- Моніторинг показників біорізноманіття
- Радіаційний моніторинг.
- Обмін інформацією.

В результаті моніторингу за вищезазначеними напрямками буде здійснюватися наступний сфокусований моніторинг:

- оперативно-технічний моніторинг. тобто комплексне дослідження стану об'єктів довкілля за допомогою стаціонарних та мобільних технічних засобів;
- статистичний моніторинг, тобто опосередковане спостереження за об'єктами з використанням ретроспективної та оперативної статистичної інформації;
- аудіо-відео моніторинг - дослідження об'єктів довкілля за допомогою аудіо-відео апаратури;
- соціологічний моніторинг - соціологічні дослідження впливу діяльності людини на довкілля та формування екологічної культури;
- науково-пропагандистський моніторинг - різнобічне дослідження екологічної проблематики, наприклад, через вивчення науково-пропагандистських публікацій.

Нагальними завданнями у розвитку регіональної системи моніторингу довкілля є наступні:

1) подальша розробка та впровадження єдиного підходу та програмного забезпечення для узагальнення і відображення екологічної інформації та результатів оцінки стану довкілля з використанням ГІС-технологій;

2) модернізація та переоснащення засобів аналізу та управління службою моніторингу природних об'єктів Запорізького регіону та м. Запоріжжя;

3) фінансова та адміністративна відповідальність усіх зацікавлених сторін за оперативне надання інформації та об'єктивність регіональної системи моніторингу довкілля щодо динаміки змін у навколишньому природному середовищі.

Хід роботи

1. Охарактеризуйте діяльність Європейської мережі екологічної інформації та спостережень.

2. Зобразіть структуру Експертних тематичних центрів (ЕТЦ) та заповнити відповідні колонки в табл. 6.4.

Назва ЕТС	Головна установа	Склад консорціуму	Основні напрями діяльності

3. Отримайте інформацію про організацію та діяльність відділу екології виконавчого комітету Запорізької міської ради (м. Запоріжжя), використовуючи Інтернет-ресурси.

4. Встановіть відповідність між термінами та їх визначеннями.

Терміни	Визначення
1. Біологічний моніторинг	A. Оцінка стану екосистем та їх складових
2. Хімічний моніторинг	B. Спостереження за змінюванням біорізноманіття
3. Фізичний моніторинг	C. Вимірювання фізичних характеристик довкілля
4. Екологічний моніторинг	D. Контроль за забруднюючими речовинами

5. Опишіть можливості використання рослин для моніторингу впливу забруднення на довкілля.

6. На базі даних моніторингу води в річці за останні 5 років було виявлено, що концентрація нітратів у воді становила:

2019 рік: 15 мг/л

2020 рік: 12 мг/л

2021 рік: 18 мг/л

2022 рік: 14 мг/л

2023 рік: 20 мг/л

Яка середня концентрація нітратів у воді за цей період?

Який рік мав найвищу концентрацію нітратів?

7. Яка з наведених причин є основною для проведення моніторингу навколишнього середовища?

A. Визначення кількості населення

B. Оцінка економічної ефективності підприємств

C. Виявлення та контролювання забруднень

D. Планування нових будівель

8. Яка з наведених організацій зазвичай займається моніторингом довкілля в Україні?

9. Які основні цілі моніторингу навколишнього середовища? Наведіть три приклади.

10. Опишіть, як технології дистанційного зондування використовуються для моніторингу довкілля.

Практична робота № 7

Екологічна свідомість, культура, етика, освіта, виховання – невід’ємні складові сталого розвитку.

Мета: систематизація та поглиблення знань про формування екологічної свідомості, екологічної етики, гуманізму, культури та екологічної освіти і розвитку як невід’ємної складової сталого розвитку; формування вміння діяти з урахуванням етичних міркувань; формування вміння застосовувати набуті знання у практичній та навчальній діяльності; розвиток екологічної, загальнокультурної та інформаційної компетентності.

Дидактичні матеріали та обладнання: зошити, ручки, доступ до Інтернету.

Короткі теоретичні відомості. Основні поняття та терміни

Екологічна свідомість - форма суспільної свідомості, що являє собою стійку сукупність знань та уявлень людей про навколишнє природне середовище, антропогенне навантаження на нього, рівень використання ресурсів, реальне розуміння загроз, що виникають при цьому, та можливостей захисту. Екологічну свідомість можна трактувати як вищий рівень психічного відображення природного, техногенного та соціального середовища і внутрішнього світу людини, саморегуляції цього відображення та усвідомлення місця і ролі людини в реальному світі.

Екологічна свідомість включає в себе сукупність знань про способи і засоби управління та захисту навколишнього середовища. Вона в основному створюється урядовими та неурядовими організаціями.

У суспільному житті екологічна свідомість виконує такі функції:

1) Пізнавальну - з'ясування характеру взаємовідносин між суспільством і природою, виявлення причин глобальної екологічної кризи та пошук шляхів її подолання задля виживання людини і природи;

2) Регулятивна - забезпечення ефективного функціонування механізмів раціонального управління взаємовідносинами між суспільством і природою; та

3) Нормативна - розробка норм сталого розвитку системи «суспільство-природа». Розробка норм сталого розвитку системи «суспільство-природа», розробка норм раціональної діяльності з перетворення природи;

4) Прогнозування - оцінка можливих негативних наслідків господарської діяльності на довкілля та пошук шляхів їх мінімізації, нейтралізації або уникнення;

5) Просвітництво - закладення основ для формування екологічної культури, екологічної компетентності та відповідальної поведінки окремих осіб і суспільства в цілому.

Екологічна обізнаність формує екологічну культуру людини, що включає знання про навколишнє природне середовище, вміння спостерігати природні явища та розуміти їх взаємозалежність, причини і наслідки, а також готовність діяти на благо довкілля. Екологічна культура включає в себе вміння спостерігати природні явища і розуміти їх взаємозалежність, причини і наслідки, а також готовність діяти на користь довкілля. Екологічна культура прискорює процес перетворення набутих екологічних знань на норми повсякденного життя, розвиває здатність мислити екологічними категоріями та визначає фактичну відповідність концепції *Homo sapiens* (13).

У 20 столітті як в Україні, так і в світі переважала людиноцентрична екологічна свідомість. Тобто система уявлень про світ, в якій найвищою цінністю є людина, а природа має цінність лише в тій мірі, в якій вона корисна людині. Мета взаємодії з природою сприймалася як задоволення людських потреб, а характер взаємодії визначався прагматичними імперативами. Правильним і допустимим є те, що приносить користь людині і людству, а природоохоронні дії повинні керуватися віддаленим утилітаризмом, наприклад, необхідністю зберегти природне середовище і зробити його доступним для майбутніх поколінь. Однак в результаті довкілля опинилося в серйозній небезпеці. Реальність загрози сприяла усвідомленню нагальної потреби розвитку екоцентричної екологічної свідомості як системи мислення про навколишній світ. Згідно з цим поглядом, найвищою цінністю є гармонійний розвиток людини і природи як елементів єдиної системи. Людський інтелект не надає людині привілеїв, а навпаки, накладає на неї додаткові зобов'язання та відповідальність за стан довкілля. Метою взаємодії з природою є максимальне задоволення потреб як людини, так і природи, а характер взаємодії має визначатися екологічними імперативами, що ґрунтуються на екосистемному підході, з одного боку, та загальним принципом «рівності поколінь» (відмова від будь-яких дій, що можуть знищити майбутнє життя), з іншого.

З точки зору «екологічних імперативів» як форми заповідей, формальних і неформальних вимог, норм, заборон і обмежень, що застосовуються до всіх видів діяльності, «правильним і допустимим є те, що не порушує екологічної рівноваги», «етичні норми і правила однаково поширюються на взаємодію між людиною і світом природи», «природоохоронна діяльність визначається необхідністю захисту природи заради неї самої», «поняття “суспільний прогрес” потребує перегляду».

Термін «екологічний імператив» був введений відомим радянським математиком, провидцем і вченим М.М. Моїсеєвим. Моїсеєв довгий час працював над розробкою концепції «золотого мільярда». На думку вченого, в основі екологічної свідомості лежать екологічні імперативи, а коеволюція - це узгодження «стратегії природи» і «стратегії розуму».

Рівень екологічної свідомості визначається низкою чинників, найважливішими з яких є індивідуальні та суспільні погляди і переконання,

сприйняття етичних і культурних цінностей, рівень стурбованості екологічними проблемами, оцінка загроз природі, ефективність екологічного законодавства та інформованість про навколишнє середовище і його стан. Рівень екологічної свідомості суспільства визначається експертними оцінками, соціологічними дослідженнями та аналізом екологічних рухів і соціальних конфліктів. Під екологічною свідомістю розуміють наявність екологічних знань, установок, світогляду, етики та культури. Людство - єдиний вид на планеті, чия діяльність, завдяки розуму і високим технологіям, досягла геологічних масштабів могутності і тепер вимагає особливих етичних обмежень (14).

Екологічна етика - це вчення про основи взаємовідносин людини з природою, що ґрунтується на визнанні морального статусу природи, високій повазі до її цінності та дотриманні прав усіх компонентів природних екосистем на гармонійне існування.

Засновниками екологічної етики є американський еколог Альдо Леопольд та німецький лікар і філософ Альберт Швейцер, які почали активно розвивати це вчення на початку 20 століття. Екологічна етика пропонує і захищає концепцію моральних відносин між людиною і природою. Найважливішим питанням екологічної етики є те, чи повинна людина ставитися до природи як до об'єкта (речі), чи як до суб'єкта (рівноправної істоти з моральним статусом і правами). Екологічна етика може існувати лише тоді, коли до природи ставляться як до суб'єкта. На відміну від екологічної етики, антропоцентрична етика розглядає природу як об'єкт, тому шкода природі вважається шкодою лише іншим людям, державі тощо, залежно від того, чиєю власністю вона є.

Основними принципами екологічної етики є:

- 1) принцип захисту життя в різних його формах (охорона дикої природи, збереження біорізноманіття, збереження життя, екологічної цілісності, стабільності та краси);
- 2) принцип єдності людини і природи;
- 3) принцип відповідальності;
- 4) принцип достатності;
- 5) принцип автономії, творення добра і справедливості.

Основою екологічної етики є любов до природи, яка є основою екологічного гуманізму. Екологічний гуманізм - це форма гуманізму, яка поєднує в собі боротьбу за соціальну справедливість і протидію військовим діям, зелені громадські рухи і захист тварин, вегетаріанство і співчуття. Він базується на принципі єдності людини і природи та визнає рівність усіх живих істот. Він заохочує розвиток такої форми поведінки, яка іноді вимагає самопожертви, а також терпіння. В екологічному гуманізмі люди починають розуміти, що вони

єдині з природою не лише теоретично, але й практично, через власну культуру та поведінку.

Основними принципами екологічного гуманізму, за визначенням сучасного російського вченого А.О. Горелова, є

- 1) Гармонія між людиною і природою
- 2) Рівність усіх живих істот
- 3) Відмова від насильства
- 4) Самоконтроль замість збільшення споживання
- 5) Розвиток творчої особистості
- 6) Необхідність морального самовдосконалення
- 7) Індивідуальна відповідальність за світ
- 8) Золоте правило екології - ставитися до всієї природи так, як би ти хотів, щоб ставилися до тебе;
- 9) Збереження природного, людського та культурного різноманіття.

У документах Конференції ООН з навколишнього середовища і сталого розвитку, що відбулася в Ріо-де-Жанейро (1992 р.), зазначено, що формування екологічної культури населенням планети має стати пріоритетним завданням для людства.

Екологічна культура - це історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, що знаходить своє вираження у формах і типах організації життєдіяльності та у створених людиною цінностях. В.С. Крисаченко стверджує, що екологічна культура є складовою життя людини з моменту її народження і є феноменом 20 століття, зазначаючи, що вона відображає здатність людини нового типу відчувати живе життя, адаптуватися, гармонізувати власні потреби зі структурою Всесвіту, І.В. Качур стверджує, що екологічна культура є невід'ємною частиною загальної структури культури і її високий рівень відображає світ людини і людину у світі(15) .

Екологічна культура слугує регулятором людської діяльності. По суті, це своєрідний кодекс поведінки, що регулює природоохоронну діяльність. За змістом екологічну культуру можна розглядати як сукупність знань, норм, стереотипів і правил поведінки людини в природі.

Норми екологічної культури не є фіксованими і незмінними. Вони динамічні, змінюються і розвиваються під впливом способів перетворення і використання природи в суспільстві. Водночас екологічна культура транслює досвід природоохоронної діяльності попередніх поколінь і слугує рушійною силою прогресу, сприяючи визнанню нового та адаптації до реальності. Насамперед, це створення якісно нових інструментів і систем дій для вирішення

проблем глобальної екологічної кризи через механізми, що екологізують суспільну свідомість, використовуючи принципи екологічної етики та гуманізму.

У сучасному світі екологічна культура набуває особливого значення. В умовах кризи, вперше в історії людства, культура виконує нову функцію соціального самозбереження. Формування екологічної культури є складною соціальною проблемою і може бути вирішена лише системно, із залученням фінансових, політичних, правових та освітніх елементів. Стан екологічної культури визначається культурною спадщиною, джерелами інформації, національною екологічною політикою, екологічними інвестиціями, спрямованими на поліпшення стану довкілля, екологічними умовами та ефективністю діяльності екологічних інститутів суспільства, екологічною освітою та мораллю людей. Рівень екологічної культури значною мірою визначає екологічну безпеку країни та біосфери в цілому(16) .

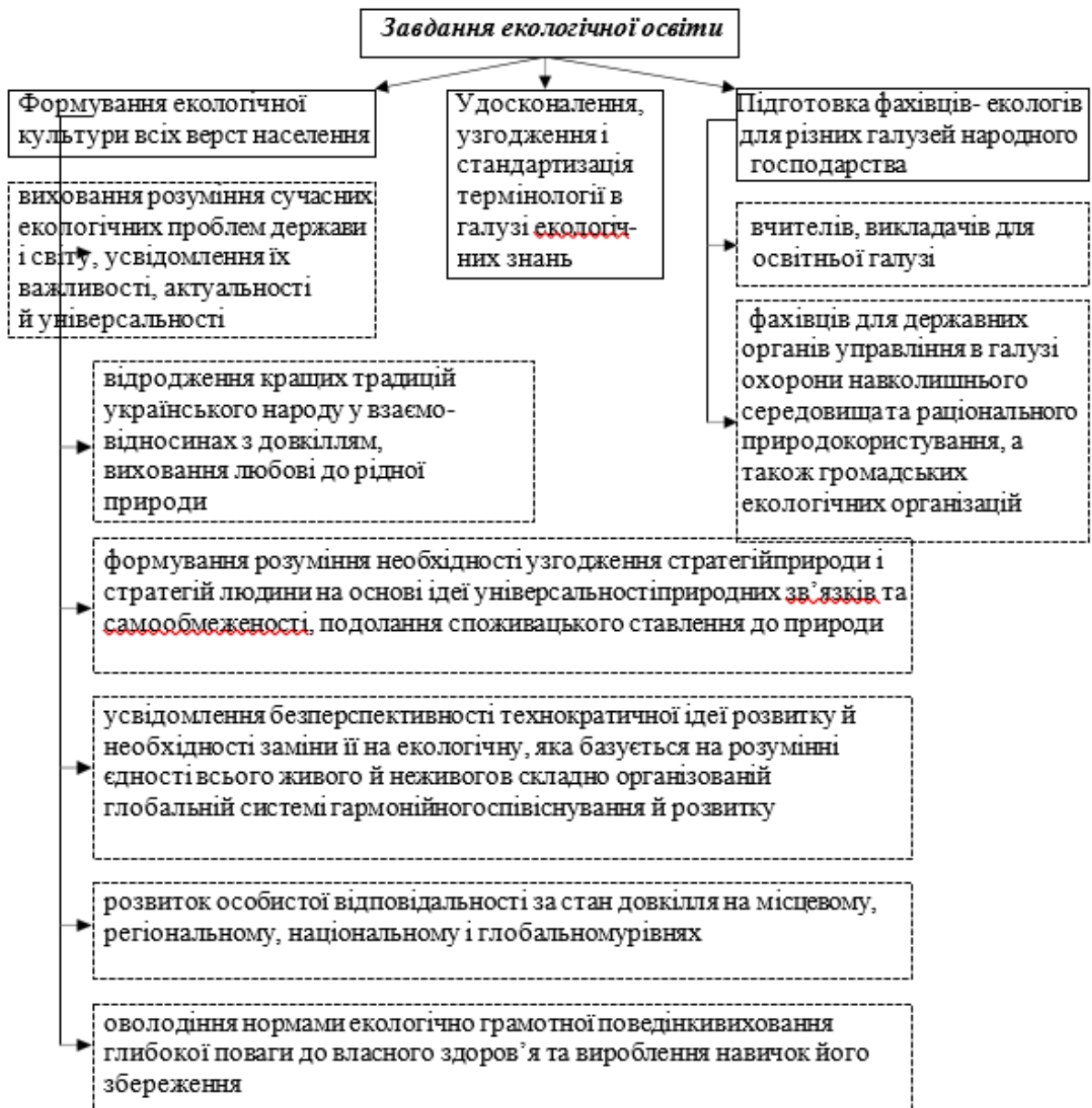
Екологічна свідомість та екологічна культура формуються через екологічну освіту. Тільки формування екологічно свідомих майбутніх людей з високим рівнем екологічної культури та компетентності здатне захистити природні умови існування цивілізації та спрямувати її на шлях сталого розвитку. Освіта дає наукові знання, формує наукову картину світу, світогляд, фундаментальні цінності та орієнтації, забезпечує екологічну компетентність.

Освіта є основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, успішної соціалізації та економічного процвітання, а також запорукою розвитку суспільств і націй, об'єднаних спільними цінностями та культурою. Екологізація є пріоритетом реформи освіти третього тисячоліття, поряд з фундаменталізацією, гуманізацією, персоналізацією, інтеграцією, інноваційністю та позитивізмом.

Екологічна освіта - це комплексне культурне явище для всього населення України як частина національної та громадської системи освіти (включаючи екологічну освіту у співпраці з громадськими екологічними організаціями), що включає екологізацію навчальних дисциплін та освітніх програм, професійну екологічну освіту через базову екологічну освіту, процеси навчання, виховання та саморозвитку. Метою має бути створення культури.

Екологічна освіта визнана одним з ключових чинників побудови гармонійного суспільства, засобом розвитку та ефективної організації виробництва і споживання без шкоди для ресурсів біосфери. Екологічна освіта є самостійним елементом системи загальної освіти, але водночас відіграє в ній інтегровану роль. Екологічна освіта ґрунтується на принципах гуманізму, науковості, доступності, безперервності, наскрізності, міждисциплінарності, системності, комплексності та універсальності і враховує індивідуальні інтереси, стимули, особливості соціальних і територіальних груп та професійних категорій.

Концепція екологічної освіти визначає її пріоритети як загальнодержавний нормативно-правовий документ та елемент національної стратегії сталого розвитку (рис. 7.1).



Основними складовими екологічної освіти є: екологічні знання - екологічне мислення - екологічний світогляд - екологічна етика - екологічна культура. Екологічна освіта потребує надійних організаційних, науково-методичних засад, нормативно-правового та фінансового забезпечення(17) . Вона передбачає безперервність і реалізується через формальну, неформальну та інформальну освіту в різних її складових (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Ланки неперервної екологічної освіти.

Спеціалізована екологічна освіта здійснюється у професійних закладах різного рівня, які готують фахівців у галузі екології, природознавства, екологічного менеджменту та раціонального природокористування. Професійна екологічна освіта необхідна фахівцям, які займаються охороною довкілля, управлінням, професійною та освітньою діяльністю.

Професійна (професійно-технічна) та вища професійна освіта спрямована на досягнення тих самих цілей, що й попередній рівень освіти, і дає можливість студентам набути екологічних компетенцій.

Вища екологічна освіта спрямована на розвиток у студентів високої екологічної культури, поглиблення екологічних знань, формування біосферного світогляду, набуття екологічних компетентностей та підготовку бакалаврів і магістрів у всіх сферах природокористування, освіти та наукової діяльності. Вища екологічна освіта має бути диференційованою, багатoproфільною та охоплювати всі рівні професійної підготовки з урахуванням індивідуальних, регіональних та національних потреб. Розвиток вищої екологічної освіти ґрунтується на комплексному та збалансованому поєднанні природничих, технічних, економічних, правових та соціокультурних підходів. Важливою функцією вищої освіти є підготовка фахівців-екологів різних освітньо-кваліфікаційних рівнів для сфери освіти, органів державної влади, органів місцевого самоврядування та інших організацій у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Післядипломна екологічна освіта (освіта дорослих) спрямована на підвищення кваліфікації та перепідготовку державних службовців, керівників підприємств, установ та організацій у різних сферах охорони навколишнього природного середовища, а також на підготовку висококваліфікованих фахівців-екологів (докторантів та аспірантів у галузі екології). Основним завданням післядипломної екологічної освіти є надання фахівцям і керівникам різних професій знань про новітні досягнення вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі сучасної екології, ефективного природокористування, екологічного маркетингу та бізнесу, регіональної, національної та міжнародної політики, чинної нормативно-правової бази та основ екологічного менеджменту і аудиту. .

Формальна екологічна освіта - освіта, що надається за освітніми програмами за визначеними законодавством рівнями освіти, галузями знань та спеціальностями (професіями), які дають змогу особам, які навчаються, досягти результатів навчання відповідного рівня освіти та здобути визнану державою кваліфікацію, визначену освітніми стандартами.

Неформальна екологічна освіта спрямована на широкі верстви населення. Вона доповнює або замінює формальну освіту в процесі навчання впродовж життя і надається через засоби масової інформації, публічні лекції, бесіди, вебінари, семінари тощо та має на меті забезпечити кожну людину мінімальними загальними екологічними знаннями, необхідними для виконання її офіційних зобов'язань відповідно до національної екологічної політики. Неформальна освіта не передбачає присвоєння визнаної державою освітньої кваліфікації, але може призвести до присвоєння професійної та/або часткової освітньої кваліфікації.

Інформаційна екологічна освіта (самоосвіта), в процесі якої особа добровільно набуває екологічних компетентностей, зокрема в контексті повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською та іншою діяльністю, сім'єю та дозвіллям, не є інституціоналізованою формою освіти і підтверджує правове регулювання права на самоосвіту.

Форми реалізації права громадян України на екологічну освіту закріплені у статті 53 Конституції України, статті 9 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законі України «Про освіту», Законі України «Про повну загальну середню освіту», документі «Концепція екологічної освіти в Україні» та інших законодавчих і нормативних актах.

Екологічна освіта пов'язана з набуттям людиною екологічних знань та екологічної етики і формуванням її життєвої позиції. Це систематична діяльність, спрямована на розвиток екологічної культури сучасної людини та набуття нею екологічної компетентності. Іншими словами, екологічна освіта - це процес формування позитивного екологічного ставлення (екологічної свідомості) і є складовим етапом набуття екологічної компетентності, який

здійснюється шляхом поєднання екологічної освіти та екологічного виховання і поширення екологічних поглядів.

1. Процес екологічної освіти зазвичай описують як низку етапів освітньої діяльності, які визначають наступним чином: Інтелектуальний (або пізнавальний) етап - формування потреби в глибоких і точних знаннях екологічного змісту (екологічних потреб) як риси особистості, тобто вибір певної екологічної позиції (думки, способу мислення) Вивчення складних механізмів природи - це, як правило, науковий процес. Вивчення складних механізмів природи часто є основою для наукових відкриттів.

2. Операційний (або емоційний) етап (турбота про довкілля) - розвиток любові до праці, інтересу до високопродуктивної трудової діяльності на природних об'єктах, розвиток умінь і навичок з охорони природи. Ставлення до трудової та пошуково-дослідницької діяльності з екологічним змістом. 2) Ціннісно-орієнтаційний - виховання ціннісних орієнтацій (системи цінностей); вміння бачити, пізнавати і творити красу.

3. Мотиваційний (або практичний) етап (підготовка до природоохоронної діяльності) - виявлення і посилення домінуючих мотивів у комплексі спонукань, розвиток навичок творчої природоохоронної діяльності і на цій основі підготовка до екологічно значущих дій у природі. Зміст здійснення екологічно значущих дій у природному середовищі залежить від характеру поведінки учнів. Це може бути активна дія, спрямована на досягнення певного результату (виконання) або пасивна дія (дотримання екологічних чи естетичних норм), при якій учень з власної волі утримується від поведінки, що засуджується моральною етикою або заборонена екологічним законодавством. Під час здійснення екологічно значущих вчинків у формі діяльності формуються якості екологічно вихованої особистості.

Виховання екокультурної особистості в контексті нової освітньої парадигми базується на створенні умов для розвитку компетентної, вільної та відповідальної за своє існування в просторі особистості. Свобода і відповідальність – ці регулятори покликані забезпечити формування інтелектуальної, освіченої, толерантної та компетентної особистості, особистості, яка є пильним, мудрим і відповідальним творцем власної життєвої траєкторії та особистістю, здатною до системного, гнучкого та інноваційного мислення, вмотивованим громадянином для сталого розвитку країни, нерозривність біосферної сумісності людини і природи, теорію глобальної еволюції, теорію коеволюції, визнання ідеї походження, системність адаптації та її синергії, здатність діяти цілеспрямовано і структуровано через індивідуальне занурення в культурне середовище з урахуванням тенденцій розвитку і невизначеностей сучасного глобалізованого світу.

Хід роботи

1. Створити інтерактивну презентацію щодо типів екологічної освіти.
2. Встановіть відповідність між термінами та їх визначеннями.

Терміни	Визначення
1. Екологічна свідомість	А. Набір моральних принципів стосовно природи
2. Екологічна культура	В. Уміння усвідомлювати екологічні проблеми
3. Екологічна етика	С. Поведінка людини, яка впливає на довкілля
4. Сталий розвиток	Д. Розвиток, що не шкодить майбутнім поколінням

3. Уявіть, що ваша громада планує будівництво нового торгового центру на території парку. Які екологічні, культурні та соціальні аспекти потрібно врахувати?

Ваші міркування:

Які можливі наслідки для екології?

Як це вплине на місцеву культуру та традиції?

Які можуть бути соціальні наслідки для громади?

4. Яку роль грає виховання в формуванні екологічної свідомості у молоді? Обговоріть на прикладах.

5. Суспільна екологічна свідомість - це ... :

А. стійка сукупність знань та уявлень про навколишнє природне середовище, антропогенний тиск на нього, рівень освоєння ресурсів, а також реальне розуміння загроз природному середовищу та можливостей його захисту

Б. цілісне культурне явище, яке включає процеси освіти, виховання та розвитку особистості, має бути спрямоване на екологізацію освітньої галузі та освітніх програм, формування екологічної культури як складової національної та державної системи освіти всього населення України;

В. історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, виражений у формах і типах організації життя та створених людиною цінностях

6. Яка з наведених складових не є частиною екологічної етики?

А. Відповідальність за збереження природи

В. Вплив технологій на екологію

С. Поведінка людини щодо навколишнього середовища

Д. Культурні традиції

7. Яка роль освіти у формуванні екологічної свідомості?

- A. Інформування про екологічні проблеми
- B. Формування екологічних цінностей та поведінки
- C. Підготовка до економічної діяльності
- D. Розвиток технологій

8. Як культура впливає на ставлення людей до довкілля?

- A. Визначає, які технології використовуються
- B. Формує цінності, традиції та звички щодо взаємодії з природою
- C. Визначає політичні рішення
- D. Збільшує кількість відходів

9. Яка з цих ідей є основою сталого розвитку?

- A. Максимізація прибутку
- B. Задоволення потреб сьогодення без загрози для майбутніх
- C. Підвищення рівня споживання
- D. Прискорений розвиток промисловості

10. Сформулюйте та запишіть у таблицю (табл. 7.1) набір особистих правил поведінки, які, на вашу думку, сприяють збереженню довкілля та демонструють певний рівень екологічної культури й свідомості. Оцініть ступінь їх дотримання за 4-бальною шкалою: 4 - завжди дотримуюсь, 3 - переважно дотримуюсь, 2 - іноді дотримуюсь, 1 - не дотримуюсь.

Таблиця 7.1

Правила екологічно відповідальної поведінки в природі

№	Правило	Особиста оцінка дотримання правил (бал)
1		
2		
3		
n		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федоренко О.І., Бондур О.І. Основи екології. Знання; 2006. 538–544 с.
2. Третяк А.М. Екологія землекористування: теоретико-методологічні основи формування та адміністрування, 2012. с
3. Комликов М.І. Правова база з питань екології та охорони природного середовища. Збірник нормативно-правових актів. Атіка; 2001. 625–632 с.
4. Запольська А.К., Салюк А.І., Ситника К.М. Основи екології. Вища школа; 2004. 375–382 с.
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2000 році. Видавництво Раєвського. 2001;180–4.
6. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон В.В. Екологія. Охорона природи. Словник-довідник. Знання; 2002. 539–550 с.
7. Кучерявий В.П. Загальна екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Світ; 2010. 510–520 с.
8. Злобін Ю.А. Основи екології. Лібра; 1998. 239–248 с.
9. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Каравела; 2006. 358–365 с.
10. Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я. Екологія: основи теорії і практикум. Львів: Новий Світ-2000; 2004. 290–296 с.
11. Третяк А.М., Бузяк О.С., Третяк В.М. Екологія землекористування: навчальний посібник. Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування; 2017. 170–178 с.
12. Лобойченко В.М., Варивода С.О., Артемьев С.Р., Васюков О.С., Коврегін В.В., Андронов В.А. Екологія. Курс лекцій. Харків; 2013. 180–184 с.
13. Шевчук В.Я. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні. Вип. 18. Геопринт; 2005. 145–150 с.
14. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології . Либідь; 1995. 360–368 с.
15. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології. Либідь; 2005. 350–410 с.
16. Пасько М.М. Конспект лекцій з дисципліни «Основи екології». Краматорськ; 2016. 90–94 с.

17. Джигерей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Львів: Афіша; 2000. 270–272 с.