

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

*Н.М. Притула*

## **ЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник  
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра  
спеціальності «Туризм»  
освітньо-професійної програми «Туризм»



Запоріжжя 2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

*Н. М. Притула*

**ЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник  
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра  
спеціальності «Туризм»  
освітньо-професійної програми «Туризм»

Затверджено  
вченою радою ЗНУ  
Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_

Запоріжжя 2021

УДК 504 (075.8)

П 772

Притула Н. М. Екологія : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Туризм» освітньо-професійної програми «Туризм». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2021. 113 с.

Навчальний посібник містить теоретичні відомості з курсу «Екологія», питання для самоконтролю, практичні та тестові завдання, глосарій, використану й рекомендовану літературу. У запропонованому посібнику подано теоретико-методологічні основи і понятійний апарат навчальної дисципліни «Екологія». Його використання сприятиме формуванню у здобувачів вищої освіти цілісної системи екологічних знань.

Навчальний посібник розроблено для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Туризм», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Туризм».

Рецензент

*Н. В. Воронова*, кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної та прикладної екології та зоології

Відповідальний за випуск

*О. Ф. Рильський*, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЮ	
ТЕМА 1. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЮ ЯК НАУКУ.....	7
ТЕМА 2. ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ СУСПІЛЬСТВА І ПРИРОДИ.....	29
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КРУГООБІГ РЕЧОВИН ТА ЙОГО ПОРУШЕННЯ ПІД ДІЄЮ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ	
ТЕМА 3. КРУГООБІГ РЕЧОВИН ТА ЙОГО ПОРУШЕННЯ.....	40
ТЕМА 4. РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	46
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ	
ТЕМА 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ І ЕКОЛОГО-СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ.....	61
ТЕМА 6. РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ.....	71
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	
ТЕМА 7. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	81
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	95
ГЛОСАРІЙ.....	105
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	111
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	112

## ВСТУП

Навчальний посібник з дисципліни «Екологія» розроблено для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Туризм» освітньо-професійної програми «Туризм» з метою засвоєння цілісних та узагальнених екологічних знань, розвитку екологічного мислення та свідомості, екологічної культури, що ґрунтуються на бережливому ставленні до природи; набуття уявлення про взаємозв'язок усіх процесів у природі та відповідальності людини за стан Біосфери. Основна увага при вивченні дисципліни має бути спрямована на набуття уявлення про фундаментальні основи сучасної екології, виховання свідомого ставлення до довкілля та застосування отриманих знань для визначення напрямів раціонального використання та охорони довкілля.

На сьогодні екологія являє собою величезне поле знань. Екологічні закони пронизують і господарську діяльність, і побутову, і виробничу. Сучасний розвиток екології, з одного боку, дає ключ до вирішення багатьох проблем, пов'язаних зі станом живої природи, а з іншого боку, показує, наскільки складні, дорогі та трудомісткі шляхи їх реалізації. Захист і відновлення навколишнього природного середовища стає все більш відчутним критерієм виживання людства. Порушення екологічних законів можна зупинити тільки піднявши на належний рівень екологічну культуру кожного члена суспільства через вивчення основ екології. Екологічне виховання і екологічна освіта – невід'ємна складова процесу формування особистості в XXI столітті. Засвоєння курсу «Екологія» має важливе значення у підготовці здобувачів вищої освіти спеціальності «Туризм», освітньо-професійної програми «Туризм» для грамотного та успішного вирішення складних питань при здійсненні професійної діяльності з урахуванням прямих і численних непрямих наслідків для природи.

Швидкі темпи розвитку туризму та його масовість призвели до негативних змін природного середовища. Стали непридатними для відпочинку і рекреації забруднені пляжі, території з надмірним шумом, розвиненою ерозією, збіднілим ландшафтом, тобто туризм почав нищити основи довкілля. З'явилася потреба у створенні нової системи поглядів на розвиток цієї галузі, яка б змінила власне спосіб мислення людини.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Екологія» є: набуття здобувачами освіти уявлень щодо основних закономірностей та принципів існування організмів у природі, організації та функціонування екосистем та біосфери; засвоєння системи світоглядних знань щодо основних тенденцій розвитку екологічних особливостей природокористування; розкриття глобальних екологічних проблем людства та набуття навичок їх вирішення з науково-обґрунтованих позицій; виховання в собі необхідності дотримання природоохоронного законодавства та правил екологічної етики.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студентам необхідно досягти таких **компетентностей**: здатність до критичного мислення, аналізу і синтезу; прагнення до збереження навколишнього середовища; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; навички

використання інформаційних та комунікаційних технологій; вміння виявляти, ставити і вирішувати проблеми; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; адекватно оцінювати свої знання і застосовувати їх в різних професійних ситуаціях; виявляти проблемні ситуації і пропонувати шляхи їх розв'язання.

Посібник розроблено з метою організації аудиторної та самостійної роботи студентів, а також забезпечення контролю рівня засвоєння знань. Матеріал подано в обсязі, який визначений робочою програмою навчальної дисципліни «Екологія».


## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЮ

### ТЕМА 1. ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЮ ЯК НАУКУ

**Мета:** розкрити основні положення екології: її предмет, об'єкт, основні завдання, методи; окреслити структуру сучасної екології як науки; дати характеристику законів мінімуму та екологічної толерантності; розкрити поняття біологічних ритмів.

#### План

1. Предмет, об'єкт, завдання, методи та структура сучасної екології як науки.
2. Поняття про середовище існування та його типи.
3. Екологічні фактори та їх класифікація.
4. Закон мінімуму (Лібіха) та толерантності (Шелфорда).
5. Біологічні ритми та їх значення.

 **Основні поняття:** екологія; методи екології; середовище існування; форми співіснування організмів; екологічні фактори; біологічні ритми; фотоперіодизм.

#### 1. Предмет, об'єкт, завдання, методи та структура сучасної екології як науки

На сучасному етапі розвитку суспільства екологія вирішує коло проблем і користується методами, матеріалами, принципами, які виходять далеко за межі суто біологічних наук. Більшість із учених-екологів вважає, що екологія сформувалася в принципово нову інтегровану дисципліну, яка поєднує всі природничі, точні, гуманітарні й соціальні науки.

Не дивно, що так воно відбулося, оскільки в ідеалі визначення екології звучить так: *Екологія* – це наука про взаємовідносини живих організмів між собою та навколишнім середовищем.

Сучасна екологія є однією з головних фундаментальних наук, своєрідною філософією виживання людства. Останнім часом у всьому світі започатковані найрізноманітніші напрями екологічних досліджень, метою яких є забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень екологічною інформацією у всіх сферах діяльності.

Провідним у вивченні екологічної науки є *принцип системності* – це загальнонауковий філософський принцип, в основі якого – поняття про систему. Один із засновників теорії систем Л. Барталанфі (1973) визначив систему як цілісну сукупність елементів, що знаходяться у взаємозв'язку так, що їхнє незалежне існування неможливе. Принцип системності виявився ефективним при вивченні біологічних та екологічних систем. Справді, в природі все пов'язане

з усім, тому поняття системи втрачає конкретність і будь-який набір об'єктів може розглядатися як система.

Методологічною основою системного підходу в екології є три головні положення:

1. Будь-яка екологічна система від організму до біосфери являє собою внутрішньо погоджену, організовану цілісність, що функціонує як одиничне ціле за рахунок взаємодії компонентів цієї системи. Рівень цілісності біологічних та екологічних систем буває різним і може коливатися. Системи можуть бути досить крихкими або, навпаки, жорстко детермінованими, але та чи інша цілісність залишається фундаментальною властивістю будь-яких систем.

2. Біологічні та екологічні системи динамічні, вони змінюються в тій чи іншій амплітуді, зберігаючи свою цілісність навіть при помітних складі та характері взаємодії компонентів, що їх складають.

3. Системи природи, що нас оточує, мають здатність до розвитку, самоорганізації та ускладнення. Відповідно до теорії систем вони поділяються на три види:

а) відкриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією;

б) закриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем тільки енергією;

в) ізольовані системи, повністю ізольовані від середовища.

Очевидно, що екологія має справу з відкритими системами. Серед усіх напрямків екології можна виділити дві всеохоплюючі дисципліни: *теоретичну екологію і практичну екологію*.

Теоретична екологія включає в себе глобальну екологію, екологію живих організмів, яка розвивається за такими напрямками, як екологія людини, екологія тварин, екологія рослин, екологія мікроорганізмів, палеоекологія, ландшафтна екологія, біоіндикація, теорія штучних екосистем, радіоекологія тощо.

Практична екологія представлена науками про соціально-економічні фактори впливу людини на довкілля (екологічна освіта, екологічне право, екологія і економіка, національна екополітика, екологічний менеджмент) і науками про техногенні фактори забруднення довкілля (енергетична екологія, промислова екологія, транспортна екологія, військова екологія, космічна екологія).

Об'єктів вивчення екології або її галузевих підрозділів безліч, як і в будь-якій іншій науці. Ці об'єкти своєрідні за внутрішньою структурою та функціями. Але в таких наборах об'єктів можна виділити цілісний об'єкт, що лежить в основі утворення інших екологічних об'єктів. В екології таким *об'єктом є екосистема*. Живі організми представлені в екосистемах особинами. Екологія вивчає широке коло об'єктів, але дослідження живого – її центральна задача.

Пізнання явищ життя дозволяє сформулювати декілька важливих принципів, пов'язаних з існуванням та функціонуванням живої матерії. Отже:



✓ Принцип дискретності стверджує, що жива матерія не існує як континуальна маса, вона завжди розчленована на дискретні одиниці. Ними є особини рослин та тварин.

✓ Принцип найпростішої конструкції свідчить, що з усіх можливих конструкцій біосистем в природі реалізується найпростіший за організацією варіант. Можливо, це є результатом мінімізації витрат речовини та енергії на формування даної біосистеми.

✓ Принцип адекватності конструкції показує, що біологічні системи відповідають за своєю конструкцією та функціями тому абіотичному середовищу, в якому вони мешкають.

✓ Принцип структурно-функціональної єдності свідчить про наявність відповідності структури функціям та навпаки.

✓ Принцип біологічної ієрархії полягає в наявності в природі біосистем різних рангів та можливості їхнього впорядкування у форму структурних ієрархій, коли кожний вищий член ієрархії базується на нижчих членах цієї ж ієрархії.

✓ Принцип найменшої взаємодії з середовищем поки що залишається дискусійним, але здається досить правдоподібним, оскільки живі організми завжди володіють механізмами захисту від флуктуацій навколишнього середовища. Чим краще захищена жива матерія від непередбачених коливань абіотичних факторів, тим вона стійкіша.

✓ Принцип якісної неоднорідності засвідчує те, що будь-яка біосистема складається з компонентів, якісно не схожих між собою.

✓ Принцип зворотних зв'язків стверджує, що біосистеми самопідтримуються та саморегулюються за рахунок наявності в них різноманітних зворотних зв'язків.

✓ Принцип еволюції полягає в незворотних змінах живих організмів.

✓ Принцип адаптації проявляється в наявності сукупності морфологічних, фізіологічних та популяційних особливостей живих організмів, що забезпечує існування того чи іншого виду в певних умовах середовища.

Інша форма елементарних об'єктів в екології – це абіотичні компоненти, що входять до складу екосистем та біосфери. Залежно від підходу до вивчення природи може бути сформовано декілька різних видів ієрархії. Основними ланками екологічної структурної ієрархії є організми, популяції та екосистеми. Аналіз різних видів біологічної ієрархії засвідчує, що рівень організованості біологічних та екологічних систем знижується в міру підвищення їхнього місця в ієрархії. На нижчих ланках ієрархії системи жорстко організовані, на вищих – все більш і більш крихкі.

*Головний предмет дослідження в екології* – вивчення особливостей та розвитку взаємозв'язків між організмами, їхніми угрупованнями різних рангів, екосистемами й неживою компонентою екосистем, а також дослідження впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому.

Виходячи з цього, основними завданнями екології є:

1. Вивчення з позицій системного підходу загального стану сучасної біосфери планети, причин його формування та особливостей розвитку під впливом природних та антропогенних факторів (тобто вивчення закономірностей формування, існування та функціонування біологічних систем усіх рівнів у взаємозв'язку з атмосферою, літосферою, гідросферою, техносферою).

2. Прогноз динаміки стану біосфери в часі і просторі.

3. Розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення та саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів і загальних законів оптимізації взаємозв'язків суспільства і природи.

Екологія – це комплексна наука. Вона використовує широкий арсенал різноманітних методів, які можна поділити на три основні групи:

1. Методи, за допомогою яких збирається інформація про стан екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікроорганізмів, екосистем, біосфери.

2. Методи обробки отриманої інформації, згортання, стиснення та узагальнення.

3. Методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів.

Будь-яке екологічне дослідження починається зі спостережень, відмітною рисою яких є невтручання спостерігача в процеси, що відбуваються. Такі спостереження можуть здійснюватися, так би мовити, неозброєним оком, що було характерним для екології першої половини ХХ століття.

Як міждисциплінарна наука екологія широко застосовує *метод експерименту*. Його суть полягає в тому, що до екосистеми свідомо вноситься звичайно якась одна зміна, і через деякий час зіставляються результати спостережень на контрольній (вона обов'язкова) та експериментальній ділянках екосистеми. Але такі класичні однофакторні експерименти в екології мало реальні. Тут більш придатні багатофакторні експерименти, коли змінюються значення одразу багатьох факторів, а стан екосистеми в кінці експерименту оцінюється за багатьма її параметрами.

Екологія широко використовує результати стихійних експериментів, що «ставить» сама природа або ж – вони є наслідком виробничої діяльності людини. Так, відоме виверження вулкану Кракатау, що відбулося наприкінці ХІХ століття, знищило все живе на ряді островів Південно-Східної Азії. Ці острови були використані для вивчення природного ходу заростання та заселення вулканічних покладів.

Чимало корисної інформації додає вивчення масових вирубок лісу, створення великих водосховищ і т. ін. У результаті спостережень та експериментів у розпорядженні еколога накопичується сукупність наукових фактів. Але за науковий факт не можна приймати результати будь-якого спостереження. Певним джерелом фактів для еколога є літературні дані та службова інформація. У зв'язку зі складністю екологічних систем щодо їх вивчення часто використовують *моделювання*. Як модель може виступати матеріальна копія об'єкта екології, звичайно, до певної міри спрощена.

Наприклад, акваріум можна розглядати як модель ставка. На таких моделях отримують немало корисної інформації, але в цілому їх значення в екології порівняно обмежене.

На сучасному етапі розроблено багато методів збору інформації про стан біосфери, що є одним з найголовніших завдань екології. Контроль сучасного стану біосфери в цілому чи в межах її окремих складових, збір екологічних даних у межах окремих континентів, їх частин або акваторій, порівняльний аналіз екологічної інформації з різних регіонів земної кулі метою визначення динаміки екологічних ситуацій і можливих біосферних змін здійснюється за допомогою екологічного моніторингу навколишнього середовища – системи режимних довгострокових безперервних спостережень за станом довкілля. Найважливішими засобами його є дистанційні екологічні дослідження. Вони дають змогу здійснювати зондування земної поверхні у видимому, інфрачервоному, мікрохвильовому діапазонах або з використанням лазерної техніки. Комплексний моніторинг довкілля повинен забезпечити і своєчасне передбачення екологічної катастрофи, зменшити її силу або відвернути. Від його якості залежить ефективність рішень, що приймаються урядами усіх країн.

Система контролю за навколишнім середовищем включає три основних види діяльності:

- 1) спостереження і контроль – систематичні спостереження за станом навколишнього середовища;
- 2) прогноз – визначення можливих змін у природі під впливом природних і антропогенних чинників;
- 3) керування – заходи щодо регулювання стану навколишнього середовища.

В оцінці стану навколишнього середовища поряд із дистанційними важливу роль відіграють наземні методи дослідження: геофізичні, геохімічні та індикаційні. *Геофізичний метод* передбачає вивчення процесів надходження і перетворення речовини й енергії в геосистемах і екосистемах. Спостереження проводяться у стаціонарних і в напівстаціонарних умовах, на площадках або профілях із застосуванням різної вимірювальної апаратури згідно зі спеціальною програмою. Визначаються елементи радіаційного, теплового і водного балансів, досліджується тепло- і вологообмін між компонентами природного середовища і їх вплив на продуктивність екосистем. Порівняння структури балансів зміненої і непорушеної території дозволяє виявити напрямок і ступінь змін.

*Геохімічний метод* полягає у вивченні функціонування природних систем за допомогою аналізу міграції хімічних елементів. Вивчається надходження елементів природним шляхом і в результаті господарської діяльності людини, виявляється інтенсивність їх водної і повітряної міграції, розглядається біологічний кругообіг елементів і його зміни під впливом техногенезу. Аналіз охоплює усі середовища: повітря, атмосферні опади, поверхневі і ґрунтові води, геологічний субстрат, ґрунти і рослини. Геохімічний метод дає можливість визначити закономірності змін хімічного складу навколишнього середовища,

спроможності природних систем до самоочищення, виявити напрямки потоків забруднюючих речовин.

*Індикаційний метод* ґрунтується на можливості визначення стану одного об'єкта за іншим. Головну роль тут відіграє біоіндикація, а головним біоіндикатором є рослинний покрив. Останній дозволяє виявляти зміни за чотирма ознаками: фізіологічно, морфологічно, фітоценотично і флористично. Таким чином, комплексний екологічний моніторинг довкілля є джерелом необхідної інформації для прийняття управлінських рішень щодо природоохоронних заходів і вироблення стратегії гармонізації співіснування природи і суспільства.

На сьогоднішній день, при узагальненні всіх наукових напрямків та течій універсальна екологія (макроекологія) поділяється на 2 взаємопов'язаних напрямки: теоретичну і практичну (прикладну).

*Теоретична екологія* базується на вивченні і розробці екології живих організмів. Основу її складають: вчення про екологічні фактори (аутекологія), вчення про популяції (демекологія), вчення про екосистеми (синекологія).

*Практична (прикладна) екологія* об'єднує три великих розділи:

*Геоєкологія* (вивчає геоєкосистеми – територіальні одиниці, що контролюються людиною і являють собою ділянки ландшафтної сфери)

*Соціоекологія* (вивчає соціоекосистеми – взаємодію природи і суспільства). До її складу входить: психоекологія, урбоекологія, екологія народонаселення, природоохоронне законодавство та міжнародне співробітництво по охороні біосфери

*Техноекологія* (вивчає техноєкосистеми – створені внаслідок впливу на навколишнє середовище техногенних факторів: екологія енергетики, промисловості, агроєкологія, екологія транспорту, екологічна експертиза, екологія військової діяльності) (рис. 1).

*Аутекологія* вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим його середовищем. Вона, головним чином, вивчає межі стійкості виду і його ставлення до різних екологічних факторів: тепла, світла, вологи, родючості і т. п., а також досліджує дію середовища на морфологію, фізіологію і поведінку організму, розкриває загальні закономірності дії факторів середовища на живі організми.

*Синекологія* аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і довкіллям. У тридцяті роки сформувалася популяційна екологія – *демекологія*, яка вивчає структуру виду: біологічну, статеву, вікову, етіологічну. Описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини.

Екологію за розмірами об'єктів вивчення поділяють на географічну або *ландшафтну екологію*, об'єктами вивчення котрої є крупні геосистеми, географічні процеси, та на *глобальну екологію* – вчення про біосферу Землі. Стосовно предметів вивчення екологія поділяється на екологію: мікроорганізмів, грибів, рослин, тварин, людини, сільськогосподарську, прикладну, інженерну та загальну екологію – теоретичну і узагальнюючу дисципліни.

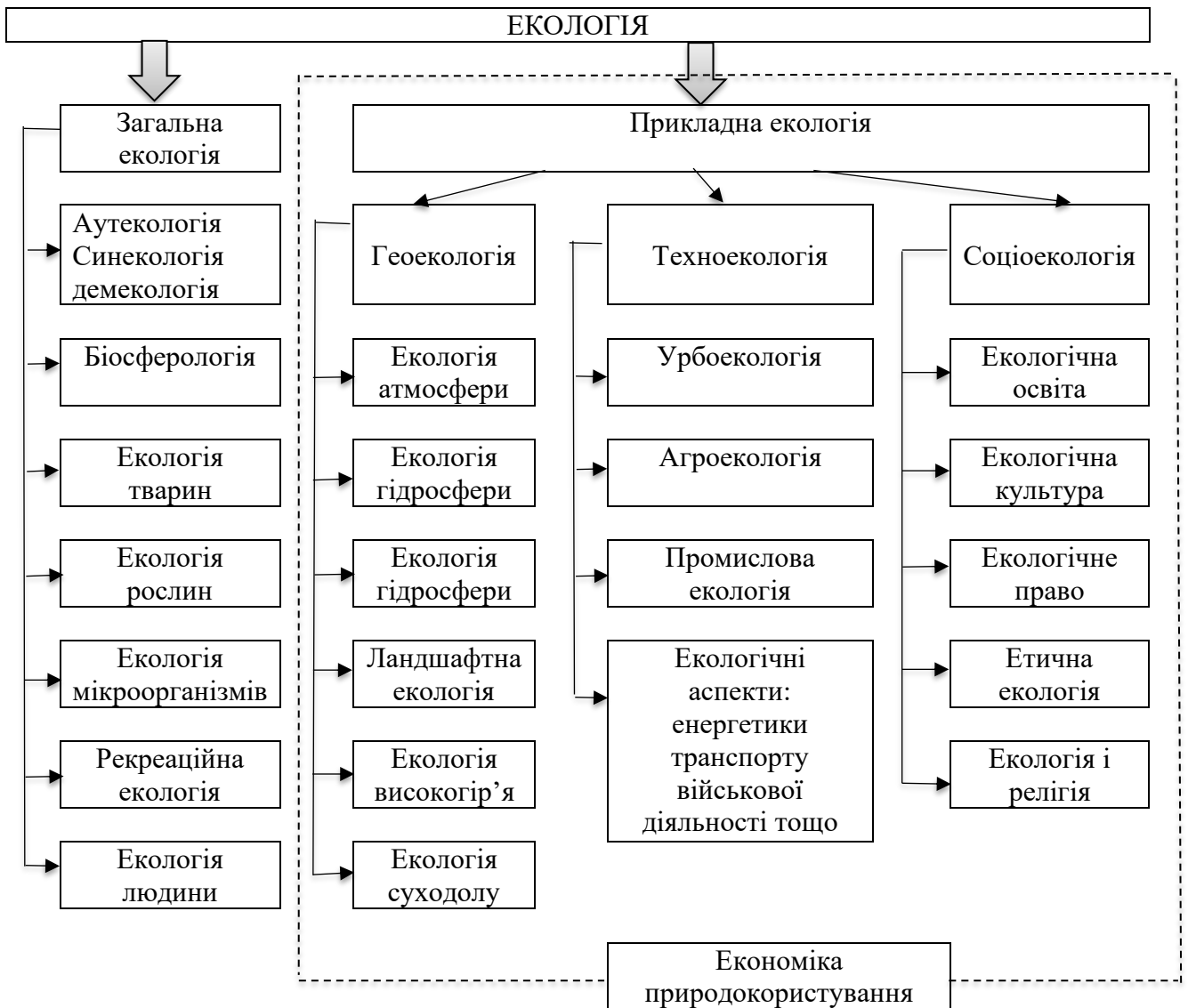


Рис. 1 – Структура екології

*Прикладна екологія* – дисципліна, що вивчає механізми руйнування біосфери людиною, способи запобігання цим процесам, та розробляє принципи раціонального використання природних ресурсів без деградації життєвого середовища. Прикладна екологія базується на системі законів, правил та принципів екології та природокористування.

## 2. Поняття про середовище існування та його типи

Розрізняють чотири основні середовища існування: наземно-повітряне, водне, ґрунт, а також організми інших істот.

*Наземно-повітряне середовище існування.* Характеризується різноманітням умов існування. Основними абіотичними факторами, що впливають на живі організми, є освітленість, температура, вологість, газовий склад атмосфери.

Освітленість. Виділяють три основні ділянки сонячного світла, які відіграють певну роль у житті організмів: ультрафіолетові промені, видимі

промені, інфрачервоні промені.

Ультрафіолетові промені. Майже повністю поглинаються озоновим шаром (утворюється з кисню під дією космічного опромінення). За допомогою ультрафіолетового випромінювання в організмі тварин у шкірі здійснюється біосинтез вітаміну Д. Ці промені найкраще сприймають очі більшості комах.

Видима ділянка спектру. Мають хвилі завдовжки 0,41-0,74 мкм. Припадає понад 50 % сонячного випромінювання. Важлива для тварин як просторова орієнтація. У рослин і деяких прокаріот визначає процеси фотосинтезу.

Інфрачервоні, або теплові промені. Хвилі завдовжки понад 0,75 мкм. Джерело теплової енергії для живих організмів (поглинається водою). Особливе значення має для холоднокровних організмів (плазуни, комахи, амфібії) – використовують підвищення температури тіла. Сприяють здійсненню рослинами транспірації.

За вимогами до освітлення рослини поділяються на екологічні групи:

1) світлолюбні види (геліофіти) – надають перевагу освітленим відкритим місцям, добре ростуть лише за умов повного сонячного освітлення, мають розсічені листові пластинки, високе стебло, добре розвинену стовпчасту паренхіму (береза, сосна).

2) тіньовитривалі рослини – краще ростуть за умов високого освітлення, але адаптуються і до різного рівня затінення (дуб, липа, бузок).

3) тіньолюбні рослини – не зустрічаються на відкритих, освітлених місцях, листки темно-зелені, стовпчаста паренхіма відсутня, або погано розвинена (плаун булавоподібний, смерека).

Тварини по відношенню до світла поділяються на нічних та денних. Денні тварини мають добре розвинений зір, здатні розрізняти кольори. Активні у світлу частину доби. Переважно яскраво забарвлені. Нічні тварини – активні вночі. Мають великі очі. Деякі тварини живуть в умовах, де світла майже немає (у печерах, у ґрунті тощо). В них редукуються органи зору (у крота) або втрачаються зовсім (протей).

Температура. Впливає на температуру тіла організмів, визначає швидкість обміну речовин. Оптимальні межі для більшості живих істот: +10-+30 °С. В неактивному стані можуть переносити від -200 °С до +100 °С. Наприклад, спори бактерій нетривалий період здатні переносити температуру до +180 °С.

Анабіоз (від грецьк. анабіозис – повернення до життя) – це стан організму, коли відсутні помітні прояви життєдіяльності внаслідок значного гальмування процесів метаболізму. В цьому стані втрачається води до 75 %. За сприятливих умов поновлюються процеси життєдіяльності.

За відношенням до температури розрізняють види холодостійкі та теплолюбні.

Холодостійкі – це види, для існування яких оптимальною є низька температура. До них відносять деяких бактерій, лишайники, мохи, деяких членистоногих тощо. Мають певні пристосування до існування. Наприклад, рослини, що мешкають у тундрі, високо в горах, мають низьке стебло, цукор клітинного соку для зниження точки замерзання цитоплазми. Деякі комахи в

гемолімфі мають речовини, що сприяють поглинанню тепла. Хребетні тварини мають жировий прошарок, який сприяє збереженню тепла.

Теплолюбні (термофіли) – види, для існування яких оптимальними є високі (до +80 °С і вище) температури. Це деякі бактерії, ціанобактерії, членистоногі гарячих джерел.

Терморегуляція – здатність організмів підтримувати стале співвідношення між виробленням тепла (теплопродукцією) або поглинанням із середовища існування та втратами теплової енергії. Терморегуляція поділяється на хімічну та фізичну. Хімічна терморегуляція – вироблення тепла збільшується у відповідь на зниження температури довкілля (наприклад, скорочення м'язів). Фізична терморегуляція. Виникає внаслідок змін рівня тепловіддачі (потовиділення, регуляція капілярів шкіри, положення волосяного покриву).

Тварин поділяють за рівнем теплопродукції на теплокровних (гомойотермних) і холоднокровних (пойкілотермних). Теплокровні тварини. Відносять птахів і ссавців. Мають добре розвинений механізм терморегуляції, що дозволяє підтримувати температуру тіла відносно сталою. Холоднокровні тварини. Відносять безхребетних, риб, амфібій, плазунів. Мають нижчий рівень процесів метаболізму. Температура тіла залежить від температури довкілля.

На зв'язок у тварин пропорцій і розмірів тіла з температурними і кліматичними умовами вказує *правило Бергмана*: із двох близьких видів теплокровних, що відрізняються за розмірами, більший проживає у більш холодному кліматі.

Правило Аллена: у багатьох ссавців і птахів Північної кулі відносні розміри кінцівок та інших виступаючих частин (вуха, дзьоби, хвости) збільшуються в напрямі до півдня і зменшуються в напрямі до півночі (для зменшення тепловіддачі в холодному кліматі) (рис. 2). Найпівденніший і добре пристосований до пустельного життя представник родини собачих – фенек – при довжині тіла 30-40 см має вуха довжиною 15 см. Тоді як у лисиці, що мешкає в помірному поясі, вуха набагато менше. І зовсім невеликі вуха має песець, місцем існування якого є тундра.



1 – фенек

2 – лисиця

3 – песець

Рис. 2 – Правило Аллена

Організми виробили ряд адаптацій до економного споживання вологи, підтримки її на сталому рівні для існування в наземно-повітряному середовищі. Так, для життя в умовах посушливого клімату рослини мають кореневу систему,

яка проникає на велику глибину або добре галузиться. Рослини пустель та напівпустель втратили або майже втратили листя (кактуси). Листкові пластинки покриваються товстим шаром соскоподібних речовин, перетворюються на колючки, лусочки, здатні потовщуватись і накопичувати вологу (алое, молодило). Стебла можуть бути потовщеними та зберігати, накопичувати вологу, виконують фотосинтетичну функцію (кактуси) замість листків. У сезон самих високих температур, посухи дерева та кущі можуть скидати листя.

Вищі рослини по відношенню до вологи поділяються на:

1. вищу водяну рослинність – рослини, що повністю або частково ростуть у воді (єлодея, ряска, латаття);
2. вологолюбні рослини – ростуть в умовах надмірної вологи – на болотах, вологих ґрунтах (росичка, зозулин льон);
3. посухостійкі рослини – ростуть у посушливих місцях, можуть переживати тривалі сухі періоди (ковила, типчак, кактуси);
4. рослини, що займають проміжне положення між посухостійкими та вологолюбними – ростуть в умовах достатньої вологи, можуть витримувати сухі періоди (ясен, клен, дуб).

По відношенню до вологи тварин поділяють на:

1. вологолюбних – живуть у сирих вологих місцях – під камінням, біля водойм, на болотах тощо (мокриці, земноводні);
2. сухолубних – живуть у посушливих місцях, пустелях, напівпустелях (пустельні комахи, павукоподібні, плазуни);
3. посухостійких – переважна більшість тварин.

Тварини отримують вологу трьома основними шляхами: з їжі, під час пиття, при розщепленні речовин, переважно жирів (ендогенна вода).

Покриви (луски, кутикула) дозволяють утримувати воду в організмі, не втрачати її. Комахи мають спеціальні залози у стінках задньої кишки. З їх допомогою вбирають воду з неперетравлених решток їжі. Тварини посушливих місць активні переважно вночі, коли температура повітря зменшується. За високих температур тварини на період посухи можуть впасти в діапаузу.

*Діапауза* (від грецьк. діапаузис – перерва, зупинка) – це період тимчасового фізіологічного спокою тварин, коли в них затримуються зріст, розвиток, знижується рівень метаболізму.

По відношенню до кількості кисню у повітрі розрізняють анаеробні організми та аеробні. Аеробних переважна кількість. Використовують кисень, видихають вуглекислий газ. Анаеробні організми – це найпростіші та паразити.

*Водне середовище існування.* Значно відрізняється від наземно-повітряного. У водному середовищі більший тиск, густина, у воді є певний склад солей. Мешканці водойм називаються гідробіонтами. Вони виробили цілий ряд пристосувань до водного середовища.

Середня глибина світового океану – 3,76 тис. м залежно від глибини в ньому виділяють зони: *пелагіаль* (від грецьк. пелагос – море) – товща води, *бенталь* (від грецьк. бентос – глибина).

Організми товщі води включають планктон та бентос.



Планктон – організми, що не здатні протистояти течіям, невеликі чи дрібні за розмірами. Розносяться течіями на значні відстані. Пристосування планктону такі: зменшення щільності тіла, зменшення поверхні тіла, наявність газових вакуолей, накопичення жиру тощо. Планктон складається з бактерій, ціанобактерій, водоростей, радіолярій, форамініфер, личинок кісткових риб, медуз, дрібних рачків тощо.

Нектон – організми активно рухаються, добре плавають, це залежать від течій, мають обтічну форму, вкриті слизом тощо. Нектон включає: більшість видів риб, головоногих моллюсків, китоподібних.

Перифітон – організми, які покривають поверхні (споруд, кораблів тощо), оселяються на різних субстратах товщі води. Перифітон складається з вусоногих ракоподібних, черевоногих і двостулкових моллюсків, водоростей, деяких видів риб, губок тощо.

Нейстон – мешканці на межі водного і наземно-повітряного середовища. Населяють поверхню плівки води. Наприклад, клопи-водомірки.

Бентос – організми, що живуть на дні чи в його товщі. Пристосувалися до великого тиску, це ракоподібні, риби, голкошкірі, круглі, багатощетинкові черви.

Основними факторами, що впливають на життя гідробіонтів, є світло, сольовий склад води, вміст кисню, густина, течії, температура.

Температура досить стала на глибинах (від  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Значно менші коливання температури навіть у поверхневих шарах завдяки високій ємності водного середовища. Кожний тип водойм має свій температурний режим.

Фотосинтезуючі рослини не проникають у воді глибше 250 м. Освітленість зменшується в напрямку збільшення глибини. На проникнення світла впливають прозорість, пора року тощо. Світло не проникає на глибину 1,5 тис. м. Глибоководні організми здатні до вироблення світла за рахунок окислення переважно ліпідів. Таке явище називається біолюмінесценція.

Сольовий склад води досить сталий. Він вимірюється у проміле (‰) – десятій частці проценту (1 ‰ – відповідає вмісту 1 г солей на 1 л води). Солоність води океану становить 34-35 ‰. До умов високої солоності пристосовані лише деякі організми (рачки – артемії). Мешканці прісних водойм виробляють пристосування для виведення зайвої води (скоротливі вакуолі в найпростіших).

Кисень у воду виділяється рослинами та надходить з наземно-повітряного середовища. Зі збільшенням глибини вміст кисню зменшується. Глибоководні мешканці пристосовуються до низького вмісту кисню.

Густина води забезпечує тиск, який підвищується в напрямку більшої глибини. На кожні 10 м глибини тиск підвищується на 1 атмосферу. Лише добре пристосовані окремі організми мешкають на великих глибинах.

Переміщення водних мас включають приливи, відпливи та течії. Переміщення води сприяє поширенню організмів, міграціям. Деякі організми пристосувались до швидких течій (форель, личинки мошок).

До пересихання водойм пристосовуються мешканці тимчасових водойм, або тих водойм, що періодично пересихають. Такі організми вимушені за короткий період швидко збільшити кількість собі подібних, пристосуватись до

перенесення несприятливих умов (яйця, цисти). Є гідробіонти (комахи, малощепинкові черви, деякі риби), які в несприятливий період зариваються у ґрунт, втрачають більшість вологи та можуть тривалий час знаходитись у такому стані. Дводишна риба лусковик заривається на глибину до 1 м., та утворює навколо себе захисну капсулу з часток мулу і секрет у слизових шкірних залоз.

*Ґрунт як середовище існування.* Ґрунт – це верхній родючий шар літосфери (твердої оболонки Землі), що складається з материнської породи та гумусу. Це більш стабільніше середовище існування, ніж наземно-повітряне. Ґрунт має систему порожнин, які заповнені водою або повітрям. Вологість завжди вища, ніж у наземно-повітряному середовищі. За умовами існування для дрібних організмів наближується до водного середовища.

На глибині понад 2 м не відчуваються коливання температур. Тому наземні організми в несприятливі пори року зариваються у ґрунт.

Ґрунти відрізняються за механічним (розміри ґрунтових часток) та хімічним (співвідношення органічних речовин до неорганічних) складом. Розміри ґрунтових часток визначають величину ґрунтових шпар: чим більші частки, тим більший діаметр шпар. Чим краще шпари розвинені, тим глибше проникають повітря і вода, тим легше тваринам проникати у глибину.

Рослини скидають листя, сприяють утворенню підстилки, яка інтенсивно переробляється мешканцями ґрунту. Верхній шар ґрунту містить гумус. Гумус, забарвлений у темні кольори, визначає родючість.

Для тварин ґрунту характерні переважно вертикальні міграції (дощові черв'яки, кліщі).

Склад ґрунтового повітря значно відрізняється від атмосферного. Надходить кисень з повітря. У повітрі ґрунту підвищений вміст вуглекислого газу, низький вміст кисню (зменшується з поглибленням у ґрунт). Деякі тварини пристосувалися до дихання всією поверхнею тіла (кліщі, дощовий черв'як).

У ґрунті містяться підземні частини рослин, переважно корені. На поверхні ґрунту живуть водорості, гриби, лишайники, ціанобактерії.

Ґрунтові бактерії проникають вглиб на кілька метрів. Живуть як автотрофи (хемосинтетики), так і гетеротрофи. Навколо коріння рослин утворюють бактеріоризу. У ґрунті мешкає переважна більшість представників мінералізують рештки організмів.

У товщі ґрунту живе невелика кількість ґрунтових водоростей. Вони мають дуже малі розміри та є автотрофними організмами.

Ґрунтові гриби – гетеротрофні організми, що живуть у ґрунтах різних типів.

У ґрунті мешкають тварини – представники різних систематичних груп (найпростіші, комахи, круглі, кільчасті черви, членистоногі, павукоподібні, ракоподібні, хребетні). Серед тварин є види, які постійно мешкають у ґрунті (круглі черви, кліщі), або у певний період свого життя (личинки), або живуть і у ґрунті, і у наземно-повітряному середовищі (мурашки). Багато тварин зимує у ґрунті (комахи, гризуни).

У багатьох тварин утворилися певні адаптації до пересування у ґрунті. Наприклад, риючі кінцівки (у крота, вовчка, жуків), скорочення м'язів (у

дощового черв'яка), різці, голова (у сліпака) тощо. Дрібні тварини пристосувалися до пересування у воді, що заповнює шпари (найпростіші).

*Живі організми як середовище існування.* Живі організми завжди мають певні просторові та функціонально залежні угруповання. Між ними формуються відповідні залежності та взаємовідносини. Такий взаємозв'язок виникає перш за все на основі харчових потреб (зв'язків) і способів добування енергії, необхідної для життєвих процесів. Між організмами виникає конкуренція: міжвидова та внутрішньовидова.

Усі форми співіснування різних видів називають *симбіозом* (від грецьк. сим – разом, біос – життя). Ґрунтується на трофічних та просторових взаємозв'язках. Може бути обов'язковим (облігатним), якщо неможливе існування одного без іншого, або необов'язковим (факультативним), коли організми можуть існувати як поруч, так і окремо.

Усі взаємовідносини між живими організмами можна поділити на негативні, позитивні та нейтральні.

До розряду негативних взаємовідносин належить *хижацтво*. Хижаки – це організми, які ловлять свою жертву, умертвляють і поїдають. Серед ссавців типовими хижаками є кошачі, вовк, горностай, куницеві тощо. До однієї з форм хижацтва можна віднести канібалізм. Це живлення хижаків (хижі клопи, комахи, павуки, хижі риби та ін.) особинами свого виду.

*Антибіоз* – це форма антагоністичних взаємовідносин видів, при якій різні речовини, що виділяються мікроорганізмами, грибами або вищими рослинами, пригнічують або затримують розвиток інших видів (антибіотики, рідкі та газоподібні фітонциди).

*Паразитизм.* Це симбіотичні негативні взаємовідносини, за яких один організм (паразит) живе за рахунок іншого (хазяїна). Серед паразитів розрізняють ендопаразитів, які живуть в тілі свого хазяїна і живляться його тканинами або вмістом травного тракту (паразитичні черви, малярійний плазмодій) та ектопаразитів, що живуть переважно на шкірі хазяїна і мають достатню рухомість, щоб переходити від одного хазяїна до іншого (комари, кліщі). Залежно від тривалості контакту паразитів з організмом хазяїна розрізняють паразитизм обов'язковий (постійний), коли паразит перебуває в організмі протягом основного періоду свого розвитку (малярійний плазмодій, деякі плоскі черви, паразитичні амеби, з рослин – повитиця, зарази́ха) і більш розповсюджений необов'язковий паразитизм (гриби-паразити рослин і тварин, плодожерка, комахи, аскариди, нематоди, хвороботворні бактерії). Паразитизм зустрічається серед різних організмів: тварин (комахи, молюсків), бактерій, грибів (трутовик, сажки) і рослин (повитиця). Внутрішньоклітинними паразитами є віруси.

Паразитизм – це антагоністичні взаємовідносини. Хазяїн за допомогою захисних, імунних реакцій намагається позбутися паразита. Паразит намагається послабити, нейтралізувати дії хазяїна. Паразит і хазяїн розвиваються протягом еволюції разом. Така еволюція називається *коеволуцією*. Загибель хазяїна веде до загибелі паразита, тому еволюція відбувається в такому напрямку, щоб

завдати організму хазяїна менше шкоди. У процесі пристосування до паразитичного життя в паразитів виробляється ряд адаптацій. У паразитів відбувається спрощення будови тіла, втрачаються певні органи та навіть системи органів. Наприклад, у червів стьожковиків відсутня травна, кровоносна, дихальна системи. Для прикріплення в тілі хазяїна у паразитів з'являються гачечки, присоски тощо. Найбільш розвиненою є статевая система, характерна велика плодючість (закон великої кількості яєць).

Багато паразитів має складні життєві цикли, які супроводжуються зміною поколінь, хазяїв та середовищ існування. Хазяї, у яких паразити розмножуються статевим шляхом, називаються остаточними. Хазяї, в яких паразити розвиваються, розмножуються нестатевим шляхом, називаються проміжними (комар у малярійного плазмодія). У природі паразити регулюють надмірне зростання чисельності популяції хазяїв.

У природі існує міжвидова взаємодопомога. Вона відіграє велику роль у боротьбі за існування. Прикладом можуть бути птахи, які попереджають (сороки) про небезпеку великих копитних, знищують личинок-паразитів під шкірою буйволів, очищують пащу крокодилів від п'явок. У рослинному світі це взаємозв'язки ентомофільних рослин і комах-запилювачів.

*Коменсалізм* – симбіотичні позитивні взаємовідносини між організмами різних видів. Один вид (коменсал) використовує житло або їжу іншого (хазяїна). Коменсалізм проявляється у формі квартиранства або нахлібництва.

*Квартиранство* – це оселення коменсала в організмі хазяїна. Приклади квартиранства – рослини епіфіти (орхідеї, водорості, лишайники). Коменсали живуть у нірках великих морських червів, мурашниках, термітниках, норах гризунів, гніздах птахів, використовуючи їх як місце проживання з більш стабільним і сприятливим мікрокліматом.

*Нахлібництво* – використання залишків їжі, здобичі хазяїна. Приклади – середземноморський краб і актинії (краби живляться залишками їжі актиній). Коменсали є в багатьох морських тварин: дрібні рибки в порожнині голотурій, мальки ставриди під колоколом медуз і в мантийній порожнині каракатиць. Іноді коменсали – і квартиранти, і нахлібники одночасно. В гніздах птахів, норах гризунів живуть постійні співмешканці, які використовують мікроклімат сховища та їжу, що там знаходиться.

*Мутуалізм* – це позитивний симбіоз, співіснування різних видів, від якого вони отримують користь. Мутуалізм розрізняють за ступенем сполучення партнерів і за їх харчовою залежністю одного від іншого. Прикладами харчозумовлених симбіонтів є симбіоз бульбочкових бактерій із бобовими, мікориза деяких грибів із коренями дерев. Близькі до мутуалізму взаємовідносини грибів із водоростями в лишайниках. Але, як виявили останнім часом, гриби пригнічують розвиток водоростей.

### 3. Екологічні фактори та їх класифікація

*Екологічні фактори* – це всі компоненти довкілля, що впливають на живі організми та їх угруповання. Екологічні фактори поділяються залежно від природи та особливостей дії на абіотичні, біотичні та антропогенні.

*Абіотичні фактори* є компонентами та властивостями неживої природи. Вони впливають на живі організми прямо чи опосередковано. Це такі фактори, як: температура, освітленість, газовий склад повітря, солоність, вологість тощо.

*Біотичні фактори* – це всі форми взаємодії між організмами в популяції. Організми взаємодіють між подібними собі – внутрішньовидові зв'язки та з особинами інших видів – міжвидові зв'язки.

*Антропогенні фактори* – це зміна людиною середовища існування під впливом інтенсивної господарської діяльності. Діяльність людини впливає або прямо, або опосередковано на живі організми.

Екологічні фактори (сила тяжіння, солоність морської води, склад газів атмосфери тощо) можуть залишатися незмінними упродовж тривалого часу (стала інтенсивність дії фактора) чи змінюватись (температура, вологість, освітленість) протягом доби, сезонів, року (мінлива інтенсивність дії фактора).

Зміни екологічних факторів бувають:

- періодичними (залежно від часу доби, пори року, положення Місяця відносно Землі);
- неперіодичними (землетруси, урагани),
- тривалими (зміни клімату, площ суходолу тощо).

Більшість видів у живій природі не досягає такої чисельності, яка загрожувала б їм повним знищенням власних ресурсів. Їхнє життя протікає під постійним впливом різних факторів, що змінюють силу впливу й що змушують пристосовуватися до них. Екологічні фактори по-різному впливають на організми. Однак у дії всіх факторів є щось спільне, що спричиняє цілком закономірні відповідні реакції, які можна передбачити і відобразити кількісно. Цим загальним законам підкоряється й людина, як біологічна істота.

Зміни екологічних факторів бувають: *періодичними* (залежно від часу доби, пори року, положення Місяця відносно Землі), *неперіодичними* (землетруси, урагани), *тривалими* (зміни клімату, площ суходолу тощо).

Більшість видів у живій природі не досягає такої чисельності, яка загрожувала б їм повним знищенням власних ресурсів. Їхнє життя протікає під постійним впливом різних факторів, що змінюють силу впливу і що змушують пристосовуватися до них. Екологічні фактори (температура, світло, тиск, концентрація солей, вміст кисню тощо) по-різному впливають на організми. Однак в дії всіх факторів існує щось спільне, що викликає цілком закономірні відповідні реакції, які можна передбачити і відобразити кількісно. Цим загальним законам підкоряється і людина як істота біологічна.

Живі організми пристосовуються до умов середовища. На них діє не окремий фактор, а цілий комплекс. Тому організми пристосовуються до всього комплексу екологічних факторів. Сукупність умов, у яких мешкають певні

особини, популяції, угруповання організмів називається *середовищем існування*.

Прийняття організмів до умов середовища існування називаються *адаптаціями*. Адаптації виробляють усі організми, які існують на планеті. Вони існують доти, доки не змінюються умови довкілля. Тому адаптації непостійні.

Основні закономірності впливу факторів на організми:

1) правило екологічної індивідуальності – не існує двох близьких видів, подібних за своїми адаптаціями. Наприклад, кріт – риє ґрунт кінцівками, а сліпак – різцями;

2) правило відносної незалежності адаптації – добра пристосованість організмів до певного чинника не означає такої самої пристосованості до інших. Наприклад, річкові раки живуть на дні та живляться живими організмами та рештками, але дуже чутливі до забруднення води;

3) закон оптимуму – кожен фактор позитивно впливає на організм лише в певних межах.

#### 4. Закон мінімуму (Лібиха) та толерантності (Шелфорда)

Вперше питання мінімальної кількості необхідної речовини досліджував Ю. Лібих, який в 1840 р., ще задовго до появи самого терміну «екологія», на основі вивчення мінерального живлення рослин досліджував залежність їх росту від тих чи інших хімічних елементів або речовин. На основі своїх досліджень Ю. Лібих вивів так званий *закон мінімуму*: ріст рослин залежить не стільки від наявності всіх речовин, скільки від мінімальної кількості певної речовини, відсутність якої, у свою чергу, призводить до затримки росту. Компенсація нестачі одного елемента іншим не проходить. Речовиною, яка знаходиться в мінімальних кількостях, регулюється урожай і визначаються величина і сталість його в часі (рис. 3).

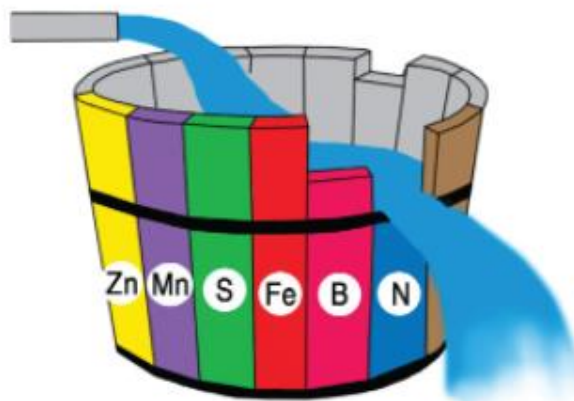


Рис. 3 – Бочка Лібиха, модель закону мінімуму Лібиха

З часом до цього закону вносили певні доповнення, але вони не змінювали суті самого закону (температура, час і т.д.), а значно ускладнювали застосування встановленої закономірності. Окрім того, з часу встановлення Ю. Лібихом цієї закономірності вченими було відзначено, що вона при застосуванні на практиці

потребує уточнення. Ю. Одум для застосування закону мінімуму пропонує користуватись допоміжними принципами, яких, на його думку, має бути два.

Перший допоміжний принцип – обмежуючий принцип: закон Лібіха можна застосовувати без уточнень тільки до умов стаціонарного стану, коли притік енергії та речовин регулюється її виток, тобто система перебуває у стані рівноваги. Ю. Одум звертає увагу на те, що система характеризується динамікою, і тому введення обмежуючого принципу обмежить похибки, які виникають при довготривалих дослідженнях екосистем.

Другий допоміжний принцип стосується взаємодії факторів. Було відзначено, що в певних умовах висока концентрація або достатність певної речовини, або дія другого, не лімітуючого, фактора може змінювати потребу у мінімальній кількості речовини. Прикладом може бути заміна використання моллюсками кальцію стронцієм, або така закономірність: рослинам, які ростуть на сонці, потреба у цинку є меншою, отож цинк перестає бути лімітуючим елементом. Другий допоміжний принцип, введений Ю. Одумом, вказує на недоцільність аналізу стану системи на основі невеликої кількості елементів. Він наполягає на необхідності комплексного аналізу при будь-якому екологічному дослідженні.

Як показали дослідження Лібіха, розвиток живого організму зумовлений не тільки недостатністю того чи іншого фактора, але також і їх надлишком. Отже, кожен організм має свої межі, які коливаються між мінімумом та максимумом, тобто оптимум, котрий забезпечує існування організму. У кожного виду – свої межі. Поняття про лімітуючу роль максимуму і мінімуму та необхідність оптимальних умов для існування виду ввів В. Шелфорд (1913). Його принцип більш відомий як *закон толерантності*: природним обмежуючим чинником існування організму може бути як мінімальний, так і максимальний екологічний вплив, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до цього чинника.

Ю. Одум (1975) вводить ряд доповнень до закону Шелфорда, які стосуються неоднорідності впливу екологічних факторів та реакції на них живих організмів:

- ✓ організмам властивий як широкий діапазон толерантності до одного фактора, так і вузький до іншого;
- ✓ організми із більшим діапазоном толерантності, як правило, широко розповсюджені;
- ✓ якщо умови існування, визначені одним екологічним фактором, змінюються за межі оптимуму, то змінюється і діапазон толерантності до інших екологічних факторів;
- ✓ у природі організми часто потрапляють в умови, далекі від оптимально встановлених у лабораторних експериментах;
- ✓ період розмноження, росту, як правило, є критичним, межі толерантності організму в цей час набагато вузьчі, ніж у дорослої особини.

Наочно вплив оптимальних умов на ріст, розмноження та існування певних організмів можна продемонструвати на темпах розвитку і плодоношення сільськогосподарських культур залежно від температурних параметрів (рис. 4).

Ті з них, які будуть вирощувати в оптимальних умовах, ростимуть швидше і дозріватимуть раніше за тих, які ростуть в умовах, близьких до критичних.

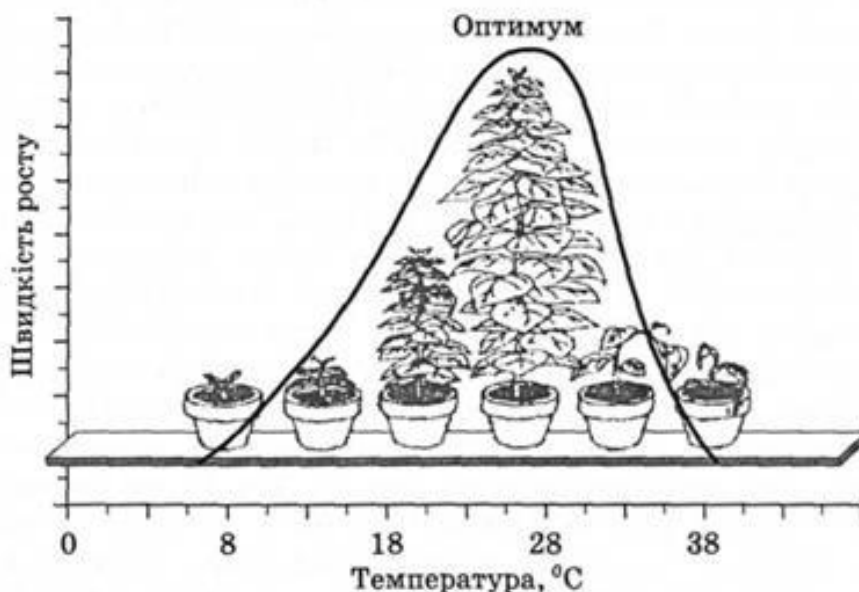


Рис. 4 – Ріст рослини відносно до температури (Назарук, Сенчина, 2000)

Для характеристики амплітуди толерантності видів в екології використовують ряд термінів. До назви екофактора, який характеризує вплив на живий організм, додаються два слова: стено- (гр. стenos) – вузький та еври- (гр. euros – широкий).

Взаємодія основних екологічних факторів може залежати від змін, які відбуваються у системі, тобто від взаємодії абіотичних і біотичних факторів. Зміна сонячного випромінювання (світло, як відомо, належить до головних кліматичних факторів) призводить до зміни освітленості земної поверхні, що, у свою чергу, може призвести до зміни фотоперіодизму в житті тварин і рослин. Зміна освітленості також може призвести до зміни температурного режиму і вологості даної системи. Підвищення вологості разом із сонячним випромінюванням може змінювати температурний режим.

Яскравим прикладом взаємодії факторів може бути ліс, де ярусність і зміна певних біотичних та абіотичних факторів добре виражені. Для Закарпаття, зокрема для гірської частини області, характерним є перевипас скота, і, як наслідок, наявне швидке порушення функціонування лісових ділянок, де гілки і листя обгризені до певної висоти, а доростання відсутнє.

В основу екологічної характеристики організмів покладено їх реакцію на вплив факторів середовища. Організм здатний вижити лише в діапазоні мінливості даного фактора, який ще називають амплітудою. Як дуже високі (максимальні), так і дуже низькі (мінімальні) значення факторів середовища можуть бути згубними для організму. Критичне значення даного фактора, вище або нижче якого організм не може існувати, називають критичною точкою. Між цими критичними значеннями і розташована зона екологічної толерантності (рис. 5).





Рис. 5 – Стосунки у діапазоні екологічної толерантності

У межах зони екологічної толерантності напруженість факторів середовища є різною. Поряд з критичними точками розташовані песимальні зони, в яких активність організму значно обмежена дією зовнішніх умов. Далі розташовані зони комфорту, в яких спостерігається чітке зростання екологічних реакцій організму. В центрі знаходиться зона оптимуму, яка є найсприятливішою для функціонування організму.

Схема стосунків у діапазоні екологічної толерантності була запропонована в 1924 р. німецьким екологом і зоогеографом Р. Гессе, який назвав її валентністю екологічних факторів. Варто зазначити, що крива, яка представляє екологічну валентність у межах зони толерантності, не завжди має симетричний вигляд із оптимальною зоною, розташованою в центрі. Наприклад, для прісноводних організмів оптимум знаходиться в нижній межі вмісту солі у воді, тоді як у морських організмів – на протилежному кінці мінливості фактора в зоні толерантності, де вміст солі найвищий.

## 5. Біологічні ритми та їх значення

Життєдіяльність живих організмів носить ритмічний характер. Ритми, що існують у природі, можна поділити на зовнішні та внутрішні.

Зовнішні ритми пов'язані з циклічними змінами в навколишньому середовищі. Обертання Землі навколо своєї осі та Сонця, Місяця навколо Землі спричинює морські припливи та відпливи, зміни температури, дня і ночі, вологості. Це зумовлює у природі сезонні, добові зміни.

Внутрішні ритми обумовлені життєдіяльністю організмів. Сезонна періодичність найбільш виражена в північних, помірних широтах, де спостерігається добре виражена зміна сезонів, і майже не виражена у тропіках.

Існування періодичних змін зумовлює виникнення адаптивних біологічних ритмів у живих істот.

Одним із важливих екологічних чинників є час. Часову залежність має ритмічність поведінки. Здатність усіх організмів відчувати час називають біологічним годинником. Формування внутрішніх ритмів пов'язане з існуванням зовнішніх, пристосуванням до тих явищ, які вони викликають.

*Добові ритми* зумовлені обертанням Землі навколо своєї осі. Вони характерні для живих організмів усіх рівнів організації. У рослин зміни освітленості викликають періодичність процесів фотосинтезу, транспірації, закриття та відкриття квіток тощо.

У тварин зі зміною дня і ночі пов'язана життєва активність. У зв'язку з цим їх поділяють на денних та нічних. Денні тварини (горобині, мурашки, бабки, ховрахи) активні вдень (пошуки їжі, активні рухи, підвищена інтенсивність процесів обміну речовин). Нічні тварини (котяті, пацюки, таргани) активні в сутінковий та нічний час. В організмі людини виявлено понад 100 фізіологічних функцій, які залежать від добової періодичності (дихання, частота серцевих скорочень, сон).

*Сезонні ритми* зумовлені обертанням Землі навколо Сонця. Виникають сезонні явища. Зі зміною сезонів пов'язані важливі життєві функції організмів: анабіоз, линяння, міграції, розмноження, розвиток, листопад тощо. Можливі прояви сезонних ритмів навіть на будову (у попелиць, дафній – розміри тіла, будова окремих частин).

*Припливно-відпливні ритми* зумовлені обертанням Місяця навколо Землі. Добре виражені для організмів, що живуть у прибережній зоні відкритих морів і океанів. По два припливи та відпливи відбувається протягом місячної доби (24 години 50 хвилин). До припливів і відпливів у різних тварин сформувалися різні адаптації: зміна забарвлення, розмноження, укриття у схованках тощо. Наприклад, зміни забарвлення у ваблячого краба, що мешкає на Атлантичному узбережжі.

*Річні та багаторічні ритми* виражені не завжди чітко. Багаторічні цикли виникають у зв'язку зі зміною сонячної активності (наприклад, масове розмноження сарани).

*Фотоперіодизм* – це сукупність спадкових реакцій живих організмів на зміни довжини світлового дня. Довжина світлового дня не змінюється та досить постійна в певний день року певного місяця на відміну від інших екологічних чинників (вологості, температури, тиску). Фотоперіодизм краще виявляється у організмів, що живуть в умовах чітко виражених змін сезонів. Здатність реагувати на зміну довжини світлового дня дає можливість передчасно готуватись до щорічних змін сезонів.

Серед рослин розрізняють рослини короткого та довгого дня. Рослини короткого дня (соя, тютюн) цвітуть при скороченні світлового дня, а довгого (злаки, листопадні дерева) – у період довгого світлового дня. У тварин з фотоперіодизмом пов'язані процеси міграцій, розмноження, гніздування тощо.

Фотоперіодизм впливає на функціонування екосистем у цілому. Він

зумовлює сезонні зміни одних видів іншими (наприклад, цвітіння одних рослин замінюється іншими). Реакції на довжину світлового дня проявляються при поєднанні з іншими екологічними факторами (температурою, вологістю).

Вивчення фотоперіодизму надає можливість в умовах утримання свійських тварин і вирощування культурних рослин регулювати процеси росту, розвитку, розмноження тощо. В умовах штучного освітлення взимку кури не перестають нести яйця.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Дайте визначення екології, її мети, основних завдань, об'єкта та предмета.
2. Розкрийте методи екології, їх переваги та недоліки.
3. Охарактеризуйте сучасну структуру екології. Дайте визначення сучасним екологічним наукам.
4. Дайте визначення середовища існування.
5. Охарактеризуйте наземно-повітряне середовище існування, його основні абіотичні та біотичні фактори.
6. Сформулюйте правила Бергмана та Аллена.
7. Охарактеризуйте водне середовище існування, його основні абіотичні та біотичні фактори.
8. Визначте особливості ґрунту, як середовища існування.
9. Дайте визначення формам антагоністичних взаємовідносин між організмами.
10. Як Ви розумієте термін «міжвидова допомога»? Що таке позитивні взаємовідносини між організмами різних видів?
11. Що таке екологічні фактори? Які екологічні фактори Вам відомі?
12. Сформулюйте закон мінімуму та закон толерантності.

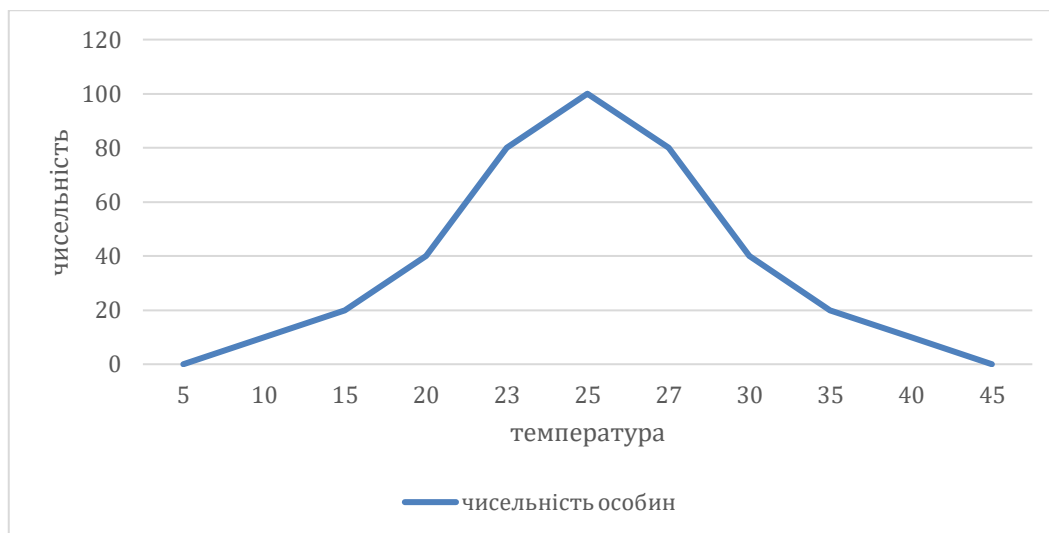
### **✍** *Практичні завдання*

1. Визначення оптимального та песимального значення екологічного фактора, зони толерантності та проведення порівнянні екологічної валентності модельних видів.

1.1. Розгляньте графік залежності чисельності сонечка (*Coccinellidae*) від температури навколишнього середовища.

Визначте такі параметри:

- найбільш оптимальна температура;
- діапазон температур зони оптимуму;
- діапазон температур зони песимуму;
- дві критичні точки;
- межі витривалості виду.



1.2. У кожному із запропонованих прикладів виберіть фактор, який буде лімітуючим:

- а) для рослин в океані на глибині 6000 метрів: вода; температура; солоність; світло;
- б) для кабана взимку в лісі: висота снігового покриву, світло, температура;
- в) для рослин у пустелі влітку: вода, температура, світло;
- г) для шпака взимку в лісі: світло, температура, їжа, кисень, вологість.

2. Особливості пристосування організмів до різних умов існування.

2.1. Пристосування рослин до середовища існування. Заповніть таблицю:

Таблиця 1 – Особливості пристосування рослин до умов існування

Назва рослини	Назва органу	Особливості організації	Пристосувальне значення

2.2. Пристосування тварин до середовища існування. Заповніть таблицю:

Таблиця 2 – Особливості пристосування тварин до умов існування

Середовище	Представник тваринного світу	Органи чуття	Особливості пересування	Особливості живлення
Водне				
Наземно-повітряне				
Підземне				
Організм				

Зробіть висновки щодо пристосувань живих організмів до умов існування.

## ТЕМА 2. ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ СУСПІЛЬСТВА І ПРИРОДИ

**Мета:** охарактеризувати особливості історичного розвитку відносин людини та природи; розкрити поняття про популяцію та її характеристики; визначити сучасні демографічні проблеми людства; окреслити закономірності природокористування та збереження природи

### План

1. Історія розвитку відносин людини й природи.
2. Поняття про популяцію та її характеристики.
3. Демографічні проблеми людства.
4. Загальносистемні закономірності взаємодії людини й природи.

**Основні поняття:** популяція; урбанізація; урбоекологія; біоурбаністика; демографічний вибух, урбоекологія, санітарно-захисна зона, соціосфера.

### 1. Історія розвитку відносин людини й природи

Взаємодія людини та довкілля відбувалася у різних формах та з різною інтенсивністю на різних етапах історичного розвитку.

Можна виділити декілька напрямків цієї взаємодії:

- ✓ вилучення речовин та енергії з природного середовища (добування корисних копалин, вирубування лісів тощо);
- ✓ виділення у природне середовище речовин та енергії, яких не було раніше (захоронення відходів, викиди промислових підприємств, пестициди тощо);
- ✓ перетворення природних об'єктів (меліорація, створення штучних водоймищ);
- ✓ охорона природних об'єктів та оточуючого середовища у цілому.

На *перших етапах* взаємодія людини з природою характеризувалися головним чином пристосуванням до середовища мешкання та вилученням природних ресурсів. Людина використовувала ті ресурси, які можна було використати без технічних засобів (мисливство та збирання дарів рослинного походження). На певному етапі чисельність людей ставала більшою, ніж природа могла прогодувати. Знищення диких тварин та рослин, яке випереджувало їх відновлення, призвело до гострої нестачі їжі, голоду, різкому скороченню чисельності людей на планеті. Це була перша в історії людства екологічна криза, яку назвали «*кризою консументів*». Але розум людини та винахідливість змогли подолати цю кризу шляхом суттєвої зміни умов свого існування, що призвело до першої *екологічної революції*, яку назвали «*сільськогосподарською*». Людство перейшло до нових форм господарювання – землеробства та тваринництва. У свою чергу це призвело до формування осілої цивілізації. Людина, удосконалюючи методи ведення сільського господарства, все активніше

намагалась втручатись у природу, перетворюючи природні об'єкти. Розвиток землеробства, рослинництва призвели людину до благополуччя, але разом з тим виникли нові загрози загибелі: вирубування лісів призводило до утворення пустель, а поливне землеробство призвело до засолення ґрунтів. *Це була криза поливного землеробства.*

*На початку нашої ери* великі площі орних земель були вже виснажені. Для збільшення площі під посіви, пасовища, для опалювання житла, будівництва вирубувалися ліси. Величезні масиви лісів було знищено на території Європи, Америки та Канади. Все це призвело до підвищення альbedo Землі, та, як наслідок, зміни клімату.

*Друга половина ХХ ст.* характеризувалася дуже бурхливим розвитком промисловості, яке супроводжувалося підвищенням антропогенного тиску на природу, що призвело до виникнення нових екологічних проблем глобального характеру (*глобальної екологічної кризи*).

На сьогоднішній час на планеті визначено 36 найважливіших глобальних екологічних проблем, які повинно вирішувати людство у ХХІ ст. До першої десятки належать: зміни клімату, дефіцит питної води, опустелювання, забруднення прісних вод, низька якість управління, втрата біорізноманіття, зростання і міграція населення, зміна соціальних цінностей, утилізація відходів, забруднення повітря.

За розрахунками ООН, одна третина людства повсякденно відчуває нестачу прісної води. Її світове споживання за ХХ ст. зросло в 9 разів. За рік використовується близько 10% стоку всіх річок, але більша частина прісних вод сильно забруднена. Існуючих запасів вугілля, при сучасному рівні споживання, вистачить на 160-600 років, нафти – на 25-90, газу – на 40-130, урану – на 30-80 років. Нові родовища, що відкриваються знаходяться в незручних місцях та їх видобування стає все дорожче. Швидко вичерпуються запаси руд, з яких видобувають метали. Найважливіших металів може вистачити на термін від 20 до 200 років (алюмінію – на 220, заліза – на 160, міді – на 33, свинцю і цинку всього на 18-20 років), якщо збережуться темпи їх сучасного використання. За період землеробства ми втратили приблизно третину свого родючого шару. Під сільськогосподарські угіддя зайнята на сьогодні вся придатна для цього площа суші (близько 37%). Подальше розширення орних земель йде за рахунок вирубки лісів, які вже зведені на 1/3 по усій планеті. Межа річного вилову риби в океані вже досягнула (90 млн. т), і подальше збільшення вилову загрожує знищенням промислових видів. Рациональне використання відновлюваних ресурсів вимагає екологічної грамотності суспільства і не може бути результатом стихійної експлуатації природи.

Незважаючи на певні досягнення в галузі природоохоронної діяльності в окремих країнах (Німеччина, США, Китай, Японія) і поширення серед людей занепокоєності станом природи своїх регіонів та біосфери в цілому, ХХ ст. закінчується поглибленням глобальної екологічної кризи, надзвичайно низьким рівнем екологічної освіти й свідомості у більшості населення, подальшим нарощуванням промислових та сільськогосподарських виробничих потужностей

з одночасною нещадною експлуатацією всіх видів природних ресурсів.

Нова екологічна криза в історії людства є глибшою і трагічнішою, і подолати її буде надзвичайно важко. Вона призведе до значних міграцій народів і, як вважають провідні вчені, може спровокувати війни, інші соціальні потрясіння локального, регіонального і навіть глобального масштабу.

## 2. Поняття про популяцію та її характеристики

*Популяція* – одне з основних понять екології – означає сукупність особин певного виду, які тривалий час (багато поколінь) живуть на певній території і вільно схрещуються між собою. Водночас певна популяція під впливом якихось чинників (зазвичай це природні бар'єри) відокремлена від територій інших аналогічних популяцій. Популяція сама по собі може підтримувати свою чисельність необмежений час.

З визначення випливає, що можна запропонувати певну ієрархію популяцій:

- ✓ елементарна, або локальна – означає найменшу сукупність, яка живе на невеликій однорідній ділянці (у певному лісі, ставку тощо);
- ✓ екологічна – складається з елементарних популяцій і займає вже значно більшу територію;
- ✓ географічна – охоплює велику сукупність особин одного виду на великій території з приблизно однаковими умовами. У межах такої популяції відмінність особин невелика, але вона помітна, якщо їх порівнювати з представниками іншої географічної популяції.

Особливе значення має популяція в біології, бо, змінюючись як ціле, саме вона є найпростішим елементом еволюційного процесу змін форм життя на Землі. Причиною є тісна кооперація, взаємодія і навіть взаємодопомога членів популяції у боротьбі з ворогами чи конкурентами. У природі одна особина, як правило, не виживає і не може в умовах конкуренції та боротьби за виживання забезпечити продовження свого виду. Популяція ж набагато стійкіша до ударів долі.

Як кожна складна система популяція має чимало характеристик. Найголовніші з них:

- ✓ повна чисельність;
- ✓ густина розселення;
- ✓ генетична структура;
- ✓ дані про імовірність виживання;
- ✓ тип просторового розподілу особин;
- ✓ розподіл особин за віком (демографічна піраміда);
- ✓ спосіб розмноження і плодючість;
- ✓ соціальна організація.

Найточніші дані людина має стосовно власної популяції (за винятком країн, де ніколи не було перепису населення). Можна також знайти інформацію про свійських тварин.

Порівняно легко підрахувати чисельність популяції великих тварин на відкритих просторах (оленів у тундрі, дельфінів у морі тощо), але складніше це зробити для невеликих чи мікроскопічних істот, які до того ж можуть вести нічне чи підземне (підводне) життя. В цих умовах бажано виміряти середню густоту заселення і визначити тип і величину площі розселення. Розрізняють кілька типів організації розташування особин у популяції: випадкове (хаотичне) і впорядковане, рівномірне і групове (нерівномірне) тощо.

Найчастіше живі істоти, які люблять «своїх», розташовуються групами (плямами). Відомо, що те саме стосується й людей. Потяг до компактування у них такий сильний, що є вже чимало міст з населенням понад 10 млн осіб, а населення міст-«рекордсменів» досягає 20 млн.

Численні дані про популяцію вчені збирають не для розваги. Ці дані допомагають передбачити майбутнє популяції. А тому треба знати все (не менше ніж повну чисельність), що так чи інакше впливає на темпи розмноження, насамперед – розподіл особин за віком (демографічну «піраміду»).

На рис. 6 показано такий розподіл для французької колонії на острові Реюньйон (1960 р.) у період дуже швидкого збільшення її населення внаслідок високої народжуваності. Порівняйте його з віковим розподілом громадян Швеції (1975 р.), населення якої майже перестало збільшуватися, та сучасної України.

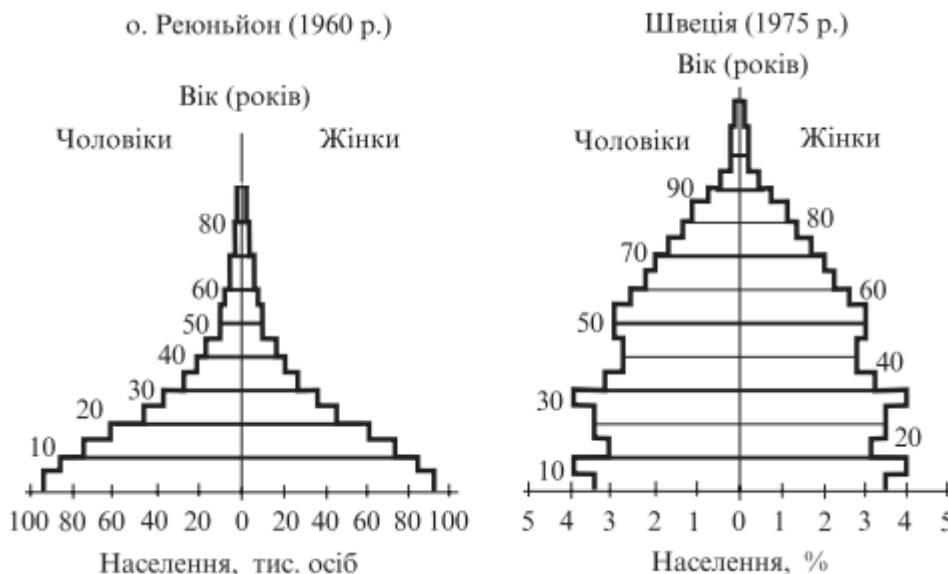


Рис. 6 – Демографічні піраміди о. Реюньйон і Швеції

Окрім кількості особин жіночої статі важливим параметром є плодючість, яку вимірюють коефіцієнтом народжуваності (кількістю нащадків). У деяких країнах він досягає 4,5. Це означає, що щороку на 1000 громадян народжується 45 дітей. Часто плодючість характеризується кількістю дітей, яких у середньому народжує кожна жінка.

У деяких країнах Західної Європи ця кількість менша двох. На противагу цьому в деяких слаборозвинених сільськогосподарських країнах Африки та Азії середня кількість дітей у жінок досягає 8 і більше.

Менш суттєвими, хоч і цікавими, є середня тривалість життя кожної



особини певної популяції, а також крива її виживання. У кожного виду вона індивідуальна, а найтиповіші варіанти показано на рис. 7.

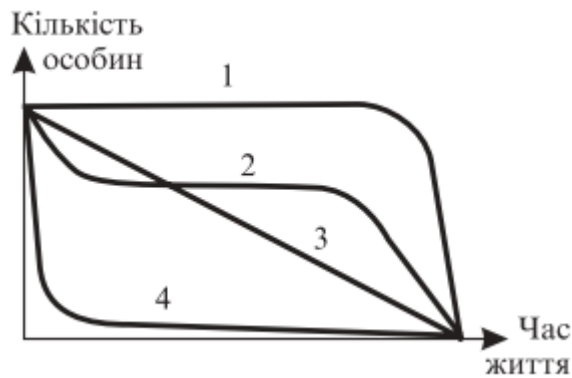


Рис. 7 – Види виживання: 1, 2 – тип I, 3 – тип II, 4 – тип III

Крива 1 відповідає життєвому циклу дрозофіл (нагадаємо, що ці маленькі плодові мушки є улюбленим об'єктом генетиків для їх складних експериментів) у комфортних умовах лабораторій. Крива 2 описує виживання жителів розвинених країн Заходу: низька дитяча смертність, комфортні умови життя з незначною кількістю небезпек сприяють дуже високій імовірності досягти пенсійного віку. Лише на старості смертність, природно, різко підвищується.

Криві 1 і 2 належать до I типу законів виживання. Вони характерні для видів, що дуже піклуються про потомство і захищають його від усіх небезпек. На протилежному полюсі розміщуються види, що характеризуються кривою 4: устриці, гриби, більшість риб, комахи, численні паразити тощо. Усі вони, викинувши ікру чи спори, не звертають ані найменшої уваги на своє потомство, інколи випадково навіть поїдають його. Смертність зародків величезна, але коли молодь підросте, то вже добре захищається і крива смертності (тип III) стає майже горизонтальною. Цікава ситуація з гідрою (пряма 3), імовірність загибелі якої приблизно незмінна впродовж усього її життя (тип II для законів виживання).

Зауважимо, що у біосфері кількість видів така велика, що можна зустріти всі проміжні варіанти між кривими I, II і III типів законів виживання.

Цікавими з багатьох причин є соціальна організація популяції (бджоли, мурахи, не кажучи вже про високоорганізованих птахів чи ссавців) та її генетична структура, деталі якої важливі для передбачення можливої швидкості еволюції чи деградації виду.

### 3. Демографічні проблеми людства

Високі темпи концентрації промисловості, поява дуже складних видів техніки, транспорту, комунікацій і поліпшення внаслідок цього економічного становища людини прискорило зростання кількості міст і населення, тобто *урбанізації*.

*Урбанізація* (лат. – містоформування), означає процес пригнічення природного середовища містами та мегаполісами і погіршення становища

природи в цілому.

За даними ООН, у наш час у містах більшості розвинених країн мешкає до 75-80% загальної кількості населення. Щороку міське населення у світі збільшується на 4%.

Якщо до 19 ст. в містах жило всього близько 14% населення, то наприкінці ХХ ст. масова урбанізація стала визначати характер розподілу людської популяції на Землі. Стихійний розвиток міст може приховувати у собі багато небезпек і для городян, бо до останнього часу планування міського господарства велося без урахування екологічних чинників та їх впливу на здоров'я і благополуччя людини. Вважають, що перші люди в часи, коли вони почали опановувати вогнем і заселяти планету, представляли собою популяцію чисельністю не більше 1 млн. чол. Це було ще до переходу до землеробства. З початком землеробства і скотарства чисельність людської популяції зростає приблизно до 100 млн. чол. Після Другої світової війни на Землі в 1950 р. мешкало 2,5 млрд чоловік. У 1982 р. загальна чисельність населення планети перевищила 5 млрд, а в 2000 р. вона вже становила більш ніж 6 млрд чол., тобто майже в 2,5 рази вище, ніж в 1950 р. Географічне зростання населення відбувається нерівномірно. За останній час особливо швидко зростало населення Китаю, Індонезії, Індії, країн Африки та Латинської Америки.

Аналіз народжуваності і смертності населення високорозвинених країн за останні 200 років виявив чіткий перехід від «примітивної» (висока народжуваність і висока смертність) стабільності до «сучасної» (низька смертність і низька народжуваність). Це явище отримало назву демографічного переходу.

Суть демографічного переходу полягає у підтримці стабільної чисельності населення за рахунок низької народжуваності і низької смертності. Демографічний перехід супроводжується переміщенням населення в міста і різкою зміною вікового складу населення – «старінням» населення.

За ХІХ ст. кількість міст Європи з населенням більше 100 тис. зростає з 20 до 150. На початку ХХ ст. нараховувалось 11 міст-мільйонерів, з яких 6 знаходилися у Європі. У 1950 році в світі було вже 83 міста-мільйонера (з них 30 у Європі), сьогодні вже майже 280 (50 – у Європі). Очікується, що у 2030 році їх буде майже в двічі більше.

У 1950 році більше 10 млн жителів було тільки у Нью-Йорку. Тепер вже 6 міст мають населення більше 20 млн.

Відсоток міського населення в окремих країнах дорівнює: Аргентина – 83%; Уругвай – 82%; Австралія – 75%; США – 80%; Японія – 76%; Німеччина – 90%; Швеція – 83%.

Крім великих міст, швидко зростають міські агломерації – мегаполіси. Найбільші мегаполіси світу сконцентрували 20-60 млн жителів.

За прогнозами ООН у ХХІ ст. в містах країн, що розвиваються, житиме більше 40% населення, а в найбільш урбанізованому регіоні – Латинській Америці – 80%.

Площа земель під забудовою міст кожні 5 років зростає на 20%. У Парижі

на 1 км<sup>2</sup> – 25 тис. жителів; у Токіо – 17, у Лондоні – 9.

В Україні кількість населення в обласних центрах на початку ХХІ століття збільшилось порівняно з серединою ХХ століття: у Львові – у 2-3 рази; у Луцьку, Житомирі, Рівному – 4,5-6 разів; у Дніпропетровську, Харкові, Кривому Розі, Києві – 7-10 разів.

Поява мегаполісів означає стихійну реконструкцію великих районів землі, яка призводить до кризових екологічних ситуацій, пов'язаних з забрудненням повітряного та водного басейнів, зелених масивів тощо.

Великі міста змінюють майже всі компоненти природного середовища: атмосферу, рослинність, ґрунт, рельєф, гідрографічну сітку, підземні води і навіть клімат.

*Кожне місто – це штучне середовище антропогенного походження*, досить складна урбоекологічна система за своїми специфічними умовами, створеними співвідношенням *природних факторів* середовища (клімат, рельєф, геологічна будова, фауна і флора) *та технічних* (особливості промисловості, транспортної мережі, способу життя, суспільної організації).

У сучасній урбоекосистемі виділяють *природну, соціальну та технологічну підсистеми*, які визначають особливості екосистеми міста.

*Урбоекологія* – наука, що вивчає проблеми, пов'язані з урбанізацією, та визначенням шляхів поліпшення екологічного стану сучасних міст (оптимізація урбоекосистеми).

Основні проблеми урбанізованих територій:

1. Різде зменшення природних ресурсів: продовольчих, паливно-енергетичних, мінеральних, просторових, рекреаційних.

2. Забруднення атмосферного повітря – над великими містами у повітрі у 10 разів більше аерозолів, в 25 р. більше газів, з яких 60-70% газового забруднення дає автотранспорт;

– підвищується конденсація вологи, що призводить до збільшення опадів на 5-10%;

– сонячна радіація знижена на 10-20%;

– зниження швидкості вітру, що призводить до підвищення температури, контрасти якої в межах міста можуть бути до 5-6°C;

– запиленість та загазованість (автотранспорт);

– виникнення смогів.

Наслідки цього – зниження імунітету, бронхіальна астма, алергічні реакції, хронічні бронхіти, фарингіти, ларингіти, набряк легенів, слизових оболонок, кон'юнктивіт, екзема, онкологічні захворювання тощо.

Вирішення проблеми автотранспорту – перехід на інші більш екологічно чисті двигуни та види очищеного палива, альтернативні джерела енергії, електротранспорт, використання метро.

3. Проблеми питної води. Практично всі великі міста зазнають дефіцит води. Споживання води в містах у 10 разів перевищує в сільських районах. Крім того вода у містах гіршої якості, а іноді не відповідає санітарним нормам, внаслідок відсутності відповідних технологій і коштів (очищення 70-80%). Об'єми стічних

вод досягають 1 м<sup>3</sup> за добу на 1 людину. Наслідками вживання неякісної води є підвищення захворюваності на інфекційні хвороби (холера, дизентерія, гепатит, туберкульоз тощо).

Шляхи вирішення проблеми водопостачання:

1. Охорона водозабірних територій, водосховищ,

2. Методи очищення стічних вод:

– природні – відстійники,

– хімічні – хлорування, очищення озоном;

– фізико – хімічні (електрофорез);

– фізичні – адсорбція, застосування фільтрів.

3. Впровадження оборотного водопостачання (повторне використання очищеної води на підприємствах).

4. Забруднення та зниження родючості ґрунтів.

*Ґрунти урбанізованих територій – урбоземи* – мають великий вміст важких металів, більшу кислотність, переуцільнені, витоптані, мало поживних речовин. Крім того забруднені побутовими відходами, залишками палива.

Розв'язанню багатьох екологічних проблем може сприяти широке використання підземного простору для розміщення об'єктів міського будівництва, що сприятиме підвищенню ефективності використання земель та покращенню санітарно-гігієнічних умов.

5. Високий рівень шуму (шумове забруднення скорочує життя на 8-12 років).

6. Дія електромагнітного поля.

7. Вібрація (транспорт, метро, будівництво).

Біоурбаністика або аркологія – напрямок ландшафтної архітектури, який займається проблемами раціонального планування структури міста.

Тобто, це екологічна архітектура, яка займається питаннями побудови міст із максимальним урахуванням екологічних факторів, збереженням і розширенням зелених зон, оптимізації умов праці і проживання міського населення, структури міста.

Планувальна структура міста виражається у взаємному розташуванні основних функціональних зон і системах зв'язку між ними. Це основа міста. Вона визначає транспортну схему, зовнішній вигляд міста і відбивається в генеральному плані міста.

У місті є зони різні за призначенням та своїми функціями:

✓ Промислова зона – це зона яка включає промислові підприємства та культурно-побутові установи, що їх обслуговують, адміністративні заклади, вулиці, площі, зелені насадження.

✓ Селітебна зона (житлова зона) – територія, призначена для житла. Тут розміщуються мікрорайони і житлові квартали, підприємства культурно-побутового обслуговування, лікарні, вулиці, площі.

✓ Санітарно-захисна – зона, що захищає селітебні території від шкідливого впливу промисловості і транспорту.

✓ Зона відпочинку – рекреаційна зона, парки, лісопарки, спортивні

споруди, дитячі майданчики.

✓ Транспортна – обладнання зовнішнього транспорту (залізничного, водного).

✓ Складська зона – територія розташування різних складських приміщень.

Велике значення набуває озеленення міських територій, розширення площі зелених насаджень, які виконують санітарну роль, уловлюють пил та знешкоджують токсичні речовини, виділяють у повітря фітонциди (тополя, черемха, бирючина, хвойні рослини).

Рослини зеленої зони (лісосмуги) здатні знижувати у повітрі міського району, порівняно з промисловою зоною, вміст сірчистого газу – на 14%, оксиду вуглецю – 37%, фенолу – 36%.

За санітарними нормами насадження загального користування – парки та інші зелені масиви – повинні займати від 8-24 м<sup>2</sup> на кожного мешканця міста, а в житлових мікрорайонах – від 11-19 м<sup>2</sup>.

Рослинний покрив міста представлений в основному штучними насадженнями – парками, газонами, алеями, квітниками, які потребують постійного догляду та піклування з боку людини. Структура антропогенних фітоценозів не відповідає зональним і регіональним типам природної рослинності. Часто використовуються породи дерев та чагарників, які не витримують антропогенного навантаження: знижується їх продуктивність та естетичний вигляд.

Наприклад: більш стійкими є тополя, ясен, клен гостролистий, шовковиця, бузок; менш стійкими виявляються каштан, липа, жовта акація.

Фітомеліорація – використання рослинності в оптимізації урбоекостистем (тобто очищення і покращення газового складу повітря, його вологості за допомогою зелених рослин).

#### **4. Загальносистемні закономірності взаємодії людини й природи**

Суспільство (соціосфера) є складовою частиною ландшафтної оболонки. Суспільство – це сукупність конкретних людей. Людина – частина природи. Фізичне і духовне життя людини нерозривно пов'язане з природою. Природа – це середовище, в якому людина живе. Життя людини можливе тільки у взаємодії з природою. Ця взаємодія проявляється в різних формах, насамперед в обміні речовин і енергії. Але людина – не тільки біологічна істота, а й суспільна. Умови її життєдіяльності залежать і від суспільного оточення. В зв'язку з цим для пояснення розвитку людини як компонента живої природи і людського суспільства одних тільки біологічних закономірностей недостатньо. Треба враховувати суспільні умови і закономірності. Між людиною і природою є не тільки біологічна, а й економічна взаємодія. Саме природа є джерелом споживчих вартостей.

Людина і природа не протистоять одна одній. Але було б помилкою стверджувати, що це гармонійне ціле. Якби вони являли собою гармонійне ціле, то не виникали б екологічні проблеми, які в сучасних умовах набувають

глобального характеру. Матеріальний світ єдиний, і його складові взаємозв'язані, вони впливають одна на одну. Тому в процесі пізнання природа і суспільство мають розглядатися у взаємозв'язку і у взаємодії.

Матеріальне виробництво є конкретним виявом взаємодії суспільства і природи. В ньому особливо чітко проявляється єдність взаємодіючих частин. Відношення людей до природи змінюється з розвитком продуктивних сил. Природа і суспільство становлять єдність. Нарізне вивчення суспільства і природи не забезпечує дослідження тісної взаємодії між ними. У минулому впродовж століть вивчались окремі компоненти природи і суспільства. Тепер людство має широкі знання про природу і розвиток суспільства. За сучасних умов необхідні наукове опрацювання екологічних проблем і практичні заходи для створення гармонійних відносин між природою і суспільством. Проте до останнього часу були поширені погляди на цілісність «природа – суспільство» як на конгломерат частин. У географічній науці і тепер не подолана розірваність між вивченням природи і суспільства. А між тим суть сучасної географії полягає в тому, що вона вивчає в певних аспектах природу, суспільство і їх взаємодію.

Гармонія антропогенної діяльності людини і природи можлива тільки при здійсненні контролю чисельності людства; обмеженні надмірних потреб людей; раціоналізації використання природних ресурсів; використанні тільки екологічно доцільних промислових технологій, здійсненні глобального моніторингу за станом навколишнього природного середовища та ін.

Американський вчений – еколог Б. Коммонер, узагальнивши положення біоекології та вивчивши досвід людства у сфері природокористування, сформулював ряд соціально-екологічних законів, виділивши з них чотири основних: все пов'язано з усім; все повинно кудись діватися; ніщо не дається задарма; природа знає краще. Ці закони екології не охоплюють всі сторони взаємодії суспільства і природи, але, прості за формою і глибокі за змістом, вони закладають основу морального ставлення людини до природи.

Певний крок у напрямку переходу біосфери в ноосферу – усвідомлення і проголошення необхідності переходу світової спільноти на позиції сталого розвитку. Філософським обґрунтуванням розвитку системи «людина – природа» є стратегія сталого розвитку, прийнята в декларації на «глобальному саміті» в Ріо-де-Жанейро у 1992 р, Йоханнесбурзі у 2002 р. і в резолюції XXI Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку. Досягнення глобальної стійкості суспільства означає забезпечення потреб сьогодення без ризику для здатності навколишнього середовища підтримувати життя в майбутньому.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Охарактеризуйте історію розвитку взаємовідносин людини та природи.
2. Дайте визначення популяції та розкрийте її головні характеристики.
3. Які демографічні проблеми людства Вам відомі?
4. Що таке урбоекологія?
5. Як сьогодні вирішуються проблеми урбанізованих територій?
6. Розкрийте взаємозв'язок природи та суспільства.

*✍ Практичні завдання*

1. Проаналізуйте адаптаційні реакції наданих в таблиці 3 живих організмів. Заповніть таблицю.

Таблиця 3 – Адаптаційні реакції живих організмів

Приклади живих організмів	Тип адаптації	Адаптивні ознаки	Пристосувальні значення
Акула біла			
Заєць біляк			
Зебра			
Африканський слон			
Клен канадський			
Гледичія			
Росичка			
Кактус			
Тюлень			
Палтус			
Ворона сіра			
Латаття			
Сова сіра			

2. Ознайомтеся з умовами ситуативної задачі та запишіть її рішення. Гусениці біланів можуть житись рослинами з різним забарвленням листків. При чому, на зелених листках зустрічаються переважно зелені гусениці, а на сірих – сірі. Надайте можливі пояснення цього фактора та сплануйте експерименти для його перевірки.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КРУГООБІГ РЕЧОВИН ТА ЙОГО ПОРУШЕННЯ ПІД ДІЄЮ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ

### ТЕМА 3. КРУГООБІГ РЕЧОВИН ТА ЙОГО ПОРУШЕННЯ

**Мета:** з'ясувати яку роль відіграє сонячна енергія у формуванні кругообігів речовин; розкрити складові кругообігу основних елементів; визначити причини порушення кругообігів речовин.

#### План

1. Сонячна енергія як основа для формування кругообігів.
2. Схеми кругообігу речовин – карбону, азоту, кисню, води.
3. Порушення кругообігів речовин.

**Основні поняття:** кругообіг, біосфера, сонячна енергія, перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки, ентропія.

#### 1. Сонячна енергія як основа для формування кругообігів

Біосфера – це відкрита термодинамічна система, що одержує енергію у вигляді променистої енергії Сонця й теплової енергії процесів радіоактивного розпаду речовин у земній корі та ядрі планети. Радіоактивна енергія, частка якої в енергетичному балансі планети була значною на абіотичних фазах, нині не відіграє помітної ролі в житті біосфери, й основне джерело енергії сьогодні – це сонячне випромінювання.

Щороку Земля одержує від Сонця енергію, яка становить близько  $10,5 \times 10^{20}$  кДж. Більша частина цієї енергії відбивається від хмар, пилу й земної поверхні (близько 34%), нагріває атмосферу, літосферу й Світовий океан, після чого розсіюється в космічному просторі у вигляді інфрачервоного випромінювання (42%), витрачається на випаровування води й утворення хмар (23%), на переміщення повітряних мас – утворення вітру (близько 1%). І лише 0,023% сонячної енергії, що потрапляє на Землю, акумулюється продуцентами – вищими рослинами, водоростями та фототрофними бактеріями – й запасується в процесі фотосинтезу у вигляді енергії хімічних зв'язків органічних сполук. За рік у результаті фотосинтезу утворюється близько 100 млрд. т органічних речовин, в яких запасується не менш як  $1,8 \times 10^{17}$  кДж енергії.

Ця зв'язана енергія далі використовується консументами й редуцентами в ланцюгах живлення, і за її рахунок жива речовина виконує роботу – концентрує, трансформує, акумулює й перерозподіляє хімічні елементи в земній корі, роздрібнює та агрегує неживу речовину. Робота живої речовини супроводжується розсіянням у вигляді тепла майже всієї запасеної в процесі фотосинтезу сонячної енергії. Лише частки процента цієї «фотосинтетичної» енергії не потрапляють у ланцюги живлення й консервуються в осадових породах у вигляді органічної речовини торфу, вугілля, нафти та природного газу.



Отже, в процесі роботи, яку здійснює біосфера, вловлена сонячна енергія трансформується, тобто йде на виконання так званої корисної роботи, й розсіюється. Ці два процеси підпорядковуються двом фундаментальним природним законам – першому та другому законам термодинаміки.

Перший закон термодинаміки часто називають законом збереження енергії. Це означає, що енергія не може бути ні народжена, ні знищена, вона може бути лише трансформована з однієї форми в іншу. Кількість енергії при цьому не змінюється.

В екологічних системах відбувається багато перетворень енергії: промениста енергія Сонця завдяки фотосинтезу перетворюється на енергію хімічних зв'язків органічної речовини продуцентів, енергія, запасена продуцентами, – на енергію, акумульовану в органічній речовині консументів різних рівнів, і т. д. Сучасне людське суспільство також перетворює величезні кількості однієї енергії на іншу.

Другий закон термодинаміки визначає напрям якісних змін енергії в процесі її трансформації з однієї форми в іншу. Закон описує співвідношення корисної та марної роботи під час переходу енергії з однієї форми в іншу й дає уявлення про якість самої енергії.

Другий закон термодинаміки, я вважаю, панує серед законів Природи. І якщо ваша гіпотеза суперечить цьому законові, я нічим не можу вам допомогти. (А. Еддінгтон, англійський астроном).

Згадаймо, що під енергією розуміють здатність системи здійснювати роботу. Але за будь-якої трансформації енергії лише частина її витрачається на виконання корисної роботи. Решта ж безповоротно розсіюється у вигляді тепла, тобто здійснюється марна робота, пов'язана зі збільшенням швидкості безладного руху частинок. Чим більший процент енергії витрачається на виконання корисної роботи й, відповідно, чим менший процент при цьому розсіюється у вигляді тепла, тим вищою вважається якість початкової енергії. Високоякісна енергія може бути без додаткових енергетичних затрат трансформована в більшу кількість інших видів енергії, ніж низькоякісна.

Енергією найнижчої якості є енергія невпорядкованого броунівського руху, тобто теплова. Її не можна використати для виконання корисної роботи. Кількість енергії найнижчої якості, непридатної для здійснення корисної роботи, називають ентропією. Спрощено ентропія – це міра дезорганізації, безладу, випадковості систем та процесів.

Отже, за другим законом термодинаміки, будь-яка робота супроводжується трансформацією високоякісної енергії в енергію нижчої та найнижчої якості – тепло – й призводить до зростання ентропії.

Знизити ентропію в термодинамічно закритій системі, яка не отримує енергії ззовні, неможливо – адже вся якісна енергія такої системи врешті-решт перетворюється на низькоякісну, деградує до тепла. Проте у відкритій термодинамічній системі можливо протидіяти зростанню ентропії, використовуючи для цього високоякісну енергію, що надходить ззовні, й відводячи низькоякісну енергію за межі системи.

Всесвіт є закритою системою, й у ньому ентропія постійно зростає. Натомість біосфера є відкритою системою, яка підтримує власний низький рівень ентропії, використовуючи для цього зовнішнє джерело якісної променистої енергії – Сонце – й розсіюючи в космічний простір низькоякісну теплову енергію. Тому, крім ентропії фізичної (ентропії замкненої системи), в екології використовують поняття «ентропія екологічна» – кількість необоротно розсіяної в просторі теплової енергії, яка, проте, компенсується трансформованою енергією зовнішнього джерела – Сонця.

## 2.Схеми кругообігу речовин – карбону, азоту, кисню, води

Утворення живої речовини та її розклад – це дві сторони єдиного процесу, який називається біологічним кругообігом хімічних елементів. Життя – це кругообіг елементів між організмами і середовищем.

Причина кругообігу – обмеженість елементів, з яких будується тіло організмів. Біологічний кругообіг – це багаторазова участь хімічних елементів у процесах, які протікають у біосфері. У зв'язку з цим біосферу визначають як частину Землі, де протікають три основних процеси: кругообіг вуглецю, азоту, сірки, в яких беруть участь п'ять елементів (Н, О, С, Р, S), що рухаються через атмосферу, гідросферу, літосферу. У природі кругообіг здійснюють не речовини, а хімічні елементи. Ці 5 елементів рухаються і окремо, і в таких сполуках як вода, нітрати, двоокис вуглецю, двоокис сірки (рис. 8).

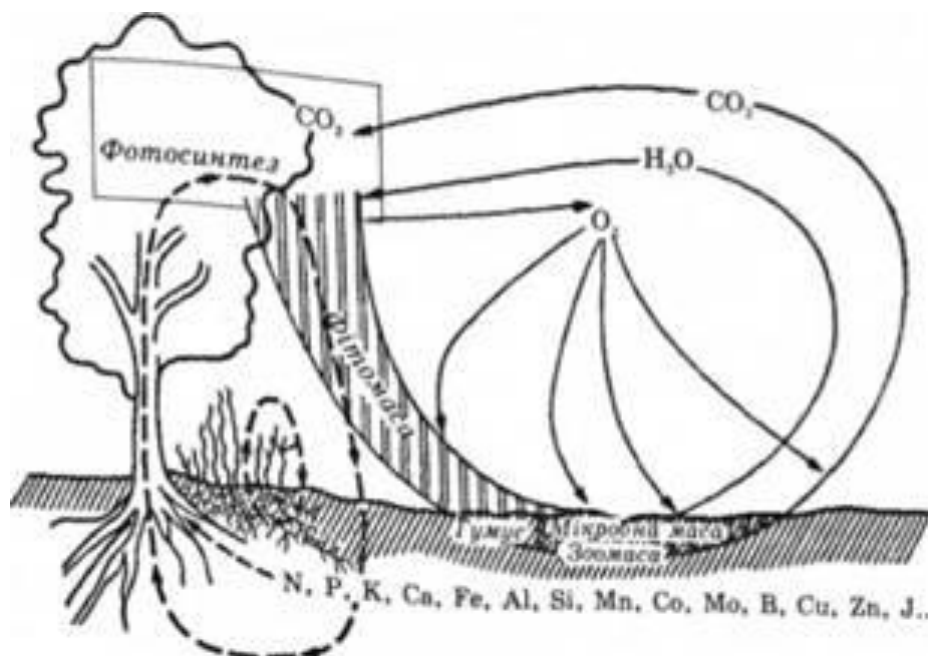


Рис. 8 – Біологічний кругообіг речовин

*Кругообіг карбону.* У біосфері карбону понад 12000 млрд т. Це пояснюється тим, що сполуки карбону безперервно виникають, змінюються і розкладаються. Кругообіг карбону відбувається фактично між живою речовиною та діоксидом вуглецю. У процесі фотосинтезу, здійснюваного рослинами, діоксид вуглецю

вуглекислий газ і вода за допомогою енергії сонячного світла перетворюються на різні органічні сполуки. Щорічно вищі рослини і водорості при фотосинтезі поглинають 200 млрд т карбону. Якби карбон не повертався в атмосферу, його запас у ній (700 млрд т) швидко б вичерпався. Відмерлі рослини і тваринні організми розкладаються грибами і мікроорганізмами на  $\text{CO}_2$ , який теж повертається в атмосферу. Повний цикл обміну атмосферного вуглецю здійснюється за 300 років. Але частина карбону вилучається у вигляді торфу, нафти, вугілля, вапняку, мармуру, викопних відкладів і осадових порід.

*Кругообіг кисню.* Щорічно лісові масиви виробляють 55 млрд т кисню. Він використовується живими організмами для дихання і бере участь в окисних реакціях в атмосфері, літосфері й гідросфері. Циркулюючи через біосферу, кисень перетворюється то на органічну речовину, то на воду, то на молекулярний кисень. Весь кисень атмосфери кожні 2 тис. років проходить через живу речовину біосфери. За час свого існування людство безповоротно втратило близько 273 млрд т кисню. У наш час щорічно на спалювання вугілля, нафтопродуктів і газу витрачається величезна кількість кисню. Інтенсивність цього процесу збільшується щороку.

*Кругообіг азоту, фосфору, сірки.* Діяльність людини прискорює кругообіг цих елементів. Головна причина прискорення – використання фосфору в добривах, що призводить до еутрифікації – надудобрення. При еутрифікації відбувається бурхливе розмноження водоростей – «цвітіння» води. Це призводить до зменшення кількості розчиненого у воді кисню. Продукти обміну водоростей знищують рибу та інші організми. Сформовані екосистеми при цьому руйнуються. Індустрія і двигуни внутрішнього згорання викидають в атмосферу щорічно багато нітратів і сульфатів. Потрапляючи на землю разом з дощами, вони засвоюються рослинами.

*Кругообіг води.* Вода покриває 3/4 поверхні Землі. За одну хвилину під дією сонячного тепла з поверхні водойм Землі випаровується 1 млрд т води. Після охолодження пари утворюються хмари, випадає дощ і сніг. Оподи частково проникають у ґрунт. Ґрунтові води повертаються на поверхню землі через коріння рослин, джерела, насоси тощо. Діапазон швидкостей циркуляції води дуже великий: вода океанів поновлюється за 2 млн. років, ґрунтова вода – за рік, річкова – за 12 діб, пара в атмосфері – за 10 діб. Двигуном кругообігу є енергія Сонця.

Щорічно для створення первинної продукції біосфери використовують при фотосинтезі 1 % води, що потрапляє у вигляді опадів. Людина тільки для побутових і промислових потреб використовує 20 мм опадів – 2,5 % загальної їх кількості за рік. Безповоротний щорічний водозабір тепер становить 5,5 куб. м. Щорічно він збільшується на 4-5 %.

А з іншого боку, живі організми пристосовуються до різного хімічного складу середовища, можуть переносити велику концентрацію тих елементів, які тут звичайно є у великих кількостях. Елементи, які рідко зустрічаються у природі і у малих концентраціях, при нагромадженні стають отруйними для живих істот.

### 3.Порушення кругообігів речовин

Головними причинами порушення кругообігу речовин у біосфері є:

По-перше, це досить сильне штучне прискорення процесів вивітрювання осадових і гранітних порід, пов'язане з видобуванням і переробкою корисних копалин, спалюванням вугілля, нафти, торфу, природного газу. В результаті в атмосфері збільшується вміст вуглекислого газу, оксидів сірки, через кислотні дощі зменшується рН ґрунту, що призводить до переходу багатьох елементів у розчинений стан. Деякі з них у великих концентраціях токсичні й небезпечні для живого (наприклад, важкі метали – мідь, цинк, свинець). Процеси кругообігу речовин у біологічному циклі вповільнюються – адже гинуть носії живої речовини. Та чим більше елементів переходить у розчин, тим більше їх вимивається у Світовий океан. Прискорені темпи загибелі біоти, вповільнені темпи повторного використання доступних мінеральних речовин, зростання швидкості їх вимивання спричиняють перебагачення Світового океану біогенними елементами. Внаслідок цього частішають спалахи «цвітіння» океану мікроскопічними водоростями, які нерідко бувають токсичними й пригнічують розвиток консументів, котрі їх споживають. Так, порівняно з минулими століттями частота спалахів «цвітіння» в Світовому океані зросла в 50-130 разів! Усе це прискорює процеси вилучення з біосфери доступних біогенних речовин і їх консервації в донних відкладеннях.

По-друге, людина в процесі своєї господарської діяльності створює численні речовини (наприклад, пластмаси), які надалі не можуть бути ні використані продуцентами, ні розкладені до доступних мінеральних речовин редуцентами. Вони утворюють особливу групу антропогенних «осадових» порід, відходів нашої цивілізації, які археологи чомусь назвали «культурним шаром». Ці відходи зрештою будуть трансформовані в літосфері в граніти й потім у процесі вивітрювання знову стануть доступними для живої речовини, але відбудеться це в геологічних вимірах часу – через мільйони років. Тому є реальна загроза того, що доступні ресурси біосфери можуть бути перероблені на відходи швидше, ніж завершиться цикл геологічного кругообігу. Що в цьому разі станеться з біосферою (в тому числі й з людиною), передбачити нескладно.

Люди й далі продовжують діяти в тому самому напрямі, не усвідомлюючи очевидного факту, що Земля, на якій вони розвинулись до сучасного рівня, – це маленька планета з обмеженими ресурсами й дуже вразливим режимом і вимагає до себе тим обережнішого й дбайливішого ставлення, чим ширшими стають можливості людей порушувати цей режим.

Сьогодні можна констатувати, що біосфера різко змінюється під впливом технологічної діяльності людини, дедалі більше замінюється техносферою, в якій дехто з учених іще недавно схильний був убачати початок формування ноосфери, передбаченої В. І. Вернадським. Проте сьогодні стало ясно, що наступ техносфери супроводжується такими змінами природного середовища, які вже почали загрожувати самому існуванню людини на Землі. Відбувається прискорене руйнування основних, життєво важливих комірок біосфери, яке

прогресує й уже здатне призвести до її повної деградації і загибелі, що автоматично означає загибель людства, оскільки люди не можуть існувати в іншому середовищі, ніжте, в якому вони з'явилися та існували. Отже, дедалі активніше рухаючи вперед «технічний прогрес», людство лише погіршує загальну ситуацію в біосфері і своє власне становище.

На думку деяких учених, серед причин цієї глобальної екологічної кризи, що насувається, головними є дві: надмірне зростання чисельності населення Землі і надмірне використання людиною основних природних ресурсів.

Ситуація ще більш загострюється тим, що до появи на Землі людини всі процеси в біосфері базувались на використанні відновлювальних ресурсів.

Сьогодні людство 90% енергії для своїх потреб добуває з невідновлювальних джерел (нафта, вугілля, газ тощо). Використання ресурсів цього типу спричиняє такі порушення в біосфері, з якими вона неспроможна боротися. Зруйновані людством біоти самі стають джерелом забруднення навколишнього середовища.

Господарська діяльність людини зумовила пошкодження і вичерпання природних ресурсів, що призводить до реформації сформованих протягом багатьох мільйонів років природного кругообігу та енергетичних потоків на планеті. Внаслідок чого почалося прогресуюче руйнування біосфери Землі, що може набути характеру незворотних процесів і навколишнє середовище може стати непридатним для існування людини.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Яке значення сонячної енергії для кругообігу речовин у біосфері?
2. Охарактеризуйте біологічний кругообіг речовин. У чому причина кругообігу?
3. Опишіть кругообіг карбону, його значення.
4. Як підтримується баланс кисню в атмосфері?
5. Яким чином людина впливає на кругообіг азоту, фосфору та сірки?
6. Які головні причини порушення кругообігу речовин у біосфері?

### **✍** *Практичні завдання*

1. Складіть схеми та позначте складові кругообігів:  
– карбону, кисню, азоту, сірки, фосфору.

Розгляньте складені вище кругообіги речовин, вкажіть типи найбільшого антропогенного втручання та позначте їх на схемах кругообігів.

Запропонуйте шляхи зменшення негативного впливу людини на кругообіги та зробіть висновки.


2. Проаналізуйте значення дихання у кругообігу вуглецю за наступними даними, тис. т/рік: дихання рослин – 50; тварин – 4,1; людей – 0,7.

## ТЕМА 4. РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

**Мета:** з'ясувати як впливає розвиток продуктивних сил на стан навколишнього середовища. Охарактеризувати головні проблеми урбоекології, промислової екології, радіоекології та агроекологічні проблеми.

### План

1. Основні форми, обсяги і наслідки антропогенного впливу на навколишнє середовище.
2. Екологічні проблеми народонаселення. Урбоекологічні проблеми.
3. Проблеми утилізації відходів.
4. Основи радіоекології.
5. Екологія і космос.
6. Екологічні особливості галузевого використання природних ресурсів.
7. Екологічні проблеми і шляхи їх вирішення в галузях промисловості.
8. Агроекологічні проблеми розвитку і шляхи їх розв'язання.

 **Основні поняття:** забруднення, кислотні дощі, опустелювання, перенаселення, ноосфера, відходи, ерозія ґрунтів.

### 1. Основні форми, обсяги і наслідки антропогенного впливу на навколишнє середовище

Негативний вплив суспільства на природне навколишнє середовище внаслідок господарської діяльності називають антропогенним. З грецької його дослівно можна перекласти як вплив, породжений людиною. Антропогенні впливи відрізняються обсягами, характером, інтенсивністю, величиною, рівнем шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людей. При цьому всі їх прояви зводяться до чотирьох форм негативної дії.

1. Зміна компонентного складу біосфери, кругообігу речовин у природі (видобуток мінеральної сировини, нагромадження відходів, викиди та скиди забруднювальних речовин у повітряне та водне середовища).

Основним тут є викиди забруднювальних речовин у природне середовище. Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження у біосферу твердих, рідких і газоподібних речовин або енергії (тепла, шуму, радіоактивних речовин) у кількостях, що безпосередньо чи опосередковано шкідливо впливають на людину, тварин і рослини. Прямими об'єктами забруднення (акцепторами) є основні компоненти природного середовища – атмосфера, вода, ґрунти, надра, тваринний і рослинний світ.

Розрізняють такі види забруднень:

- ✓ інгредієнтне забруднення – пов'язане з надходженням у природне середовище речовин, ворожих природним біогеоценозам;
- ✓ параметричне забруднення – пов'язане зі зміною якісних параметрів навколишнього середовища (підвищення рівнів шуму, радіації тощо);

✓ біоценотичне забруднення – пов'язане із зміною структурних параметрів популяцій;

✓ стаційно-деструкційне забруднення – полягає у деструктивному впливові на ареали існування популяцій у результаті використання природних ресурсів.

У територіальному аспекті забруднення поділяють на локальні, регіональні, глобальні. За силою та характером дії на навколишнє середовище забруднення бувають фонові, залпові, постійні, катастрофічні. За джерелами виникнення забруднення поділяють на промислові, транспортні, сільськогосподарські, побутові.

За походженням забруднення поділяють на:

✓ фізичне – це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, спричинені людиною;

✓ механічне – забруднення твердими частками та предметами;

✓ хімічне – пов'язане з надходженням твердих, газоподібних чи рідких речовин штучного походження, що порушують процеси кругообігу речовин та енергії;

✓ біологічне – забруднення біологічними істотами (збудниками СНІДу, атипової пневмонії, хвороби легіонерів) або катастрофічне розмноження рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною або випадково;

✓ термічне – при скиданні у водойми нагрітої води;

✓ радіоактивне – пов'язане з надходженням у навколишнє середовище штучних ізотопів.

Джерелами забруднювальних речовин є промислові підприємства, об'єкти паливно-енергетичного комплексу, а також викиди комунально-побутового господарства, транспорту. Значної шкоди природі завдають викиди в атмосферу і скиди стічних вод металургійних, металообробних і машинобудівних заводів. Дуже небезпечні стічні води хімічної, целюлозно-паперової, харчової, деревообробної, нафтохімічної промисловостей, викиди теплових електростанцій, хімічні речовини, що використовуються у сільському господарстві. Автомобільний транспорт є основним джерелом забруднення важкими металами і токсичними вуглеводнями. Зростання обсягів морських перевезень, насамперед збільшення потоків нафтоперевезень, нарощування видобутку корисних копалин у шельфі Світового океану призвело до забруднення морів і океанів.

У країнах Європейського Союзу всі відходи поділяють на три категорії:

✓ «зелені» – безпечні;

✓ «жовті» – шкідливі, на скидання котрих потрібно отримати спеціальний дозвіл;

✓ «червоні» – дуже небезпечні, які знаходять під суворим контролем.

2. Зміна структури земної поверхні (розорювання земель, вирубування лісів, виконання меліоративних заходів, створення штучних водойм, зміни режиму стоку поверхневих вод, урбанізація, видобуток корисних копалин тощо). Епоха бурхливого промислового розвитку ознаменувалася виникненням досі не

відомого антропогенного феномена – кислотних дощів, тобто опадів з великим вмістом сірчаної кислоти з домішками кислоти азотної. Кислотними називають опади, рН яких нижче від 5,6. Їх джерело в атмосфері – гази з вмістом сполук сірки і азоту. Вони потрапляють до атмосфери як природним шляхом, так і в результаті господарської діяльності людини.

Кислотні дощі породжуються потраплянням в атмосферу оксидів сірки й азоту в результаті спалювання високосірчаного вугілля на теплових електростанціях і промислових об'єктах. Вони випадають на значній відстані (до 1000 км) від джерела первинного викиду. Світові викиди сірки й азоту становлять майже 300 млн т, зокрема у Європі – 65-70 млн т.

Складною проблемою, особливо у засушливих районах планети, стали аридизація і опустелювання. Аридизація – це процеси зменшення зволоженості значних територій і, як наслідок, зниження біологічної продуктивності ґрунтово-рослинних екологічних систем. Опустелювання – втрата місцевістю рослинності як природної, так і штучної, що може виявлятися також у формі погіршення якості ґрунтів з неможливістю їх відновлення без участі людини. Це відбувається у результаті природних змін і антропогенних факторів. Щороку площі пустель зростають на 60 тис. км<sup>2</sup>, що дорівнює площі двох Бельгій. Нині площі антропогенних пустель становлять 9115 тис. км<sup>2</sup>. Це майже 7 % суші, а під загрозою опустелювання ще 30 млн км<sup>2</sup>.

Загострюються проблеми, пов'язані з використанням ресурсів Світового океану. В морях і океанах масштабними стали видобуток нафти (600 тис. т її потрапляє в океани) і газу, кольорових металів, будівельної і хімічної сировини. Морське рибальство нині дає до 90 млн т риби щороку, а її неконтрольований вилов у деяких регіонах призвів до виснаження цих морересурсів. Дуже небезпечні аварії нафтоналивних танкерів, а також практика поховання токсичних і радіоактивних відходів на морському дні.

Погіршення екологічної ситуації у ряді регіонів світу, деградація умов існування та розмноження призвели до знищення рослинного і тваринного світу. За історичний період на Землі зникло 94 види птахів, 63 види ссавців, причому, зникнення 86 % перших і 75 % других безпосередньо пов'язане з господарською діяльністю людини.

3. Зміна енергетичного балансу планети і буферних властивостей Землі. За останні 100 років людство збільшило у понад тисячу разів обсяги використання енергії. Внаслідок спалювання палива частка вуглекислого газу в атмосфері зросла на 25-30 %, що може у майбутньому призвести до підвищення середньої температури на 1,5-2 °С. Це спричинить так зване явище парникового ефекту, коли ефективне випромінювання Землі буде меншим, ніж отримання планетою сонячної радіації. Збільшення в атмосфері вуглекислого газу та парів води порушує тепловий баланс Землі. Нагрівання атмосфери у глобальному масштабі на 2-4 °С призведе до танення полярних льодовиків, внаслідок чого підвищиться рівень океану приблизно на 20 м і затопиться значна частина суші.

Останнім часом неабияке занепокоєння у світі викликає проблема озонових дірок – локального зменшення частки озону в озоновому шарі Землі. Озоносфера



є шаром розрідженого озону на висоті 10-50 км, який поглинає шкідливе ультрафіолетове випромінювання. Основна концентрація озону розташована на висоті 20-25 км. Зменшення озону в деяких регіонах (Антарктиді, Ісландії) призводить до збільшення потрапляння УФВ, що шкідливо впливає на життєдіяльність живих організмів. Наприклад, збільшення УФВ на 10% призводить до зростання кількості захворювань на рак шкіри на 300 тисяч випадків.

4. Знищення рослинного і тваринного розмаїття, природних місць існування і розмноження тварин і рослин, штучна акліматизація і адаптація тварин та рослин на нових місцях існування, виведення нових сортів рослин і порід тварин тощо.

Щороку в світі вирубується 150 тис. км<sup>2</sup> лісів, за останні 60 років понад 1 млрд га лісів перетворено на сільськогосподарські угіддя. За 20 останніх років лісистість планети зменшилася на 2%. Щорічно вирубується 11,3 млн га тропічних лісів. Людство, за свою недовгу історію, знищило до 10% видів живих організмів. Темпи їх знищення становлять нині 150 видів на рік. На сьогодні зникло 120 видів ссавців та 150 видів птахів. Під загрозою знищення зараз перебуває до 2 млн живих організмів, що становить від 15 до 20% від загальної кількості рослин і тварин.

## 2. Екологічні проблеми народонаселення. Урбоекологічні проблеми

Протягом більшої частини людської історії зростання чисельності народонаселення було майже непомітним. Повільно воно набирало сили протягом ХІХ ст. і надзвичайно різко зросло після другої світової війни. Це дало привід говорити про «демографічний вибух» (рис. 9).

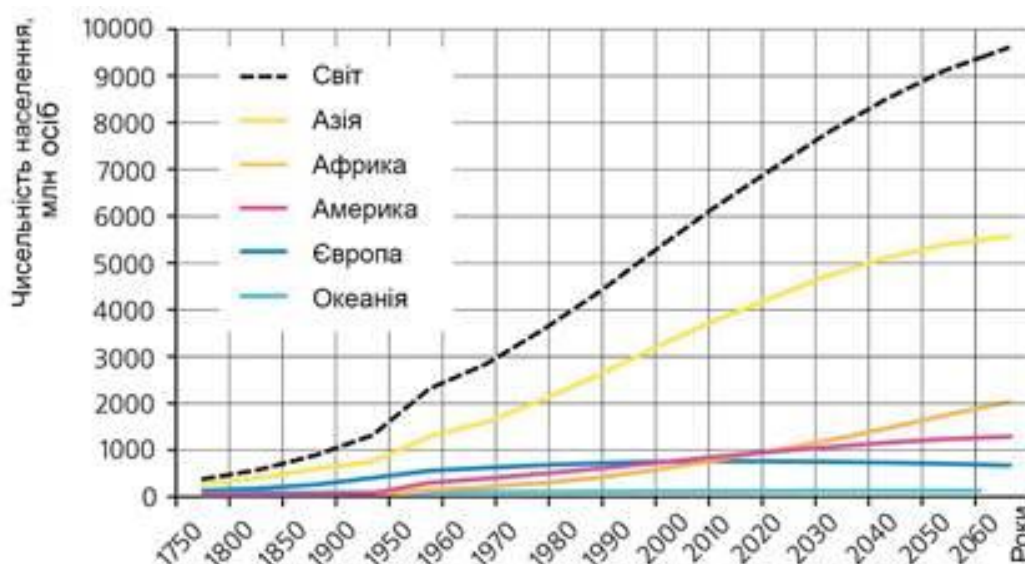


Рис. 9 – Динаміка зростання населення світу

Головним фактором зростання чисельності населення у ХХ столітті стало покращення харчування та санітарно-гігієнічних умов, що запобігали

виникненню багатьох епідемій, а також заходи щодо зниження дитячої смертності. Висока чисельність населення Земної Кулі виявилася новим явищем. Поряд з науково-технічною революцією вона стала головною причиною антропогенної зміни біосфери.

Згідно даних ООН, основний приріст населення припадає на країни, які розвиваються. Швидке зростання населення у цих країнах різко загострило екологічні та соціальні проблеми.

Чисельність населення слаборозвинених країн становить 3/4 від населення планети, а споживають вони всього 1/3 загальносвітової продукції, до того ж розрив у споживанні на душу населення продовжує зростати.

Якщо умовно населення Землі «стиснути» до розміру селища з населенням у 100 осіб, а всі існуючі співвідношення сучасного людства залишилися би попередніми, то мали б таку картину:

у селищі прожило би 57 азіатів, 21 європеєць 14 представників Північної, Центральної, Південної Америки, 8 африканців;

✓ 70 із 100 були б «кольоровими» (не білими);

✓ 50% усіх багатств були б у руках б чоловік, і всі вони були б громадянами США;

✓ 70 чоловік не вміли б читати;

✓ 50 страждали б від недоїдання;

✓ 80 чоловік жили б у оселях, непридатних для життя;

✓ тільки один чоловік мав би університетську освіту.

Низька народжуваність в економічно розвинутих країнах – фактор у глобальному масштабі позитивний. Однак, і він може привести до несприятливих соціально-політичних наслідків.

Відбувається «старіння» населення. Зростання числа пенсіонерів тяжким тягарем лягає на економіку країни. Старіння населення породжує ще одну проблему. Менший динамізм більш старих вікових груп може викликати істотні розходження між поколіннями у питаннях суспільних і культурних нововведень. Внаслідок цього суспільство стане більш консервативним.

Для вирішення протиріччя в системі «людина – біосфера» потрібна нова ноосферна ідеологія, навіть «ноосферна революція». В основу взаємовідносин людини з природним середовищем повинні бути покладені нові принципи зберігаючого гуманізму, перехід до ноосферної економіки, екологізація виробничої діяльності та людської свідомості.

### 3. Проблеми утилізації відходів

Проблема відходів проявляється у тому, що їх утворюється надзвичайно велика кількість, при чому вони характерні низькою швидкістю розкладання, а окремі з них руйнуються тисячами років, а також втратами значної кількості промислово цінних компонентів, які містять ці відходи.

Папір, за даними Ю.А. Злобіна (1998), руйнується через 2-10 років, консервні банки за 100 років, поліетиленові матеріали за 200, пластмаси – 500, а

скло потребує 1000 років.

При теперішніх темпах споживання природних ресурсів на кожного жителя планети в рік видобувається приблизно 20 т. сировини, з яких 90-98% йде у відходи. Якщо в розвинутих країнах сільськогосподарські відходи утилізували на 90%, корпуси автомашин на 98%, відпрацьовані масла на 90%, то значна частина промислових і будівельних відходів, відходів гірничодобувних і металургійних виробництв практично повністю не утилізували. Результатами цього стало нагромадження великої кількості відходів, в першу чергу токсичних, радіоактивних. Перед людством вже давно постало питання можливості переробки відходів різноманітних галузей. Деяко в цьому напрямку робиться, але на жаль не багато. Так, наприклад, багато золотодобувних підприємств використовують як руду відвали, які накопичувалися не одну сотню років – розвиток технології добування дозволяє експлуатувати значно бідніші руди. Проте, вилучається лише мала частина цінної речовини, що не може вирішити саму проблему накопичення відходів. Сьогодні власне переробці промислових відходів піддається не більше 20 % від їх загального об'єму.

У Великобританії повторне використання цинку становить 22% від загального обсягу використання, олова – 24%, алюмінію – 29%, міді – 32%, свинцю – 60%, заліза та сталі – 67%. У США вторинними ресурсами забезпечується 50% споживання чорних металів та свинцю, більше 40% міді та нікелю, 30% олова та титану, 24-28% алюмінію, цинку і паперу, близько 15% магнію. В Японії вторинне використовується до 60% нафтопродуктів, 40% автопокришок, 35-44% чорних металів, свинцю, гуми та паперу, 21-32% міді, цинку і алюмінію, 15% пластичних мас.

Утилізацію промислових і побутових відходів проводять у таких головних напрямках:

- ✓ складування чи захоронення. Основною вимогою до цього є досягнення безпечних умов проживання населення і недопущення їх негативного впливу. Вивіз відходів на звалища є основним методом звільнення від міських відходів, хоча від і найменш досконалий. Найбільшу небезпеку становлять звалищні стічні води, які формуються в результаті випадання опадів. Вони потрапляють у глибинні горизонти і забруднюють ґрунтові води і відповідно ріки. Крім того в наслідок гниття речовин на звалищах утворюється велика кількість летких речовин, які забруднюють повітряний простір. Особливо від цього потерпають жителі населених пунктів, які знаходяться неподалік від звалищ.

- ✓ знищення відходів шляхом їх спалення. Цей метод дозволяє позбутися значної кількості відходів. Проте, недоліком його є те, що більша кількість сміття спалюється на тих же звалищах відкритим способом. Утворюється велика кількість диму і золи, які містять шкідливі речовини. Тому тверді відходи необхідно спалювати у спеціальних печах. Але використання цього методу не набуло ще широкого запровадження – у Європі працює не більше 600 таких установок, США – 200, Японії – 2000. На даному етапі розвитку найреальніше перейти до повсюдного сортування відходів, оптимізації структури харчування і використання сучасних видів упаковки.

✓ очищення забруднених викидів та скидів від шкідливих речовин.

Існують різні методи очищення, але всі вони об'єднуються у кілька груп.

1. Механічне очищення здійснюється шляхом:

✓ подрібнення великих за розмірами часток шляхом механічного впливу;

✓ відстоювання забруднень за допомогою нафто- і пісковловлювачів та інших відстійників;

✓ вилучення механічних часток за допомогою спеціальних решіток та інших пристроїв;

✓ фільтрування стоків через спеціальні пристрої або пісок;

✓ вилучення механічних домішок шляхом застосування центрифуг;

✓ розбавлення стоків чистою водою для зменшення рівня концентрації механічних речовин до екологічно безпечних для скидання у середовище.

2. Хімічне очищення – за рахунок дії хімічних реагентів шкідливі речовини перетворюються в осад і таким чином вилучаються або розкладаються. Головними з них є нейтралізація, яка здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами або додаванням до них реагентів та окислення – метод знешкодження органічних і неорганічних шкідливих чи токсичних речовин, шляхом хлорування, озонування, додавання кисню, хлорного вапна, хлоридів кальцію та інших активних речовин.

3. Фізико-хімічне очищення – очищення методом електролізу або методом іонообмінних смол. Найчастіше застосовуються мембранні методи очищення, флотація. При ній забруднюючі речовини (СПАВ, нафтопродукти, волокнисті матеріали) разом з бульбашками повітря спливають на поверхню, а потім їх утилізують. Іншими методами є коагуляція – процес з'єднання дрібних частинок у крупніші, сорбція – поглинання забруднень твердими і рідкими сорбентами та інші.

4. Біологічне очищення – окремі види бактерій здатні розкласти шкідливі речовини у процесі своєї життєдіяльності. Воно здійснюється в біофільтрах, аеротенках, а також і в природних умовах – на полях фільтрації, біологічних водоймах. Залежно від того, які мікроорганізми використовуються розрізняють аеробне (окислювальне) та анаеробне (відновлювальне) біологічне очищення.

#### 4. Основи радіоекології

Застосування ядерної енергії – це нове явище, народжене бурхливим розвитком науки і техніки за останні 50 років. Її використання дає людям як великі блага, так і незчисленні лиха. Використання атомної енергії дає значний ефект, який визначається наступними факторами:

✓ можливість отримувати велику кількість теплової енергії при затраті мізерної кількості ядерного палива;

✓ генерування теплової енергії без споживання кисню повітря чи будь-якого іншого окисника.

Разом з тим, економічний ефект від її використання може бути повністю нівельований негативними результатами. Незважаючи на те, що атомна

енергетика є найбільш екологічно безпечною, порівняно з усіма іншими типами електростанцій (не враховуючи сонячних, вітрових, припливних, гідротермальних, роль яких в енергетичному балансі людства навіть у віддаленій перспективі буде мізерною), ядерна енергія, може стати небезпечним джерелом забруднення навколишнього середовища, погіршення стану запасів живих ресурсів і знищення генофонду населення постраждалих територій.

Слід зауважити, що головними джерелами радіоактивного забруднення є радіоактивні аерозолі, які утворюються внаслідок випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС, радіоактивні відходи, а також радіонукліди, які виділяються з відходів, які вже захороненні.

На момент аварії на Чорнобильській АЕС у світі працювали 272 АЕС, ще 236 споруджували. Значну частку у виробництві електроенергії саме на АЕС виробляють Франція, США, Японія, Швеція, Росія, Україна.

Забезпечення ядерної безпеки може йти різними напрямками. Головним з них треба вважати обережну експлуатацію атомних реакторів та установок і недопущення аварійних викидів. Особливо небезпечними є експериментальні дослідження, які мали місце, в тому числі, і на Чорнобильській АЕС. В результаті аварії у навколишнє середовище було викинуто 77 кг радіоактивних речовин, 25% яких розсіялося по території України.

Важливим заходом є повна заборона випробувань ядерної зброї всіма державами у всіх природних сферах. Особливо небезпечними випробуваннями є атомні вибухи у повітряному та водному середовищах. У результаті усвідомлення цього виникла нагальна необхідність заборони розміщення на морському дні ядерної зброї і її випробувань у повітрі.

Атомну енергію, яку широко застосовують не лише в енергетиці і військовій справі, використовують ще й на морському транспорті. Найбільший ефект атомні установки дають на потужних арктичних криголамах. Будівництво таких суден, а також військових атомних субмарин ставить на порядок денний питання забезпечення їх технічної безпеки та екологічно безпечних режимів плавання.

Більше 40 років тому, з розвитком технологій по використанню енергії атому, постало ще одне питання – проблема переробки радіоактивних відходів. Головна проблема тут – технологічна складність цього процесу. Лише кілька держав мають відповідні можливості в цій галузі. Для прикладу, відпрацьоване на українських АЕС ядерне паливо переробляється у Росії, про що є відповідні договори між нашими державами.

Складною проблемою у процесі переробки радіоактивних відходів і їх складування і зберігання є дуже тривалі терміни їх дії. Так період піврозпаду урану становить 4,5 млрд. років, що майже співрозмірно усій геологічній історії планети Земля.

## **5. Екологія і космос**

Бурхливий розвиток науки і техніки у другій половині ХХ століття дозволив людству покинути межі звичного середовища існування. У 1957 році на Земну орбіту було виведено перший штучний супутник, а 12 квітня 1962 року людина –

радянський космонавт Юрій Гагарін – вперше на космічному кораблі пододала силу земного тяжіння і облетіла у космічному просторі нашу планету. Після цього було здійснено тисячі запусків штучних супутників і космічних кораблів, на орбіті працюють орбітальні станції, на яких постійно проживають космонавти. Людина вийшла у відкритий космос, побувала на Місяці, запустила космічні апарати для дослідження Венери, Марсу, інших планет Сонячної системи. Проте такі успіхи пов'язані з виникненням низки проблем, які визначають не лише екологічну безпеку людства, а й загрожують знищенням усієї цивілізації, якщо ці досягнення будуть використані не за призначенням. Тому виникло питання необхідності регулювання процесів освоєння Космосу зараз і на далеку перспективу.

На орбітах навколо Землі обертається близько 3 тисяч космічних об'єктів, більшість з яких вже виконали свої завдання і давно відпрацювали свій ресурс. Тому необхідно розробити і реалізувати міжнародні програми мінімізації кількості космічних об'єктів, які втратили наукове та практичне значення. Інша справа – ліквідація «мертвих» об'єктів із космосу на сьогодні надзвичайно складна технологічно задача. Забруднення Космосу загрожує можливістю зіткнення з іншими об'єктами, в тому числі космічними апаратами, які заново запускають із Землі. Крім того, витрачаються величезні кошти на постійне спостереження за поведінкою і рухом «мертвих» космічних об'єктів.

Освоєння космічного простору може бути пов'язане з бажанням окремих держав використати його і військовій сфері. Тому з метою недопущення цього Резолюцією Генеральної Асамблеї ООН від 1984 р. заборонено розміщувати в космічному просторі та на небесних тілах будь-які об'єкти із зброєю масового знищення. Окрім цього, заборонено виводити на орбіти в космос об'єкти з хімічною, бактеріологічною, радіоактивною та іншою зброєю масового знищення і розміщувати їх на небесних тілах.

## **6. Екологічні особливості галузевого використання природних ресурсів**

Будь-яке промислове виробництво у своїй структурі включає три послідовні стадії:

- ✓ виявлення та освоєння природних ресурсів.
- ✓ розгортання виробництва з переробки цих ресурсів та отримання корисної продукції.
- ✓ накопичення відходів та їх утилізація.

Прискорений розвиток промисловості, сільського господарства, транспорту, житлово-комунального господарства став причиною погіршення стану навколишнього природного середовища. Постійно зростають обсяги промислових і побутових відходів, знищується рослинний і тваринний світ, виснажуються природні ресурси. Нині вже не стільки відчувається кількісний дефіцит природних ресурсів, а набуває дедалі більшого прояву якісне виснаження ресурсів і погіршення стану природного середовища. Проте слід

враховувати, що кожна з галузей промисловості чи сільського господарства мають власні особливості впливу на природні комплекси.

Тому варто детальніше зупинитися на екологічних аспектах розвитку окремих галузей промисловості.

*Гірничодобувна промисловість.* Вона характерна значними обсягами механічного руйнування рельєфу – як при поверхневих так і при підземних розробках. Останні викликають просідання земної поверхні, змінюють режим підземних вод тощо. Для гірничорудної промисловості притаманний специфічний тип впливу на навколишнє середовище – відвали гірських порід. Крім того, що вони займають великі території під складування порід, з ними пов'язані опосередковані наслідки – втрати від недобору сільськогосподарської продукції в результаті відведення площ під відвали, запилювання середовища, забруднення поверхневих і підземних вод, необхідність дорогої рекультивації.

*Енергетика.* Енергозабезпечення є головною проблемою будь якого промислового виробництва. Сучасна промисловість майже повністю залежить від використання викопного палива і споживає близько 10 млрд. т умовного палива на рік. У світовому енергетичному балансі переважають нафта і вугілля. Сучасна енергетика стикнулася останнім часом з рядом проблем. В першу чергу закінчується період використання дешевої енергії. При нинішніх темпах споживання енергії розвіданих запасів нафти залишилося не більше, ніж на 100 років, кам'яного і бурого вугілля – на 400. Вражаючою є нерівномірність споживання енергії у світі. П'ята частина населення планети споживає 2/3 усієї енергії. Близько 35% всього палива спрямовується на виробництво електроенергії.

Ефективність використання палива на ТЕС не перевищує 30-40%, а решта теплової енергії розсіюється в навколишньому середовищі з димовими газами, підігрітою водою. Тому зниження питомої витрати палива на виробництво електроенергії і одиниці продукції взагалі є в умовах дефіциту енергоносіїв завданням чи не найпершої ваги.

Серед промислових об'єктів найбільшої шкоди завдають підприємства теплоенергетики – близько 30% усіх шкідливих викидів в атмосферу від стаціонарних джерел. У галузі екології в тепловій енергетиці домінують дві найважливіші проблеми: забруднення атмосферного повітря і забруднення земель через утворення специфічних відходів – накопичення значної кількості відходів (золи, шлаків, пилу).

## **7. Екологічні проблеми і шляхи їх вирішення в галузях промисловості**

При спалюванні органічного палива виробляється велика кількість шкідливих відходів, особливо сірковмісних сполук. На ТЕС формується велика кількість твердих шлаків, золи, стічних вод, газоподібних викидів. При будівництві гідроелектростанцій великі площі родючих ґрунтів затоплюються водосховищами. Все це призвело до того, що багато країн пішли шляхом

розвитку атомної енергетики, проте при їх будівництві та експлуатації слід дотримуватися жорстких екологічних вимог з метою запобігання виникнення екологічним катастрофам по типу Чорнобильської.

Головним напрямком розв'язання екологічних проблем енергетики є зміна самої технології спалювання палива, забезпечення глибшої переробки окремих видів палива і запровадження енергозберігаючих технологій. Так на Україні глибина переробки нафти становить 53%, тоді як у високо розвинутих країнах – більше 90%. Відповідно 47% всього обсягу переробленої нафти йде на спалювання у ТЕС. Значні також втрати енергії при транспортуванні – вони за оцінками спеціалістів перевищують 10% всього її обсягу.

*Металургія.* При виплавлянні 1 т. чавуну до атмосфери потрапляє 4,5 кг пилу, 2,7 кг сірки, до 0,6 кг мангану, а також сполуки фосфору, миш'яку, ртуті, свинцю. Розвиток металургійного комплексу пов'язаний з розробкою родовищ чорних і кольорових металів, видобутком коксівного вугілля, вогнетривів, флюсових вапняків тощо. Ця галузь потребує великої кількості води. Результатами металургійного виробництва стають велика кількість шлаків, золи, викидів у атмосферу. Щодо кольорової металургії часто не забезпечується комплексність використання сировини, а малий вміст металу у рудах призводить до необхідності великомасштабних гірничорудних розробок. Часто густо ця галузь реагує на рівень ресурсозабезпеченості країн металургійними ресурсами. Тому при однаковому рівні економічного розвитку окремі країни досягають різних рівнів використання цих ресурсів. На прикладі кольорової металургії можна прослідкувати реальну реакцію економіки на ресурсозабезпеченість. У США зі 100 металів, які містяться у руді використовуються принаймні 6-7, тоді як у розвинутих країнах Європи 25 (Німеччина – 33), а в Японії 30-32. Ще більше це проявляється при використанні вторинної сировини – для США вони становлять 10-12%, а Західній Європі – до 35%.

*Хімічна промисловість.* Особливістю хімічної промисловості є дещо менші обсяги загальних викидів у навколишнє середовище, але велика їх кількісна диференціація. Це при тому, що в навколишнє середовище викидаються дуже небезпечні речовини, які не існують у природі і не залучаються в кругообіг речовин. Для знешкодження їх виникає потреба в утилізації відходів, будівництві дорогих очисних споруд, удосконалення технології хімічного синтезу. Найбільше забруднень хімічного походження виникає при виробництві барвників, пластмас, гуми. Окремі виробництва є надзвичайно водомісткими – для виробництва 1 т синтетичних волокон необхідно використати 5000 м<sup>3</sup> води. Часто на хімічних підприємствах виникають аварійні ситуації, що призводить до аварійних скидів шкідливих речовин, результатом чого стає не лише забруднення навколишнього середовища і загибель рослин і тварин, а й загибель людей. Так аварія на хімічному комбінаті у м. Бхопалі в Індії у середині 80-х років минулого століття забрала життя більше 5 тисяч осіб.

*Транспорт.* Землі під транспортною інфраструктурою займають близько 7% суходолу. Нині в світі нараховується більше 400 млн. одиниць автомобілів, які стали основними забруднювачами атмосфери вуглекислим газом і свинцем. У їх



двигунах щороку спалюється близько 2 млрд. т нафтового палива, при чому коефіцієнт їх корисної дії не перевищує 23%. У містах з розвинутою промисловістю 80% всіх забруднень припадає якраз на автотранспорт. У двигунах внутрішнього згорання на спалювання 1 т бензину витрачається 15 т повітря, в атмосферу викидається 200 кг оксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксиду азоту, по 1 кг оксиду сірки і сажі.

Великою екологічною проблемою транспортного комплексу у світі є стрімке нарощування потенціалу морського транспорту, особливо нафтоналивної танкерної його частини. Небезпеку приховує також використання транспортних засобів цивільного і військового призначення, які працюють на основі використання атомної енергії (підводні човни, криголами). Частими є аварії на нафто- і продуктопроводах, що призводить до виливу транспортованих продуктів і забруднення великих територій.

Дедалі екологічно небезпечнішою стає цивільна авіація, а кількість осіб, які користуються її послугами у світі неперпинно зростає і на сьогодні становить 700 млн. пасажирів. Повітряний транспорт споживає 14% світового виробництва палива. Лише літак «Боїнг» при зльоті спалює майже 8 т пального, а на 1 годину польоту йому потрібно його 16 т.

Значно загострюються екологічні проблеми у житлово-комунальному господарстві. З одного боку висока концентрація і високе промислове навантаження на обмеженій території призвело до значного рівня забруднення, який перевищує усі екологічні норми. Проблемамі містобудування завжди приділяли другорядну роль, порівняно з пріоритетами промислового розвитку, тому це стало причиною незадовільного стану усіх комунальних систем, які підтримують нормальний розвиток міст – каналізації, водопровідні та теплопровідні мережі. Найпотужнішими джерелами антропогенного впливу на атмосферне повітря в житлово-комунальному господарстві України є котельні теплового господарства та автомобільний транспорт.

## **8. Агроекологічні проблеми розвитку і шляхи їх розв'язання**

Головним ресурсом для розвитку сільського господарства є ґрунти – поверхневий шар гірських порід, який утворився під дією тварин, рослин, мікроорганізмів, клімату, води та інших факторів. Найважливішою його властивістю є родючість – забезпечення рослин необхідними для їх росту і розвитку органічними і мінеральними компонентами, створення сприятливих умов для такого розвитку. Ґрунти складаються з твердої, рідкої, газоподібної і біологічної складових. Родючість ґрунтів визначається їх щільністю, ґрунтотворною породою, вмістом гумусу, концентрацією біогенних елементів, містом забруднюючих речовин тощо.

Найбільшою екологічною проблемою сільськогосподарського освоєння територій є втрати ґрунту. Причинами цих процесів, є такі:

✓ розорювання – ґрунти стають беззахисними перед вітровою і водною ерозією, а також великої шкоди завдає культивування небезпечних з точки зору

екологічності культур (цукрових буряків, картоплі та інших, з якими з полів вивозиться велика кількість родючого шару);

- ✓ перевипасання – знищення трав'яного покриву породжує подальшу ерозію;

- ✓ зрошення – у посушливих місцях воно сприяє вимиванню солей з глибин у верхні горизонти і засолення внаслідок швидкого випаровування;

- ✓ ерозія – процес руйнування ґрунтового покриву і знесення його часток потоками води (водна ерозія, буває глибинний і площинний змив) або вітром (вітрова ерозія), яка посилюється внаслідок господарської діяльності людини;

- ✓ підкислення – зниження їх рН, спричинене забрудненням їх хімічними речовинами, які мають кислотний характер;

- ✓ заболочування;

- ✓ опустелювання;

- ✓ забруднення ґрунтів.

Основними забрудниками ґрунтів є мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні), пестициди, викиди металургійних заводів, відкритий видобуток корисних копалин, сміттєспалювальних фабрик, ТЕС, звалища відходів, атмосферні опади. Нафта і нафтопродукти потрапляють і у ґрунт під час видобутку нафти, при аваріях нафтопроводів, зі стічними водами різних виробництв, під час роботи техніки на полях, змивання нафтопродуктів з автомагістралей, АТП тощо.

Основними шляхами виходу з кризи у сільському господарстві і збереження родючості ґрунтів слід зважати на необхідності проведення наступних заходів. Найважливішим заходом слід вважати інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва, виведення нових високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур і порід свійських тварин.

Дуже важливим є проведення рекультивації земель, тобто проводити відновлення порушених промисловістю земельних площ з метою їх використання в інших галузях народного господарства. Особливо актуальними такі заходи є високорозвинутих промислових районах або в районах масштабних гірничих розробок. Рекультивація включає цілий комплекс напрямків:

- ✓ сільськогосподарський – вирощування сільськогосподарських культур, для яких токсичні речовини, які знаходять у ґрунті є необхідними у великих кількостях. Наприклад, ріпак можна використовувати для рекультивації земель, постраждалих від радіоактивного забруднення, оскільки він накопичує радіонукліди. Інші ж культури використовують з метою закріплення внесеного ґрунту (ковила, типчак, люцерна);

- ✓ лісогосподарський напрям – розведення лісів на місцях розробок корисних копалин, пак місцях створених відвалів, сміттєзвалищах;

- ✓ водогосподарський напрям – на затоплених кар'єрах можуть створюватися ставки, рибні господарства, водноспортивні бази, протипожежні водосховища, інші водогосподарські об'єкти;

- ✓ рекреаційний напрям – використання для відпочинку населення;

- ✓ будівельний напрям – забудова рекультивованих земель;

✓ санітарно-гігієнічний напрям – використання територій кар’єрів під звалища відходів.

У сільському господарстві необхідне удосконалення технології обробітку ґрунту, меліорацій і виробництва хімічних добрив і засобів захисту рослин, проведення обґрунтованих з екологічної точки зору систем гідро-, лісомеліорації та хімічної меліорації, удосконалення систем землеробства, застосування елементів його альтернативних типів, виведення з експлуатації малопродуктивних земель.

Важливою проблемою, яка носить глобальний характер, є боротьба з ерозією ґрунтів. Остання охоплює головним чином комплекс таких заходів:

✓ ґрунтозахисна сівозміна – виключення просапних культур і збільшення частки багаторічних трав, підсівних культур, правильне визначення складу оброблюваних культур, їх чергування і агротехнічні прийоми. Збільшення частки багаторічних трав, з метою захисту ґрунту від руйнування в ерозійні небезпечні періоди;

✓ агротехнічні протиерозійні заходи – заміна відвальної оранки обробкою ґрунту без обороту пласта, оранка, культивація і рядовий посів сільськогосподарських культур уперек схилу, по можливості паралельно основному напрямку горизонталей;

✓ лісомеліоративні протиерозійні заходи і створення водорегулюючих лісосмуг – створення водорегулюючих лісосмуг, створення водозахисних лісових насаджень навкруги ставків і водоймищ, насадження протиерозійних лісопосадок на сильноеродованих землях;

✓ гідротехнічні споруди – будівництво гідротехнічних споруд з метою затримання яркових стічних вод на прибалкових смугах; здійснення безпечного скидання поверхневих вод в яри; зміцнення дна і схилів ярів від подальшого розмиву і руйнування.

Сільське господарство повинно бути орієнтоване на вирощування екологічно чистої продукції. Для цього актуальне впровадження біологічних методів боротьби зі шкідниками, охорона підземних і поверхневих вод, створення парку легких сільськогосподарських машин, що в сукупності з перерахованими вище заходами у перспективі дасть відчутний економічний і екологічний ефект.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Назвіть основні форми, обсяги і наслідки антропогенного впливу на навколишнє середовище.
2. Охарактеризуйте види забруднень, що існують.
3. Які джерела антропогенних забруднень Ви знаєте?
4. Охарактеризуйте головні екологічні проблеми народонаселення.
5. У чому полягає проблема утилізації відходів?
6. Охарактеризуйте головні проблеми радіоекології.
7. Як вирішуються екологічні проблеми у різних галузях промисловості та

сільському господарстві.

*✍ Практичні завдання*

1. Заповніть таблицю:

Таблиця 3 – Урбоекологічні проблеми

Проблема	Причина виникнення	Шляхи вирішення

2. Складіть схеми, що відображають взаємозв'язки господарської діяльності людини та зміни у навколишньому середовищі – у атмосфері, водному та наземному середовищі. Зробіть висновки.

3. Напишіть есе на тему «Екологія навколотнього середовища сучасний стан та перспективи».

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

### **ТЕМА 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ І ЕКОЛОГО-СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

**Мета:** окреслити сучасний стан навколишнього природного середовища України та стан природних ресурсів в Україні і світі, еколого-економічні проблеми їх використання; охарактеризувати причини зростання екологічної кризи.

#### **План**

1. Сучасний стан навколишнього природного середовища України.
2. Загальний стан природних ресурсів в Україні і світі, еколого-економічні проблеми їх використання.
3. Причини розростання екологічної кризи.
4. Заповідна справа в Україні.

**Основні поняття:** видобуток корисних копалин, потенційні ресурси, джерела забруднення поверхневих вод, розораність ґрунтів, використання відвалів, природоохоронні організації, національні природні парки, Червона Книга України, Зелена Книга України.

#### **1. Сучасний стан навколишнього природного середовища України**

Україні притаманні такі екологічні проблеми, як кислотні дощі, транскордонне забруднення, руйнування озонового шару, потепління клімату, накопичення відходів, особливо токсичних та радіаційних, зниження біологічного різноманіття. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції з її величезними медико-біологічними наслідками спричинила в Україні ситуацію, що наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

В Україні відсутній природний приріст населення, а тривалість життя на шість років нижча, ніж у розвинутих країнах. Негативні зміни у здоров'ї сталися, головним чином, за рахунок підвищення рівня злоякісних новоутворень, серцево-судинних хвороб, бронхіальної астми, і так далі, Великої гостроти набула проблема радіоактивних відходів.

На атомних електростанціях накопичено тисячі тон відпрацьованого ядерного палива, десятки тисяч кубометрів твердих і десятки мільйонів літрів рідких радіоактивних відходів.

Стан навколишнього природного середовища значною мірою визначається рівнем лісистості та якісним станом лісів. Україна – малолісна країна. Ліси переважно виконують захисні водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції. Однак вони інтенсивно експлуатуються, гинуть від промислових викидів та

пожеж, внаслідок недбалого відведення земель під виробку для різноманітного будівництва.

Протягом останнього десятиріччя в Україні загинуло від промислових викидів 2,5 тис. га лісових насаджень. Вирубка лісового фонду перевищує його відновлення. Обсяги захисного лісорозведення не забезпечують повного заліснення непридатних для сільськогосподарського виробництва земель. Недостатніми залишаються обсяг робіт щодо створення полезахисних лісових смуг. Викликає стурбованість інтенсивна експлуатація лісів, особливо в Карпатському та Поліському регіонах, де зосереджено відповідно 29 та 33% запасів деревини.

Значних збитків завдають пожежі. Порушення природної стійкості лісів призводить до зростання уразливості насаджень, визначає подальше збереження напруженого санітарного стану лісів. Обґрунтуванням при визначенні шляхів розвитку агропромислового та лісохімічного комплексів, ре регулювання стоку річок, осушення боліт та стихійний розвиток колективного садівництва призвели до зниження природного потенціалу майже 70% цінних природних комплексів і ландшафтів України.

Роль права у регулюванні взаємодії природи і суспільства полягає у встановленні науково-обґрунтованих правил поведінки людини щодо природи. Найбільш суттєві правила такої поведінки закріплюються державою в законодавстві і стають загальнообов'язковими для виконання та дотримання права, які забезпечуються державним примусом у випадку їх невиконання.

Закон надає громадянам України право звертатися до суду з позовом на підприємства, установи і організації щодо відшкодування збитків, заподіяних здоров'ю та майну в наслідок негативного впливу на навколишнє середовище. Природно-заповідний фонд визначає правові основи організації, охорони і використання природного-заповідного фонду, відтворення його природних комплексів і об'єктів. До природного заповідного фонду належать природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки.

Щороку до водоймищ України потрапляє 5 млн. тонн солей і значна частина стоків від тваринницьких комплексів. Майже половина мінеральних добрив і отрутохімікатів змивається з полів у ріки. Рівень очищення води надзвичайно низький. В Україні проводиться значна робота з охорони вод від забруднення. Розробляються схеми комплексного використання і охорони вод, згідно з цими схемами здійснюється вибір ділянок під будівництвом ділянок.

Україна через високий рівень концентрації промислового виробництва та сільського господарства, внаслідок хижацького використання природних ресурсів протягом багатьох років перетворилася в одну з найнебезпечніших в екологічному відношенні країн. Нинішня екологічна ситуація в Україні характеризується як глибока еколого-економічна криза, котра зумовлена закономірностями функціонування адміністративно командної економіки.

Україні притаманні такі екологічні проблеми, як кислотні дощі, транскордонне забруднення, руйнування озонового шару, потепління клімату,

накопичення відходів, особливо токсичних та радіаційних, зниження біологічного різноманіття.

Сьогодні людина та результати її діяльності перевершили всі біотичні та абіотичні чинники. Людству постає завдання виробити шлях подолання диспропорції між розмахом та наслідками господарської діяльності в соціосфері і можливостями управління соціосферними процесами.

Завдання людини – не підривати природні основи свого існування, не перешкоджати прогресивним процесам, що відбуваються в біосфері, витрачаючи на це все більшу кількість енергії і намагаючись забувати закони і правила, що керують цими процесами, узгоджувати з ними свої цілі та дії.

Досягнути цього нелегко через високий ступінь складності біосферних явищ, котрі слід вивчати та враховувати. у зв'язку з невідповідністю значної кількості населення до переходу від психології приборкувачів природи та споживачів її ресурсів до психології її вдячних дітей і союзників.

Однак складність і важливість цієї проблеми робить її дедалі більш цікавою та гідною людиною. Історичний досвід свідчить: якщо людина усвідомлює гостру потребу вирішення якоїсь проблеми і зосереджує на цьому достатні інтелектуальні та матеріальні ресурси, вона може протягом короткого часу досягти значних результатів.

## **2. Загальний стан природних ресурсів в Україні і світі, еколого-економічні проблеми їх використання**

Природа, як ціле чи будь-яка її частина, завжди, на будь-якому історичному етапі розвитку суспільства, є основним компонентом в економічних відносинах.

Раніше такі метали як срібло, золото, платину використовували в якості банківських, валютних та для виробів ювелірних виробів. Значні їх кількості використовують в наукових дослідженнях, хімічній промисловості в якості каталізаторів, в електротехніці, точному приладобудуванні. Через це зростають темпи їх видобутку та ціни на них.

Крім економічних негативів при їх видобутку забруднюється природне середовище. Наприклад при видобутку золота в Румунії відбувається періодичне забруднення Дунаю сполуками ціанідів, які використовують в технології виділення золота з порід. За останні десятиріччя не було повідомлень про відкриття, розробку нових родовищ корисних копалин цих та інших металів, а також інших - вугілля, нафти, природного газу.

Все більше використовують родовища з малим їх вмістом, що різко збільшує вартість кінцевого продукту. Вже існують технології видобутку благородних дорогоцінних металів з морських, океанських вод, хоча видобуток золота, платини, срібла, інших металів поки ще не рентабельний.

Людство безперервно нарощує темпи видобутку корисних копалин і при цьому мало дбає про їх збереження, відновлення, коли це можливо, розуміючи, що багато з них є такими, що не поновлюються. При цьому відбувається катастрофічно швидке забруднення довкілля, середовища проживання людей і

виснаження природних ресурсів. Статистика свідчить, що з кожної тони видобутої сировини утворюється 0,6 тони (60%) відходів у вигляді відвалів на місцях її видобутку, на виробництвах з її переробки. Це результат недосконалих технологій видобутку, переробки, низький коефіцієнт використання відходів.

Через зростання населення на планеті, а отже, і потреб, зростає й видобуток корисних копалин, виробництво товарів для задоволення потреб людства. Швидкі темпи нарощування видобутку характерні для вольфраму, молібдену, марганцю, які використовують у виробництві жаро-, механічно стійких сталей. Зростає вартість їх видобутку через погіршення умов видобутку – глибокі шахти, зменшення концентрації основного металу.

Розвідані потенційні ресурси енергоносіїв обмежені, тому необхідно змінювати екологічну політику їх використання. Постійне нарощування темпів видобутку енергоресурсів не тільки виснажує і забруднює біосферу, а й стає основою енергетичної та промислової кризи. Енергетичні ресурси – це будь-які джерела механічної, фізичної і хімічної енергії. Запаси палива в надрах складаються з вугілля, нафти, газу та уранових руд.

Запаси вугілля оцінюється в 9-11 трлн. т (умовного палива) при видобутку більше 4,2 млрд т за рік. Найбільші розвідані родовища вугілля, млрд т: США – 430; Німеччина – 100; Австралія – 90; Англія – 50; Канада – 50; Індія – 29 млн т. Видобуток викопного палива супроводжується зміною рельєфу місцевості, руйнуванням родючого шару землі. Використання вугілля будь-якого виду, сорту супроводжується забрудненням атмосфери і вод, чим наноситься збиток, який не відшкодовується.

Основний постачальник нафти на світовий ринок – країни Близького і Середнього Сходу. Тут розташовано 66% світових запасів нафти, у Північній Америці – 4%, в Росії – 8-10 %. Відсутні родовища нафти в Японії, Німеччині, Франції і багатьох інших розвинутих країнах. До 2000 р. обсяг імпорту нафти в США в 2 рази перевищував рівень її видобутку. Запаси природного газу в світі оцінюють в 300-500 трлн. м<sup>3</sup>. Найбільші його запаси в Іраку, Саудівській Аравії, Алжирі, Лівії, Нігерії, Венесуелі, Мексиці, США, Канаді, Австралії, Великобританії, Норвегії, Голландії.

На сучасному етапі розвитку цивілізації на перший план виходить проблема раціонального ведення господарства в будь-якій країні, застосування найбільш ефективних промислових і природоохоронних технологій. Сучасний еколого-економічний стан змушує людей використовувати не тільки традиційні джерела корисних копалин (в основному поверхневі), а й поклади на шельфах морів і океанів. З «морських» корисних копалин добувають нафту, природний газ, розсипи поліметалічних руд.

Україна серед всіх країн світу посідає 13 місце за покладами корисних копалин. Це світові запаси залізних, марганцевих руд, достатні запаси кам'яного вугілля, зосередженого в Донецько-Дніпровському, Львівсько-Волинському басейнах. Але вкрай недостатні запаси нафти, природного газу – власний видобуток складає близько 20%.



### 3. Причини розростання екологічної кризи

Серед головних причин, що призвели до незадовільного стану довкілля, можна назвати такі:

- ✓ застарілі технології виробництва з високою енерго- та матеріаломісткістю, що перевищують у два-три рази відповідні показники в розвинених країнах;
- ✓ високий рівень концентрації промислових об'єктів у деяких регіонах;
- ✓ відсутність ефективних природоохоронних технологій (зворотних систем водозабезпечення, очисних споруд тощо), незадовільний рівень експлуатації існуючих природоохоронних споруд;
- ✓ відсутність ефективного правового й економічного механізмів, які сприяли б використанню екологічно безпечних технологічних процесів.

Найбільшими забрудниками атмосферного повітря є підприємства теплоенергетики, які викидають близько 29% усіх шкідливих забруднень. Теплова енергетика сприяє також значному забрудненню земель унаслідок накопичення великої кількості таких відходів, як золи, шлаки та пил. Металургійна промисловість разом із суміжними та допоміжними виробництвами є однією з найбільш забруднювальних галузей промисловості, її викиди становлять 38 % загальної кількості забруднювальних речовин. Підприємства нафтохімічного комплексу у великій кількості викидають у довкілля вуглеводні, гідрогенсульфід (сірководень), сульфатну кислоту, ртуть, сполуки флуору та ін.

Висока концентрація в окремих регіонах хімічних та нафтохімічних підприємств призвела до значного забруднення джерел водопостачання. Хімічні підприємства викидають у відкриті водойми близько 70 млн. м<sup>3</sup> неочищених або недостатньо очищених стоків, утворюють великі обсяги відходів, серед яких значна кількість – токсичні.

Україна з її багаторічною енергетично-сировинною спеціалізацією та низьким технологічним рівнем промисловості належить до числа країн з найвищими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. Щороку в поверхневих сховищах складається понад 1,5 млрд. т твердих відходів. У різних звалищах, шламосховищах, відвалах та териконах нагромаджено всього понад 20 млрд. т відходів, які займають близько 130 тис. га земель. Значна кількість відходів (до 90 %) утворюється на підприємствах гірничодобувної промисловості під час розробки родовищ та збагачення корисних копалин. На сьогодні утилізують лише третину загальної кількості відходів. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів не перевищує 15 %.

До категорій високотоксичних належать до 2 % усіх промислових відходів. Однак до цього часу в Україні не збудовано жодного спеціалізованого підприємства з переробки таких відходів. Ця проблема ускладнюється ще й тим, що не існує організованої належним чином системи збирання та зберігання токсичних відходів; немає техніки й обладнання, бракує моніторингового

контролю якості стічних вод та заохочення підприємств самостійно вирішувати власні екологічні проблеми. Тому часто токсичні відходи, наприклад, гальванічні шлами та промивні води, в значних обсягах потрапляють у каналізаційні стоки.

Порушення норм якості води досягло рівнів, що призводять до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення країни вживає недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації. Втрати свіжої води на одиницю виробленої продукції перевищують показники розвинених країн Європи в 2,5-4,5 рази.

Поверхневі води України належать здебільшого до дуже забруднених. Найбільш забруднені ріки – Дніпро, Сіверський Донець і ріки Приазов'я. Чорне море, відоме своїми рибними багатствами, за останні тридцять років перетворюється на стічну яму для половини Європи. До основних забруднювальних речовин належать нафтопродукти, феноли, сполуки фосфору, нітрогену, меркурію, важких металів тощо. Безкиснева зона, яка у 1973 р. займала площу 3,5 тис. км<sup>2</sup>, нині розширилась до 50 тис. км<sup>2</sup>, що становить понад 10 % усієї акваторії Чорного моря. З 26 видів риб, які виловлювали рибалки в 60-ті роки, залишилось лише п'ять. Комерційний вилов скумбрії проводився в останнє у 1965 р. Загальні втрати риби становлять близько 5 млн. т. Поки що виживає риба, яка тримається біля поверхні (анчоуси й кілька). Чорне море перебуває на межі загибелі.

Основними джерелами забруднення поверхневих вод є скидання неочищених чи недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод, поверхневий стік води з сільськогосподарських угідь та забудованих територій, а також ерозія ґрунтів на водозабірній площі. Це зумовило трансформацію поверхневого природного ландшафту на 80 % поверхні басейну. Негативно позначається на Дніпровській екосистемі розорювання заплав, що позбавляє водостоки і водойми їх природного захисту.

Розораність є найвищою в світі і досягла 56 % території країни, що призводить до зниження родючості ґрунтів через їх переущільнення. Значної шкоди завдають земельним ресурсам забруднення ґрунтів викидами промисловості та використання засобів хімізації в аграрному секторі. Понад 40 % органіки, що утворюється в результаті діяльності великих тваринницьких комплексів та птахофабрик, з потенційних виробників органічних добрив перетворюється на джерела забруднення довкілля.

Значного забруднення зазнала велика територія країни після аварії на Чорнобильській АЕС. Радіонуклідами забруднено понад 4,6 млн. га земель. З використання вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь, у тому числі 65 тис. га ріллі.

Значною проблемою є використання відвалів видобутку корисних копалин та відходів збагачення й переробки мінеральної сировини. Вже нині обсяги цих відходів перевищують 20 млрд. т. Щороку викидається в атмосферу близько 12 млн. т забруднювальних речовин. Лише за останні 2 десятиріччя від промислових викидів загинуло 3,5 тис. га лісових насаджень. Радіаційного

забруднення через аварію на Чорнобильській АЕС зазнали 3,3 млн. га лісів. Значної шкоди останнім завдають пожежі, тисячі яких щороку виникають на великих лісових площах.

#### 4. Заповідна справа в Україні

Історія розвитку заповідної справи, яка бере початок ще з давніх часів, як і історія охорони природи в цілому, тісно пов'язана з розвитком людського суспільства. Завдання, які вона вирішувала на кожному етапі історичного розвитку людства, визначалися характером взаємовідносин людини з природним середовищем, ступенем використання нею природних ресурсів, потребами суспільства. Паралельно тривав процес формування науки про охорону природи.

Першу в центральній Україні громадську природоохоронну організацію засновано 21.05. 1910 р. учителем природознавства П. Ц. Бузуком у с. Верхня Хортиця Катеринославської губернії (нині Запорізька область). Вона мала назву «Хортицьке товариство охоронців природи» і ставила за мету охорону «тваринного, рослинного й мінерального господарств природи в розумінні збереження цілості, краси та багатства їхніх представників і поширення в місцевому населенні понять про розумне користування дарами природи». У 1911 р. професор ботаніки Харківського університету В. І. Талієв створив Харківське товариство любителів природи, яке видавало спеціальний Бюлетень природоохоронного змісту.

Після революції 1917 р. в Україні розпочалося створення нової мережі заповідних територій. З 1919 р. створений в Херсонській області на базі приватного заповідника Ф. Є. Фальц-Фейна народний заповідний парк Асканія Нова. У 1921 р. в околицях Києва створено заповідник Конча-Заспа, а в 1923 р. поблизу Канева – лісостеповий заповідник імені Т. Г. Шевченка. У 1920 р. у степовій зоні України були взяті під охорону заповідники місцевого значення – Хомутівський степ, Кам'яні Могили і Білосарайська коса. У 1940 р. в Українських Карпатах створюється два великих державних заповідники – Чорногора (68 тис. га) і Горгани (50 тис. га).

Після Другої світової війни в Україні активізується природоохоронна діяльність. У 1960 р. Верховна Рада УРСР прийняла закон про охорону природи. Регулярно розширюється мережа заповідних територій. У 1968 р. організовано Карпатський, Поліський, Канівський та Луганський заповідники, у 1972 р. – Ялтинський та Мис Март'ян у Криму.

Постановою Ради Міністрів УРСР від 12.10. 1973 р. № 489 затверджено Статут Українського Товариства охорони природи – добровільної масової громадської організації, яка розгорнула активну природоохоронну діяльність на теренах України.

Порівняно новим напрямом у заповідній справі України є пошуки вирішення проблеми поєднання охорони природи з організованим відпочинком громадян. На відміну від заповідників, національні природні парки (НПП)

відкриті для пізнавальної і туристично-оздоровчої мети, але відвідування їх туристами допускається лише в установлених межах.

У 1980 р. в Івано-Франківській області створено перший в Україні Карпатський національний парк, а в 1983 р. – Шацький національний парк у Волинській області.

У 1990 р. в рамках глобальної програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» створено перший в Україні Карпатський біосферний заповідник.

22.06. 1999 р. створено перший в міжнародній практиці три-латеральний біосферний резерват «Східні Карпати» на території трьох країн: України, Польщі та Словаччини. Таким чином, природоохоронні ідеї в Україні розвиваються у тісній співпраці з глобальними концепціями і програмами охорони біосфери нашої планети.

Екологічні умови України сприяли формуванню на її території багатой флори. Флора України нараховує 4523 види судинних рослин, близько 800 видів мохоподібних, 1000 видів лишайників, понад 4 тис. видів водоростей, близько 15 тис. видів грибів і слизовиків. Найбільш багатую та оригінальною флорою відзначаються гірські райони – Крим, Карпати, Кременецькі гори. Таким же багатством і видовою різноманітністю відзначається фауна України, що нараховує 44 800 видів тварин, з них: хребетних – 694 види, птахів – 344, рептилій – 20, земноводних – 17, риб – понад 200, інших – 12 видів.

У 1980 р. була видана «Червона книга Української РСР» – основний документ, в якому узагальнено матеріали про сучасний стан рідкісних і зникаючих видів тварин і рослин України, на підставі якого розробляються наукові та практичні заходи, спрямовані на їх охорону, відтворення і раціональне використання. Занесення того чи іншого виду до «Червоної книги...» передбачає його охорону, тобто заборону збору та відлову в усіх місцях, де він трапляється.

Верховною Радою України прийнято ряд законів, що регулюють правові основи організації охорони природи і використання природних ресурсів на території нашої держави. У Конституції України вказується: «Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до Закону» (стаття 13), «Кожен зобов'язаний не заподіяти шкоду природі, культурній спадщині, відшкодувати завдані ним збитки» (стаття 66).

Закон України «Про охорону навколишнього середовища» (від 25.06. 1991 р.) визначив основні вимоги щодо охорони природи і використання природних ресурсів, коло природних об'єктів, що підлягають правовій охороні, органі громадські організації, які забезпечують охорону природи і регулюють використання природних ресурсів на території України.

До основних принципів охорони навколишнього середовища цим законом віднесено: пріоритетність вимог екологічної безпеки, гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей, запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Ним запроваджено плату за спеціальне використання придонних ресурсів, забруднення навколишнього середовища та погіршення якості природних ресурсів.

Закон України «Про природно-заповідний фонд України» (від 16.06. 1992 р.) визначив правові основи організації, охорони та ефективного використання природно-заповідного фонду України, відтворення його природних комплексів і об'єктів. У цьому законі подано класифікацію територій та об'єктів природно-заповідного фонду України, визначено форми власності на них, визначено режим територій та об'єктів природно-заповідного фонду, їхній статус і завдання, вимоги щодо охорони природних комплексів тощо. Державний контроль за дотриманням режиму територій та об'єктів природно-заповідного фонду покладено на Міністерство охорони навколишнього природного середовища та його органи на місцях.

Крім цих базових законів, з питань охорони навколишнього природного середовища Верховною Радою України і Кабінетом Міністрів України затверджено ще цілий ряд інших Законів України та урядових постанов, а також ратифіковано низку міжнародних конвенцій. Ці питання знайшли своє висвітлення і в кодексах галузевих правових актів України, зокрема, у «Лісовому кодексі України» (від 21.01. 1994 р.), «Кодексі України про надра» (від 27.07. 1994 р.), «Водному кодексі України» (від 6.06. 1995 р.), «Земельному кодексі України» (від 13.03. 1992 р.). Законом України «Про природно-заповідний фонд України» подано офіційне трактування цього важливого поняття.

Природно-заповідний фонд України – це система ділянок суходолу і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду, тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

Законодавством України природно-заповідний фонд охороняється як національне надбання. Україна розглядає цей фонд як складову частину світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною.

Основні проблеми розвитку заповідної справи в Україні зумовлені, перш за все, недосконалістю системи управління у цій сфері, низьким рівнем фінансування, матеріально-технічного забезпечення, недостатнім розвитком спеціальних наукових досліджень, слабкою правовою відповідальністю за порушення режиму заповідних територій та об'єктів.

«Мережу територій та об'єктів природно-заповідного фонду передбачається розширяти за рахунок мінімально антропогенно порушених земель та акваторій, а також тих, на яких ширше представлені види тварин і рослин, занесені до Червоної Книги України, та рідкісні рослинні угруповання, занесені до Зеленої Книги України. Має бути забезпечено, щоб у кожній фізико-географічній провінції був щонайменше один природний чи біосферний заповідник або національний природний чи регіональний ландшафтний парк, де охорона природних комплексів і збереження екологічної рівноваги поєднуюватимуться з організованими формами підготовки кадрів, екологічного виховання, екологічного туризму, регламентованого відпочинку на природі» (Постанова

Верховної Ради України «Про Програму перспективного розвитку заповідної справи України» від 22.09. 1994 р. № 177/94).

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Охарактеризуйте сучасний стан навколишнього природного середовища України.
2. Як впливає загальний стан природних ресурсів на еколого-економічні проблем їх використання?
3. Які, на Ваш погляд, причини зростання екологічної кризи?
4. Коли в Україні було засновано перші природоохоронні організації?
5. Назвіть головні законодавчі документи, що стосуються природоохоронної діяльності.
6. Що таке природно-заповідний фонд України?

### *✍* *Практичні завдання*

1. Заповніть таблицю:

Таблиця 4 – Наслідки антропогенного впливу

Види антропогенного впливу	Позитивні наслідки	Негативні наслідки
Розвиток промисловості		
Розвиток транспорту		
...		
Розвиток сільського господарства		
Туризм		

Зробіть висновки щодо антропогенного впливу на розвиток промисловості, транспорту, сільського господарства.

## ТЕМА 6. РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ

**Мета:** охарактеризувати регіональні екологічні умови територій України, окреслити шляхи виходу з екологічної кризи.

### План

1. Характеристика екологічних умов Полісся, Лісостепу і Степу.
2. Характеристика екологічних умов Карпат і Криму.
3. Характеристика екологічних умов Чорного і Азовського морів.
4. Наслідки аварії на ЧАЕС.
5. Проблеми забруднення великих промислових міст.
6. Регіональні аспекти забруднення навколишнього природного середовища України. Шляхи виходу з екологічної кризи.

**Основні поняття:** Полісся, Лісостеп, Степ, Карпати, радіаційне забруднення, показові ознаки екосистемного рівня, аварійні викиди.

### 1. Характеристика екологічних умов Полісся, Лісостепу і Степу

Зона Полісся займає північну частину території України і знаходиться в межах Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської та Сумської областей. На заході України виділяють також так зване Мале Полісся (рис. 10).



Рис. 10 – Зона Полісся

Клімат помірно-континентальний з теплим і вологим літом та м'якою зимою. Пересічна температура січня  $-3^{\circ}\text{C}$ , липня  $+17, +19,5$ . Опадів  $- 550-650$  мм за рік. Найпоширенішими природно-територіальними комплексами є алювіально-зандрові низовини з дерново-підзолистими ґрунтами під борами та

суборами, низовинними болотами. Поширені також моренно-зандрові рівнини з дерново-підзолистими та середньо підзолистими ґрунтами під грабовими суборами і терасні піщані рівнини з дерново-підзолистими ґрунтами під суборами і борами. Переважають мішані ліси. Територія Полісся характерна вищим ніж в середньому в Україні рівнем лісистості – близько 20%. Тут протікають такі ріки як Десна, Прип'ять з притоками Турія, Стир, Горинь, Случ та інші.

Територія Полісся зазнала значного антропогенного впливу в результаті господарської діяльності. Основними екологічними факторами ризику на цій території є наступні:

- ✓ наявність потужних центрів локального забруднення – Луцьк, Рівне, Житомир, Київ, Чернігів – у яких розвиваються хімічна, деревообробна та інші екологонебезпечні галузі промисловості;
- ✓ катастрофічні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції;
- ✓ необґрунтована система осушувальної меліорації, яка призвела до катастрофічної зміни ландшафтів, вирівнювання русел річок, їх замулення, зниження родючості ґрунтів та їх деградації;
- ✓ недосконала система ведення сільського господарства, яка призвела до погіршення екологічного стану агроєкосистем;
- ✓ надмірна зволоженість території.

*Лісостепова зона* простяглася смугою від західного кордону України і Карпат на схід і займає близько 40% всієї території країни. Тут переважають степові і лісові ландшафти, лісистість території коливається в межах 14% на заході і 11% на сході. Домінантними у ґрунтовому покриві є чорноземні (чорноземи типові, опідзолені) і сірі лісові ґрунти (рис. 11).



Рис. 11 – Зона Лісостепу



Клімат помірно-континентальний. Річний радіаційний баланс становить 1800-1850 мДж на м кв. Пересічна температура липня +18<sup>0</sup>С на північному заході, на півдні підвищується до +22<sup>0</sup>С. Пересічна температура січня -5, -8<sup>0</sup>С, абсолютний мінімум на сході – -36<sup>0</sup>С. Вегетаційний період триває 200-210 днів. Річна сума опадів на заході зони 550-750 мм, на сході – 450 мм. Негативною рисою клімату є нестійкість зволоження внаслідок чергування вологих і посушливих років. Пересічна густина річної сітки 0,15-0,24 км/км<sup>2</sup>. Живлення річок переважно снігове та дощове. Тут протікають Дністер, Дніпро, Південний Буг, Псел, Ворскла. Загальна заболоченість зони – 1,6%. Негативними екологічними факторами є наступні:

- ✓ повсюдно поширений площинний змив, глибинний розмив, внаслідок чого територія лісостепу характерна високим рівнем еродованості поверхні;
- ✓ Лісостеп – це регіон інтенсивного сільськогосподарського освоєння, розораність території якого становить 75-85%, а в Тернопільській області перевищує 90%, що веде за собою значну деградацію ґрунтового покриття.
- ✓ постійно зростає рівень урбанізації у зоні, що тягне за собою формування потужних локальних центрів забруднення – міст;
- ✓ недосконала структура господарства, яка характерна низьким рівнем екологічності (цукрово-бурякове виробництво, цементна промисловість, видобуток корисних копалин, надмірне застосування мінеральних добрив, рівні розораності, які перевищують будь-які екологічні норми тощо).

До *Степової зони* входять повністю або частково території Одеської, Миколаївської, Херсонської Запорізької, Дніпропетровської, Кіровоградської, Полтавської, Харківської, Донецької, Луганської областей, і Криму (рис. 12).



Рис. 12 – Зона Степу

Степова зона характерна найвищими температурами і найдовшим вегетаційним періодом. У той же час, висока випаровуваність (450-1000 мм) з

недостатня зволоженість території (300-500 мм) призводить до природної вододефіцитності Степової зони, особливо в період вегетації рослин. Несприятливими екологічними факторами в цій зоні є часті посухи, суховії, пилові бурі, які спостерігаються майже щороку, особливо на сході. Тут слабо розвинена річкова мережа, але високий рівень еродованості ґрунтів. В умовах недостатньої зволоженості тут сформувалися середньо і мало гумусні чорноземи, а на півдні – каштанові ґрунти. Лісистість території тут не перевищує 3%, а її розораність перевищує 80%. Значна частина ґрунту, через надмірне зрошення, зазнає процесів засолення. З інших негативних екологічних процесів і наслідків у Степовій зоні України слід віднести такі:

- ✓ надзвичайно висока концентрація промислового потенціалу у Донбасі та Придніпров'ї;
- ✓ розвиток водомістких галузей (чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, атомної енергетики, нафтопереробки) в умовах природної вододефіцитності;
- ✓ у Степовій зоні характерний не лише локальний тип забруднення промисловими відходами, а й сформувалися цілі регіональні джерела викиду шкідливих речовин;
- ✓ необхідно провести ряд заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, які включають зрошування, ґрунтозахисну систему землеробства, внесення мінеральних і органічних добрив;
- ✓ зона характеризується найвищим в Україні рівнем рекреаційного навантаження на територію;
- ✓ застаріле обладнання на промислових підприємствах, які характерні високими рівнями екологічної небезпеки;
- ✓ у зоні знаходяться одні з найбільших у світі центрів і районів гірничорудної промисловості – Кривий Ріг, вуглевидобуток в Донбасі та інші;
- ✓ високий рівень урбанізації і розвиток міст призводить до формування величезної кількості комунально-побутових відходів;
- ✓ розвиток вугільної галузі, металургії, гірничої промисловості породжує виникнення значних обсягів відвалів, під які необхідно постійно відводити все більші і більші площі родючих ґрунтів для їх складування;
- ✓ існує необхідність проведення складних і дорогих заходів щодо рекультивації сільськогосподарських угідь.

## **2. Характеристика екологічних умов Карпат і Криму**

Загальна площа Українських Карпат понад 24 тис. км<sup>2</sup>. Займають території Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Чернівецької областей. Гірські хребти розділені глибокими поздовжніми улоговинами. Тут знаходяться найвищі точки України – Говерла (2061 м), Петрос (2020 м), Ребра (2007), Гутин Томнатик (2017 м), Бребенескул (2035 м) і Піп Іван (2022 м). Клімат Карпат помірно-континентальний, теплий. Температура найтеплішого місяця – липня – +18-+20<sup>0</sup>С у передгір'ях, +8-+10<sup>0</sup>С у високогірному ярусі. У січні температури

становлять відповідно  $-3$ -  $-6^{\circ}\text{C}$  і  $-8$ -  $-9^{\circ}\text{C}$ . Кількість опадів зростає від 500-800 мм у передгір'ях до 1600-2000 мм на найвищих хребтах. В цих умовах формується густа гідрографічна мережа – тут знаходяться витoki Тиси, Дністра, Пруту. Озера невеликі, найбільше з них Синевір. Лісистість гір перевищує 50%, у ґрунтовому покриві переважають бурі лісові ґрунти.

В Українських Карпатах знаходиться більше 1400 природоохоронних об'єктів. Тут створено Карпатський заповідник, Карпатський національний парк. Різноманітність природних умов, наявність лікувальних ресурсів сприяли розвитку курортного господарства.

Карпати є однією з екологічно найчистіших територій країни, проте й тут спостерігаються несприятливі екологічні явища:

- ✓ неконтрольованість експлуатації лісових ресурсів, яку за останні роки можна класифікувати просто як знищення лісових масивів, в першу чергу найцінніших;
- ✓ крім того лісопереробна промисловість, її технології не забезпечують раціонального використання деревних ресурсів;
- ✓ така ж ситуація склалася з використанням інших біологічних ресурсів Карпат;
- ✓ висока рекреаційна завантаженість території, яка постійно зростає за останні п'ять років;

Прикарпаття є дуже старим районом нафтовидобутку нафти, газу, хімічної сировини, що сприяло розвитку тут нафтопереробної, хімічної промисловості, які негативно впливають на навколишнє середовище;

Для Карпат характерні часті природні екологічні негаразди, які ускладнюють умови проживання і життєдіяльності – селі, зсуви, часта зміна циклонічної і антициклонічної діяльності, повені. Останні з великих повеней спостерігалися на Закарпатті кілька років тому і завдали великої шкоди.

Кримські гори займають південну частину – більше однієї п'ятої – Кримського півострова. Переважні висоти – 700-1200 м, найвища точка – 1545 м – г. Роман-Кош. В горах знаходиться більше 900 карстових печер. Тут переважає помірно континентальний клімат, на Південному березі – з рисами субтропічного. Температура січня –  $-3,8^{\circ}\text{C}$  в горах і  $+1$ -  $+4^{\circ}\text{C}$  на Південному березі. Температура найтеплішого місяця – липня –  $+15,6^{\circ}\text{C}$  в горах і  $+22^{\circ}\text{C}$  на південному узбережжі. Річний радіаційний баланс на півдні становить 2332-2488 МДж/м<sup>2</sup>, річні суми опадів 500-600 мм на узбережжі і 900–1100 мм у горах. Для Кримських гір характерна висотна поясність ґрунтово-рослинного покриву. Тут поширені дерново-підзолисті карбонатні гірсько-степові, сірі гірсько-степові та коричневі ґрунти, а в гірсько-лісовій зоні – буроземи. Лісами в Кримських горах вкрито 340 тис. га. З 2200 видів рослин 10% ендеміки тобто ростуть лише тут.

В горах знаходиться більше 120 природоохоронних об'єктів, які займають 9% площі гір. Тут діють Ялтинський гірсько-лісовий і Карадазький заповідники, заповідник Мис Март'ян, Кримське заповідно-мисливське господарство, заказники Великий Каньйон Криму, Новий Світ, Хапхальський та ін. Карпатські гори є важливим районом туризму.

### 3. Характеристика екологічних умов Чорного і Азовського морів

Береги України омиваються двома морями басейну Атлантичного океану – Чорним і Азовським. Загальна площа Чорного моря 422 тис. км<sup>2</sup>, загальний об'єм води – 547 тис. км<sup>3</sup>. Пересічна глибина – 1271 м, максимальна глибина сягає 2245 м. У Чорне море впадають Дунай, Дніпро, Дністер, Південний Буг. Кліматичні умови моря визначаються положенням його у субтропічному поясі – зим тепла і волога, літо сухе і жарке. Взимку бувають сильні штормові вітри. Температура січня – 0 - +8<sup>0</sup>С, серпня – +22-+25<sup>0</sup>С. Опади зростають із заходу на схід від 200-600 мм до 2000 мм. Поверхневі води мають солоність 14-18,3‰, глибинні – 22,6‰. Чорне море багате на біогенні речовини.

Рослинний і тваринний світ концентрується головним чином у поверхневому шарі, оскільки з глибини 200 м води перенасичені сірководнем. В морі нараховується понад 660 видів рослин і більше 2000 представників тваринного світу. Промислове значення мають хамса, ставрида, шпроти, кефаль, камбала, водорості, мідії, креветки, устриці.

За останні десятиріччя значно погіршилася екологічна ситуація. Причинами цього стали наступні фактори:

- ✓ інтенсивне промислове і рекреаційне освоєння морського узбережжя;
- ✓ зарегулювання річкового стоку і забір води на потреби зрошення;
- ✓ скидання дренажних вод з полів які зрошуються;
- ✓ скидання промислових стічних вод у акваторію моря;
- ✓ невинний розвиток морського транспорту – найбільшими портами є Одеса, Іллічівськ, Південний, Миколаїв, Херсон;
- ✓ в Одесі побудовано нафтоналивний термінал – перевезення нафти в сукупності з її переробкою (Одеса, Херсон) і можливим подальшим видобутком може загострити екологічні проблеми Чорного моря.

Погіршення екологічного стану Чорного моря веде до зниження продуктивності рибних ресурсів, змінюється видовий склад морських організмів, зростає біомаса фітопланктону і зоопланктону. Швидко розмножується медузи, але зменшується популяція дельфінів, практично зникла скумбрія. Частина моря у складі заповідників – Чорноморського, Дунайські Плавні, Мис Мартьян і Карадазького.

Площа Азовського моря 39 тис. км<sup>2</sup>, загальний об'єм води 290 км<sup>3</sup>. Пересічна глибина – 7,4 м, максимальна – 15 м (наймілкіше море на планеті). Кліматичні умови мають континентальні риси – пересічна температура січня становить від -6<sup>0</sup>С до -1<sup>0</sup>С, липня – +22- +24. Річна кількість опадів зменшується зі сходу на захід з 600 мм до 340 мм. Пересічна солоність становить 13,8‰, максимальна – у затоці Сиваш – 250‰.

Рослинний і тваринний світ характерний надзвичайно високою продуктивністю. Біомаса фітопланктону сягає 200 г/м<sup>3</sup>. Склад риб нараховує 79 видів, тут водиться один вид дельфінів – азовський. Промислове значення мають тюлька, хамса, оселедець, бички, камбала, кефаль, осетрові. Впроваджується марикультура.

Головними екологічними проблемами моря такі:

- ✓ забір води на зрошення і як наслідок – підвищення солоності води, особливо у пригирлових ділянках;
- ✓ зміна екологічних умов відбивається на видовому складі і Чорного моря, оскільки саме акваторія Азову є місцем нерестилища чорноморських риб;
- ✓ забруднення вод моря внаслідок скидання забруднених промислових і комунально-побутових стічних вод Керчі, Мелітополя, Донецька, Маріуполя та ін.;
- ✓ неконтрольований вилов морепродуктів.

Крім того Азовське море є важливим регіоном рекреації та відпочинку, тому прибережні території зазнають відчутних антропогенних впливів.

#### **4.Наслідки аварії на ЧАЕС**

Важливою проблемою охорони навколишнього природного середовища є запобігання великомасштабним екологічним наслідкам негативного впливу людської діяльності. Україна безпосередньо стикнулася з такими проблемами. Однією з найбільших у світі екологічних катастроф стала аварія на Чорнобильській атомній електростанції, що спричинило до забруднення радіонуклідами значних територій. Катастрофічності ситуації сприяли ряд факторів. ЧАЕС розташована в густонаселеному регіоні за 100 км від столиці України Києва, де проживає 2,7 млн. чоловік. Недалеко розташовані інші великі міста – Житомир, Чернігів, а у Білорусії – Гомель. Тут досить густа мережа малих міст і сільських поселень. Небезпеку представляє те, радіонуклідами забруднений водозбори Прип'яті і Дніпра. Водою з допливів від цих територій користуються жителі Черкас, Дніпродзержинська, Кривого Рогу, Дніпропетровська, Запоріжжя, Нікополя, Каховки, Херсону та ряду менших міст.

Причиною катастрофи стали порушення регламенту і режиму експлуатації енергоблоку, допущені обслуговуючим його персоналом. В цілому аварія на АЕС була не т е що малоймовірною, а гіпотетично неможливою. Проте 25 квітня 1986 року на 4-ом енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції передбачався експеримент – випробування одного з турбогенераторів – і зупинка реактора на планово-запобіжний ремонт.

Суть експерименту полягає в моделюванні ситуації, коли турбогенератор може залишитися без подачі пару для чого був розроблений спеціальний режим, відповідно до якого при відключенні пару генератор певний час продовжував виробляти електроенергію, необхідну для живлення головних циркуляційних насосів.

У результаті аварії на ЧАЕС в атмосферу було викинуто 77 кг радіоактивних речовин, причому близько 75% всіх забруднень потрапило на територію Білорусі. Внаслідок викидів територія була забруднена радіоактивними речовинами у складі ізотопів цезію, стронцію, плутонію, йоду, ксенону, криптону, рутенію, кюрієм, нептунієм, іншими елементами.

У зоні радіоактивного забруднення проживає понад 5 млн. осіб в Україні, Білорусії, Росії. Забруднення цезієм-137 спостерігалось згодом після аварії у Швеції, Польщі, Німеччині, Фінляндії, Румунії, Австрії. У зв'язку із великою радіоактивністю в районі станції було виселено населення 30-ти кілометрової зони, а також встановлено зону відчуження, оконтуреною зоною випромінювання 20 мР/год, а також зону тимчасового відселення вагітних жінок і дітей. Лише за перший рік із української зони відселення евакуйовані 90 тис. осіб з 75 населених пунктів.

Смуга найбільшого радіаційного забруднення простягається на захід від Прип'яті до північно-східної частини Рівненщини. Високими рівні забруднення характерні для північної і східної частини Житомирщини (15-40Кі/км<sup>2</sup>) у районі Овруча, Коростеня. Забруднені також території Чернігівської і Сумської областей – рівень до 15Кі/км<sup>2</sup>. Значного радіоактивного забруднення (місцями 5-15 Кі/км<sup>2</sup>), зазнали території Київської (на південь від Києва) і Черкаської областей. Радіоактивні плями виявлено в районі Канева, Білої Церкви, Вінниці, Томашполя, Вапнярки, Тульчина, на захід від Василькова, Хотина і Заставної, Чорткова і Заліщиків, а також на північному сході Івано-Франківщини.

## 5. Проблеми забруднення великих промислових міст

Надзвичайно складною є екологічна ситуація у Кривому Розі. Криворізький басейн практично співпадає територією Криворізької великоміської агломерації. Тут смертність населення перевищує народжуваність у два рази, а його захворюваність була більш, ніж 17,4 тис. випадків на 10000 жителів, первинна інвалідність була більш як 59 випадків на 10000 дорослих осіб населення. Вроджені аномалії розвитку перевищили 14 випадків на 1000 народжених дітей. У Криворіжжі нагромаджено більше 32 тис. тонн промислових відходів на особу, а маса викидів у атмосферу перевищує 1 тону на особу щорічно. Це перевищує екологічні орієнтири європейських країн у 19 разів. Десятки тисяч гектарів раніше родючих земель у Дніпропетровській, Херсонській і Миколаївській областях підтоплені через підйом підземних вод або зазнають опустелювання через їх опускання. Щорічні витрати на утримання хвостосховищ перевищує 600 млн. доларів, а витрати на вилучення більш як 117 км<sup>2</sup> сільськогосподарських земель під відвали щороку становлять біля 500 млн. доларів.

Одним з найбільших забруднень є дрібнодисперсні мінеральні викиди, в основному пил. Головними джерелами пилу, який потрапляє в атмосферу (більше 12 тис. тонн), є масові вибухи, а також вивітрювання з відвалів – десятки тисяч тонн.

Для вирішення екологічних проблем Криворіжжя необхідна низка заходів щодо екологізації виробничих процесів і покращення екологічного стану довкілля. Для цього необхідно:

- ✓ впровадження безвибухового видобутку гірничої маси;
- ✓ утилізація відходів гірничорудного виробництва;

- ✓ використання залізорудних шламів;
- ✓ створення передових виробництв, впровадження екологічних технологій видобутку сировини, виробництва залізорудного концентрату;
- ✓ рекультивація порушених земель;
- ✓ використання вторинних ресурсів;
- ✓ поліпшення здоров'я населення Криворіжжя;
- ✓ відновлення природного середовища до рівня, що забезпечує здорове і тривале життя людей;
- ✓ підвищення фінансово-економічної ефективності виробництва і конкурентоздатності продукції і послуг.

Складною екологічною ситуацією відзначаються Чернівці. У 80-х і 90-х роках тут спостерігалось масове облісіння дітей (більше 800 випадків), а причин цих явищ достеменно не встановлено і понині. Більше того, тут спостерігаються такі явища як зсуви ґрунтів, просідання території, зайнятої під забудовою.

Особливої уваги потребують дніпровські водосховища. З одного боку будівництво їх на рівнинній території призвело до затоплення великих площ родючих сільськогосподарських угідь і відселення значної кількості населення з обжитих місць. Але навіть не це стало найбільшою проблемою. Щороку відбувається так зване «цвітіння води» в результаті розмноження синьо-зелених водоростей, що призводить до зниження їх біопродуктивності, якості води та інших проблем.

## **6.Регіональні аспекти забруднення навколишнього природного середовища України. Шляхи виходу з екологічної кризи**

Великої екологічної шкоди завдають аварійні викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище і надзвичайні екологічні ситуації. На фоні недостатньої уваги до їх недопущення, попередження у сукупності з недостатнім фінансуванням природоохоронних і попереджувальних заходів вони стали постійними супровідниками нашої екологічної дійсності.

Найбільші збитки природному середовищу були завдані у приморських регіонах. Особливо постраждав регіон Чорного моря, де основним постачальником забруднень став морський транспорт. Найбільше аналогічних ситуацій відбулося в Полтавській (13 випадків), Харківській (9), Дніпропетровській (9), Львівській (8) та Сумській (6) областях.

Складною проблемою для України є забруднення водного середовища, атмосферного повітря, виснаження лісових, ресурсів, ресурсів рослинного і тваринного світу. Навіть за умови того, що за останні десять років обсяги забруднюючих речовин скоротилися внаслідок зменшення обсягів виробництва, ситуація, особливо в індустріальних районах залишається складною.

Чітко спостерігаються регіональні відміни у обсягах забруднень, які викидаються в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Найбільшими обсягами викидів у атмосферу характеризувалися Донецька (1580,6 тис. т), Дніпропетровська (890,7 тис. т), Луганська (437,9 тис. т),

Запорізька (233,2 тис. т), Харківська (152,2 тис. т), Івано-Франківська (149,0 тис. т) і Львівська (97,8 тис. т) області.

Найсприятливішими у цьому відношенні є Чернівецька (5,6 тис. т), Волинська (7,4 тис. т), Закарпатська (7,8 тис. т), Херсонська (9,2 тис. т), Тернопільська (9,3 тис. т) області і місто Севастополь (2,6 тис. т).

Загальний обсяг водовідведення становив 10964 млн. м<sup>3</sup>, у тому числі забруднених 3313 млн. м<sup>3</sup>, з них без очищення 758 млн. м<sup>3</sup>. Нормативно очищені води становлять 2100 млн. м<sup>3</sup>. Найбільше стічних вод скидали господарські об'єкти Донецької (1762 млн. м<sup>3</sup>), Дніпропетровської (1574 млн. м<sup>3</sup>), Запорізької (1411 млн. м<sup>3</sup>), Київської (1022 млн. м<sup>3</sup>) м. Києва (821 млн. м<sup>3</sup>), Вінницької (660 млн. м<sup>3</sup>) та АР Крим (602 млн. м<sup>3</sup>). На них припадало 71,6% всього обсягу водовідведення.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Охарактеризуйте екологічні умови та головні регіональні проблеми Полісся, Лісостепу та Степу.
2. У чому полягають особливості регіональних проблем Карпат і Кримських гір?
3. Охарактеризуйте головні екологічні проблеми моря.
4. У чому полягають причини погіршення екологічної ситуації морського узбережжя України та до яких наслідків це призведе?
5. Перелічіть наслідки аварії на ЧАЕС для атмосфери, ґрунтів та водних ресурсів.
6. Охарактеризуйте особливості екологічного стану великих промислових міст.
7. Як екологічна ситуація, що склалася у регіонах, відображається на здоров'ї населення?

### **✍** *Практичні завдання*

1. Які речовини обумовлюють солоність морської та океанічної води, яка містить 35‰, або 3,5%? Яка їх роль для рослинних і тваринних організмів?
2. Заповніть таблицю:

Таблиця 5 – Регіональні екологічні проблеми та шляхи їх вирішення

Регіон	Екологічна проблема	Шляхи вирішення
Полісся		
...		

Зробіть висновки щодо екологічного стану регіонів України.



## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

### ТЕМА 7. ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

**Мета:** опанувати основні положення екологічного моніторингу, визначити його складові та роль у природоохоронній системі.

#### План

1. Поняття про екологічний моніторинг. Завдання і функції моніторингу.
2. Види моніторингу – поточний, оперативний, науковий.
3. Методи моніторингу. Система екологічної інформації.
4. Зміст екологічного контролю. Організація мережі моніторингу.
5. Моніторинг атмосферного повітря.
6. Моніторинг ґрунтового покриву.
7. Моніторинг води.

**Основні поняття:** моніторинг довкілля, види моніторингу, джерела забруднення; методи моніторингу, екологічний контроль, мережа моніторингу, ГДК, поллютанти, природні джерела забруднення, антропогенні джерела забруднення.

#### 1. Поняття про екологічний моніторинг. Завдання і функції моніторингу

*Моніторинг* (анг. monitoring, від лат. monitor – той, що контролює, попереджує). За міжнародним стандартом (ISO 4225-80), моніторинг – це багаторазове вимірювання для спостереження за змінами будь-якого параметра в певному проміжку часу; система довготривалих спостережень, оцінювання, контролювання і прогнозування стану і зміни об'єктів.

Цей термін було запропоновано у 1972 р. напередодні проведення Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища на противагу (або на доповнення) до терміну «контроль». Крім спостережень і отримання інформації, моніторинг передбачає і елементи активних дій, таких як: оцінювання, прогнозування, розробка природоохоронних рекомендацій.

Моніторинг довкілля ґрунтується на загальних екологічних законах і взаємодіє з природничими, географічними та технічними науками.

Завдання моніторингу полягає:

- ✓ у постановці і підготовці теоретичних засад практичного розв'язання проблем організації спостережень;
- ✓ науковому обґрунтуванні складу, структури мережі й методів спостережень за природними фоном та явищами, планетарними процесами, рівнем забруднення середовищ, станом біоти (сукупності живих організмів, що

населяють певний район у певний проміжок часу);

- ✓ фізичними параметрами біосфери;
- ✓ виборі методів, методик оцінювання і прогнозування стану довкілля;
- ✓ розробленні рекомендацій щодо управління станом складових біосфери.

*Мета моніторингу довкілля* – обґрунтування перспектив та удосконалення системи екологічного моніторингу навколишнього середовища, оцінювання фактичного і прогнозованого його стану; попередження про зниження біорізноманіття екосистем, порушення екологічної рівноваги у довкіллі, погіршення умов життєдіяльності людей, попередження цих негативних наслідків.

*Предметом моніторингу довкілля* є організація і функціонування системи моніторингу, оцінка та прогнозування стану екологічних систем і їх елементів, біосфери та характеру впливу на них природних й антропогенних факторів.

*Об'єктами моніторингу довкілля*, залежно від рівня та мети досліджень, можуть бути навколишнє середовище, його елементи (атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, ґрунтовий і рослинний покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові, біосфера) і джерела впливу на довкілля тощо.

Моніторинг довкілля використовує загальнонауковий метод досліджень, такі як аналіз та синтез, сходження від конкретного до абстрактного, узагальнення, математична і статистична обробка інформації. Разом з тим, моніторинг довкілля розробляє власні методи аналізу, прогнозування стану екологічних систем і процесів, що в них відбуваються. На підставі дослідження зв'язків між процесами і складовими екосистем, впливу на них природних та антропогенних факторів моніторинг з'ясовує спільні закономірності функціонування, а також особливості стану екосистем, компонентів біосфери на різних просторово-територіальних рівнях. Ця наука забезпечує здобуття нових знань про навколишнє середовище з використанням методів оцінювання і прогнозування стану його елементів, розкриває їх взаємозв'язки і взаємовпливи.

## **2. Види моніторингу – поточний, оперативний, науковий**

За напрямками і об'єктами спостереження моніторинг поділяється на:

- ✓ сферний (об'єктний) моніторинг – спостереження окремих об'єктів природи (атмосфери, біосфери, екосистем, географічних природних комплексів та ін.). У свою чергу, він поділяється на моніторинг: атмосферного повітря, гідросфери, ґрунтовий, біологічний, сейсмічний, іоносферний, Сонця, гравіметричний, магнітометричний, ландшафтний та багато інших. Усі ці види поділяються ще на окремі підвиди моніторингу згідно з деталізацією досліджень;
- ✓ господарський (*галузевий, відомчий*) моніторинг – спостереження впливу в галузях господарства і міжгалузевих комплексах, інших сферах господарської діяльності людини, окремих підприємствах.

Окремо виділяють *базовий, або фоновий моніторинг* – це спостереження за «дикою», «еталонною» природою, тобто природними об'єктами, не зміненими або слабо зміненими впливом людської діяльності. Хоча таких природних

комплексів на Землі практично не залишилось, все ж таки вибирають території, віддаленні від зон основного господарського освоєння, біосферні заповідники та ін. Такі своєрідні еталони необхідні для того, щоб можна було порівняти стан трансформованих природних комплексів з нібито первинним станом середовища і з'ясувати увесь рівень, глибину цих перетворень. Фоновий моніторинг передбачає систематичні стаціонарні заміри, які виконуються за єдиною програмою, стану атмосфери, ґрунту, природних вод і особливостей земної поверхні.

*Біологічний моніторинг* – орієнтується на реєстрацію чисельності, структури популяцій, характер розмноження та міграцій тварин і рослин. Біологічний моніторинг поділяється на зоологічний, ботанічний і антропогенний (медико-біологічний).

*Геологічний моніторинг* – досліджує стан літосфери, підземних вод, криогенних зон, глибинних (до 15 км) шарів геологічної будови Землі.

*Гідрометеорологічний і геофізичний моніторинг* – розглядає загальну циркуляцію і стан атмосфери, електромагнітних полів, іонізаційного випромінювання, озонового шару, гідрологічних процесів у світовому океані та інші подібні питання глобальних процесів на Земній кулі.

За масштабами територій спостереження виділяють:

✓ глобальний моніторинг – охоплює станції спостереження планетарного масштабу. Сам термін «моніторинг» уперше з'явився в рекомендаціях комісії СКОПЕ (Науковий комітет з проблем навколишнього середовища) при ЮНЕСКО у 1971 р., а у 1972 р. були сформульовані перші пропозиції щодо створення Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (Стокгольмська конференція ООН з навколишнього середовища). Глобальний моніторинг представлений постійними і тимчасовими (спеціальні науково-дослідні експедиції) станціями (частково автоматично чинними) у космічному просторі, океані, на суші (у тому числі в біосферних заповідниках), Антарктиді і Арктиці, зондуванням атмосфери (метеорологічні зонди і ракети) та ін. Значна частина станцій належить, або діє під егідою ООН, використовуються також засоби спостереження, що є власністю багатьох високорозвинених країн світу, передовсім США, Європи та ін. Колишній Радянський Союз також мав велику кількість станцій у світовому океані, на спеціальних науково-дослідних суднах та ін. Частково інформацію для глобального моніторингу дають системи спостереження окремих країн світу;

✓ імпактний (*регіональний і локальний*) моніторинг – екологічний контроль на території окремих країн, їх регіонів, міст, окремих природних і господарських об'єктів. Глобальний та імпактний моніторинг відрізняються площею спостереження, відстанню між пунктами взяття (добору) проб, частотою (години, місяці, роки) спостережень, кількістю компонентів спостереження, точністю і оперативністю подання інформації (таблиця 6).

Таблиця 6 – Характеристика окремих видів моніторингу за основними параметрами спостережень

Параметр	Локальний	Регіональний	Глобальний
Площа, охоплена системою, км <sup>2</sup>	10-100	20- 2·10 <sup>6</sup>	До 10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>
Відстань між пунктами добору проб, км	0,01-10	10-500	До 3000-5000
Періодичність досліджуваних процесів	Дні – місяці	Роки	Десятиліття – століття
Частота спостережень	Хвилини – години	Декада – місяць	2-6 разів на рік
Кількість компонент, що спостерігаються	3-30	120-1500	10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>
Точність	Частки ГДК	До 30 %	Десяті частки, %
Оперативність видання інформації	У реальному масштабі часу	Через 1-3 місяця від дня добору проб	Роки з дня добору проб

Моніторинг джерел забруднення передбачає спостереження за різними типами джерел:

- ✓ точковими стаціонарними (заводські труби, місця скидання відходів промислових підприємств, тваринницьких ферм та ін.);
- ✓ точковими рухомими (транспорт);
- ✓ лінійними або майданними (стоки із сільськогосподарських полів, атмосферні опади, розсіювання добрив та ін.).

За специфікою методів дослідження виділяють також *дистанційний моніторинг*. Це спостереження на відстані з допомогою найновішої техніки – аерофотознімки, космічні знімки з супутників. Космічні знімки стають зараз настільки доступними, що будь-яка особа може за відповідну плату (декілька тисяч доларів) замовити їх, наприклад, у спеціальних комерційних службах агентства НАСА (США) і дуже оперативно (через Інтернет) отримати.

Для розв'язання складних екологічних проблем, наприклад, у результаті техногенних і природних катастроф, у випадках, коли потрібно отримати інформацію якомога швидше, організовують *екстрений моніторинг*.

Загальна класифікація систем моніторингу подана у таблиці 7.

*Складові моніторингу.* У процесі моніторингу реєструються:

- ✓ екосистеми, що існують на території;
- ✓ тип господарського використання;
- ✓ рівень і форми деградації природного середовища – зміни рельєфу, ерозія, загибель рослин і тварин та ін.;
- ✓ фізичний і хімічний стан повітря, води, ґрунту;

- ✓ біологічне різноманіття і стан видів-індикаторів;
- ✓ радіоактивне забруднення;
- ✓ санітарний стан та ін.

Таблиця 7 – Класифікація систем моніторингу (за В. Джигиреєм)

Принципи класифікації	Наявні або розроблювані системи (підсистеми) моніторингу
Універсальні системи	Глобальний моніторинг (базовий, регіональний, локальний рівні, у т. ч. фоновий і палеомоніторинг). Національний моніторинг. Міжнаціональний, міжнародний моніторинг транскордонного перенесення забруднювальних речовин
Реакція основних складових біосфери	Геофізичний моніторинг Біологічний моніторинг (у т. ч. генетичний) Екологічний моніторинг (усі попередні види)
Різні середовища	Моніторинг антропогенних змін в атмосфері, гідросфері, ґрунті, кріосфері, біоті
Чинники і джерела впливу	Моніторинг джерел забруднення. Інгрідієнтний моніторинг (окремих забруднювальних речовин, радіоактивних випромінювань, шумів та ін.)
Гострота і глобальність проблеми	Моніторинг океану, клімату, озоносфери
Методи спостережень	Моніторинг за фізичними, хімічними і біологічними показниками Супутниковий моніторинг (дистанційні методи)
Системний підхід	Медико-біологічний (стан здоров'я), екологічний, кліматичний, біоекологічний, геоєкологічний, біосферний

### 3. Методи моніторингу. Система екологічної інформації

Моніторинг складається з багатьох різноманітних методів спостереження, збору необхідних параметрів-характеристик стану середовища та їх обробки. Усю сукупність цих методів можна поділити на такі основні напрями:

- ✓ методи реєстрації та оцінки якості стану середовища (біологічний моніторинг, дистанційний моніторинг та ін.);
- ✓ методи кількісного обліку організмів і методи оцінки біомаси, продуктивності рослин і тварин (біологічний моніторинг);
- ✓ вивчення особливостей впливу різних екологічних чинників на життєдіяльність організмів (лабораторні методи дослідження);
- ✓ методи математичного моделювання екологічних явищ і процесів, екосистем;
- ✓ створення геоінформаційних систем і технологій для розв'язання екологічних проблем;

- ✓ комплексний еколого-економічний аналіз стану різних об'єктів;
- ✓ геоекологічні і геофізичні методи дослідження;
- ✓ технологічні методи дослідження;
- ✓ медико-екологічні методи дослідження;
- ✓ методи екологічного контролю: екологічна експертиза, екологічний аудит, екологічна паспортизація та ін.

За специфікою виконання всі дослідження можна поділити на хімічні, фізичні, біологічні, геологічні, географічні, геофізичні, математичні та інші. У зв'язку з великою кількістю видів забруднювачів та інших негативних впливів і видів об'єктів забруднювання (живі біологічні організми, люди, різноманітні екосистеми, географічні природні комплекси та багато інших) необхідне використання багатьох різноманітних приладів, часто дуже складних і дорогих, спеціальних лабораторних досліджень, використання хімічних реактивів та ін. Тобто організація системи моніторингу є дуже складною, а з економічної точки зору, дуже дорогою справою.

#### **4.3 Міст екологічного контролю. Організація мережи моніторингу**

Суть екологічного контролю полягає у порівнянні реальних показників впливу на навколишнє середовище з стандартними (нормативними) показниками (ГДК, ГДВ та ін.).

Екологічний контроль має давати відповіді на такі запитання:

- ✓ яким є стан навколишнього середовища у даний час порівняно з первинним його станом (до початку антропогенного впливу) і яких змін можна очікувати у прогнозованому проміжку часу;
- ✓ які причини змін, що вже сталися і можуть статися в майбутньому, і що було, є або буде джерелом цих змін;
- ✓ які впливи на дане природне середовище є шкідливими (небажаними або неприпустимими);
- ✓ який рівень техногенних впливів разом з природними і стихійними явищами припустимий для природного середовища й окремих його компонентів і які резерви має природне середовище для саморегенерації стану;
- ✓ який рівень техногенних впливів на природне середовище є неприпустимим або критичним, після якого відновлення природного середовища до рівня екологічного балансу є нездійсненним (Злобін, Кочубей, 2003).

Видів забруднення й інших негативних впливів на навколишнє середовище дуже багато, і тому неможливо, та й економічно недоцільно, спостерігати за всіма поллютантами повсюдно. Для моніторингу забруднень рекомендований (Найробі, 1974 р.) такий перелік основних критеріїв забруднення:

- ✓ величина фактичного або потенційно можливого впливу на здоров'я і добробут людини, на клімат або екосистеми;
- ✓ схильність до деградації в навколишньому природному середовищі й нагромадження в організмі людини і харчових ланцюгах;
- ✓ можливість хімічної трансформації у фізичних і біологічних системах,

внаслідок чого змінені речовини стають токсичнішими або шкідливішими, ніж первинні викиди;

- ✓ мобільність (рухливість);
- ✓ фактичні або можливі тренди (тенденції) концентрації у навколишньому середовищі й в організмі людини;
- ✓ частота і/або розмір впливу;
- ✓ можливість замірів на даному рівні в різноманітних середовищах;
- ✓ значення для оцінки положення в навколишньому природному середовищі;
- ✓ придатність з точки зору загального поширення.

Значна частка забруднень оцінена в балах (від 0 до 3) для кожного з критеріїв, а за найбільшими сумами балів визначені пріоритети (чим вища сума, тим вищий пріоритет). Далі пріоритети поділили на вісім класів (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет).

Для кожного класу визначені середовище і тип програми вимірювання: глобальний – Г, регіональний – Р, локальний – Л. Дана класифікація подана у таблиці 8 (Джигирей, Сторожук, Яцюк).

За суттю екологічний контроль є оцінкою впливу (дії) на навколишнє середовище (ОВНС) забруднювальних речовин та інших негативних явищ. ОВНС є складовою будь-якого дослідження (контролю) стану навколишнього природного середовища – моніторингу, екологічної експертизи, прогнозування та ін.

Процеси забруднення не є простою дією викиду і потрапляння поллютанту до навколишнього середовища. Деякі забруднювальні речовини під дією різноманітних природних процесів можуть створювати нові хімічні сполуки (синергічний ефект), а також вони по-різному розсіваються і нагромаджуються в окремих компонентах навколишнього середовища (ефект акумуляції).

Синергічний ефект – посилення або послаблення впливу одного чинника за наявності іншого. При такому сукупному комплексному впливі кількох чинників загальний ефект виявляється іншим, ніж коли б вони діяли окремо. Так, наприклад, окремі сполуки сірки й азоту в повітрі вступають у хімічну реакцію з парами води і створюють більш токсичні сполуки – кислоти, які є основним джерелом утворення кислотних дощів. Подібний ефект властивий для деяких видів смогу. Наприклад, Лос-анджелеський тип смогу є фотохімічним, тобто первинні забруднювальні речовини в ньому під дією ультрафіолетового випромінювання створюють нові токсичні сполуки – озон та ін.

Акумуляційний ефект – процес нагромадження на поверхні Землі, в організмах, на дні водних басейнів та інших об'єктах продуктів ерозії та абразії, води, солей, органічних решток, різноманітних забруднювальних речовин (у тому числі радіоактивних) внаслідок діяльності вітру, вод, що течуть, льодовиків, вулканів, морів та інших географічних й біологічних чинників. Так, наприклад, відомими нагромаджувачами токсичних речовин є гриби, листя і плоди багатьох дерев та ін. Тому забороняється збирати і використовувати ці

продукти (або спалювати листя) в містах, біля інтенсивних транспортних шляхів та в інших подібних місцях.

Таблиця 8 – Класифікація пріоритетних забруднювальних речовин та програми вимірювань

Клас пріоритетності	Забруднювальна речовина	Середовище	Тип програми вимірювання
I	Діоксид сірки + зважені частки	Повітря	Г, Р, Л
	Радіонукліди ( $^{137}\text{Cs}$ + $^{90}\text{Sr}$ )	Їжа	Р, Л
II	Озон	Повітря	Г (у стратосфері), Л
	ДДТ та інші хлор-органічні з'єднання	Біота, людина	Р, Л
	Кадмій і його з'єднання	Їжа, людина, вода	Л
III	Нітрати, нітрити	Питна вода, їжа	Л
IV	Оксиди азоту	Повітря	Л
	Ртуть та її з'єднання	Їжа, вода	Р, Л
	Свинець	Повітря, їжа	Л
V	Діоксид вуглецю	Повітря	Г
	Оксид вуглецю	Повітря	Л
	Вуглеводні нафти	Морська вода	Г, Р
VI	Флуориди	Свіжа вода	Л
VII	Азбест	Повітря	Л
	Миш'як	Питна вода	Л
VIII	Мікротоксини	Їжа	Р, Л
	Мікробіологічне зараження	Їжа	Р, Л

Болота є природним відстійником і фільтром багатьох забруднювальних речовин. Деякі види мікроорганізмів, водоростей, водних рослин мають подібні властивості, тому їх використовують при створенні біологічних очисних споруд.

Подібні складні процеси перетворювання і поширення токсичних речовин враховують з допомогою спеціального картування і спеціальних математичних моделей.

Екологічні моделі – один з головних методів оцінки впливу навколишнього середовища. Відрізняють статичні і динамічні моделі. Статичні моделі відображають картину забруднення або інших негативних впливів за фіксований час, а динамічні показують трансформацію, зміни цієї картини. Найважливіше значення екологічних моделей, особливо динамічних, – для прогнозування стану довкілля.



## 5. Моніторинг атмосферного повітря

*Забруднення атмосфери* – це зміни газового складу атмосфери в результаті вмісту в них домішок. Забруднення атмосфери викликає такі глобальні проблеми як потепління клімату (парниковий ефект), кислотні дощі, руйнування озонового шару, опустелювання та інші.

*Природними джерелами забруднення* атмосфери є вулканічні виверження, пилові бурі, космічний пил, гейзери, лісові та степові пожежі, виділення рослин, тварин та мікроорганізмів. Деякі шкідливі домішки (вуглекислий газ, оксид вуглецю, сірководень, хлориди та інші) поступають в атмосферу з океану. Особливість природних забруднень полягає в тому, що вони не такі токсичні як антропогенні, і діють періодично.

В результаті антропогенної діяльності здійснюється *штучне забруднення*, при якому значно змінюється склад атмосферного повітря. За особливостями будови та впливу розрізняють такі види антропогенних забруднювачів:

- ✓ механічні – викиди цементних заводів, дим, сажа та ін.;
- ✓ хімічні – газоподібні речовини, здатні вступати в реакції з компонентами повітря, наприклад CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>.

В антропогенному забрудненні атмосфери найбільш значну роль відіграють виробничі та побутові процеси.

Основними джерелами антропогенного забруднення атмосфери в Україні та більшості країн світу є:

- ✓ промислові підприємства (чорної, кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування, об'єкти видобутку та переробки природних копалин);
- ✓ транспорт (переважно автотранспорт);
- ✓ підприємства агропромислового комплексу (тваринницькі комплекси, рілля і рослинництво, консервні заводи тощо);
- ✓ будівельні майданчики.

Основними структурними елементами міжнародного моніторингу якості атмосферного повітря є:

- ✓ наявність розгалуженої системи моніторингових станцій.
- ✓ наявність методології вимірювання основних показників якості повітря разом з моніторингом метеорологічного стану.
- ✓ наявність системи збору, аналізу та передачі даних про стан якості атмосферного повітря.
- ✓ наявність стратегії підтримки та розвитку системи моніторингу.
- ✓ наявність комунікаційних інструментів щодо стану якості атмосферного повітря.

Державною гідрометеорологічною службою МНС здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу.

Ведуться спостереження за хімічним складом атмосферних опадів та за кислотністю опадів.

Програма обов'язкового моніторингу якості атмосферного повітря включає сім забруднюючих речовин: пил, двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), двоокис сірки (SO<sub>2</sub>), оксид вуглецю, формальдегід (H<sub>2</sub>CO), свинець та бенз(а)пірен. Деякі станції здійснюють спостереження за додатковими забруднюючими речовинами. Проводиться аналіз наявності забруднюючих речовин в опадах та сніговому покриві.

Державна екологічна інспекція здійснює вибірковий відбір проб на джерелах викидів. Вимірюється понад 65 параметрів.

Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах, зокрема поблизу основних доріг, санітарно-захисних зон та житлових будинків, на території шкіл, дошкільних установ та медичних закладів в містах та в робочій зоні. Крім того, здійснюється аналіз якості повітря у житловій зоні за скаргами мешканців.

## 6. Моніторинг ґрунтового покриву

Для об'єктивного інформаційного забезпечення і прийняття правильних рішень моніторинг ґрунтового покриву повинен забезпечувати вихідні, поточні та періодичні дані про основні характеристики ґрунтового покриву. Обов'язковими оціночними критеріями є гранулометричний та мінералогічний склад, дані гумусного стану ґрунту, оціночні дані формування режимів ґрунту (табл. 9).

Таблиця 9 – Показники, оціночні критерії та процеси, що контролюються при проведенні оперативного моніторингу ґрунту

Показники, оціночні критерії	Процеси, що контролюються	Термін проведення моніторингу
1	2	3
Поживний режим: вміст рухомих форм макро- та мікроелементів; запаси мікроелементів, що використані рослинами	Забезпеченість ґрунту поживними елементами	Щороку
Водний режим: запаси продуктивної вологи; вологість ґрунту	Особливості накопичення та витрат вологи в ґрунті	Раз на місяць
Температурний режим: температура ґрунту; індекс прогрівання, суми активних та ефективних температур	Теплообмін в ґрунтах, теплозабезпеченість ґрунту	Щороку

1	2	3
<p>Оцінка агроекологічного стану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- збалансованість за поживними елементами;</li> <li>- щільність радіоактивного забруднення;</li> <li>- вміст рухомих форм важких металів;</li> <li>- вміст пестицидів</li> </ul>	<p>Потенціал родючості ґрунту за вмістом поживних елементів та отримання екологічно чистої сільськогосподарської продукції</p>	<p>Раз на 5 років; Щороку Раз на 5 років; Раз на п'ять років</p>
<p>Оцінка інтенсивності проявів ерозії: розвиток водної, лінійної та площинної ерозії; дефляція та виникнення пилових бур; іригаційна ерозія</p>	<p>Розвиток та інтенсивність ерозійних процесів</p>	<p>Раз на 15-20 років</p>
<p>Оцінка фізико-хімічного стану ґрунтів: рН сольове та водне; гідролітична кислотність; ємність катіонного обміну; ступінь насичення основами</p>	<p>Зміна фізико-хімічних властивостей ґрунту, прояви фізико-хімічної деградації</p>	<p>Раз на п'ять років</p>

Державна гідрометеорологічна служба МНС здійснює моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами та важкими металами у населених пунктах. Проби ґрунту відбираються раз у п'ять років, проби ґрунту на важкі метали відбираються щороку.

Державна екологічна інспекція здійснює відбір проб на промислових майданчиках в межах країни. Загальна кількість параметрів, що вимірюються 27.

Установи МОЗ здійснюють моніторинг стану ґрунтів на територіях їх можливого негативного впливу на здоров'я населення. Найбільше охоплені території вирощування сільськогосподарської продукції, території в місцях застосування пестицидів, ґрунти в зоні житлових масивів, дитячих майданчиків та закладів.

Досліджуються проби ґрунту в місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств та поза територією підприємств у місцях їх складування або захоронення.

Мінагрополітики здійснює спостереження за ґрунтами сільськогосподарського використання. Здійснюються радіологічні, агрохімічні та токсикологічні дослідження, визначається залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів.

## 7. Моніторинг води

Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на *фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні*.

Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на *загальні та специфічні*. До загальних відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді специфічних показників обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних фізичних показників якості води належать: температура, запах, прозорість, кольоровість, уміст зважених речовин.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням та рослинністю водоймищ. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабкого забруднення водних об'єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливі. Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: уміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; уміст азоту і фосфору та мінеральний склад. До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди і важкі метали.

Кількість хімічних забруднювачів постійно зростає. Про шкідливу дію деяких із них ще мало відомо, оскільки вони мають пролонгований вплив, тобто шкідливі мутації, генетичні розлади тощо виявляються в наступних поколіннях живих істот.

Фізичне забруднення води зумовлює зміни фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивності й температури тощо.

Біологічне забруднення водного середовища полягає в надходженні зі стічними водами до водоймищ різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, гриби, черв'яки), невластивих водній екосистемі. Більшість із них є хвороботворні.

Найшкідливіші є комунально-побутові стоки. Промислові біологічні забруднювачі – це підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

Державна гідрометеорологічна служба МНС проводить моніторинг гідрохімічного стану вод на 151 водному об'єкті, а також здійснює гідробіологічні спостереження на 45 водних об'єктах. Отримуються дані по 46 параметрах, що дають можливість оцінити хімічний склад вод, біогенні параметри, наявність зважених часток та органічних речовин, основних забруднюючих речовин, важких металів та пестицидів. На 8 водних об'єктах проводяться спостереження за хронічною токсичністю води. Визначаються показники радіоактивного забруднення поверхневих вод.

Державна екологічна інспекція відбирає проби води та отримує дані по 60 вимірюваних параметрах.

Державний комітет по водному господарству проводить моніторинг річок, водосховищ, каналів, зрошувальних систем і водойм у межах водогосподарських систем комплексного призначення, систем водопостачання, транскордонних водотоків та водойм у зонах впливу атомних електростанцій. Контроль якості води за фізичними та хімічними показниками здійснюється на 72 водосховищах, 164 річках, 14 зрошувальних системах, 1 лимані та 5 каналах комплексного призначення. Крім того, у рамках радіаційного моніторингу вод водогосподарськими організаціями здійснюється контроль вмісту радіонуклідів у поверхневих водах.

Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ проводить спостереження за джерелами централізованого та децентралізованого постачання питної води, а також місцями відпочинку вздовж річок та водосховищ.

Підприємствами Державної геологічної служби здійснюється моніторинг стану підземних вод. У місцях моніторингу проводиться оцінка рівня залягання підземних вод (наявність), їх природного геохімічного складу. Проводяться визначення 22 параметрів, в тому числі концентрації важких металів та пестицидів.

Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ здійснює хімічний аналіз підземних вод, які призначаються для питного споживання.

Моніторинг прибережних вод. Державна гідрометеорологічна служба МНС управляє мережею моніторингу стану прибережних вод, яка складається з станцій моніторингу у місцях скиду стічних вод та науково-дослідних станцій, що розташовані на прибережних територіях Чорного та Азовського морів. На існуючих станціях проводяться вимірювання від 16 до 26 гідрохімічних параметрів вод та донних відкладів.

Державні інспекції охорони Чорного та Азовського морів мають власні системи спостережень. До їх повноважень відносяться щомісячні відбори проб та аналіз впливу джерел забруднення, які розташовані на узбережжі; моніторинг скидів з кораблів; забруднення від діяльності з пошуку та видобування нафти, газу і будівельних матеріалів на морському шельфі; нагляд за використанням живих ресурсів моря.

Державна санітарно-епідеміологічна служба МОЗ здійснює моніторинг якості морської води в зонах рекреаційного та оздоровчого водокористування.

### **?** *Питання для самоконтролю*

1. Розкрийте поняття екологічного моніторингу. В чому полягають його завдання та функції?
2. Охарактеризуйте види моніторингу, їх завдання.
3. Що таке система моніторингу? Які системи моніторингу існують в Україні?
4. Що таке екологічний контроль? Розкрийте його зміст.
5. Розкрийте особливості моніторингу: атмосферного повітря, ґрунтового покриву, води. Які ключові показники визначаються у кожному випадку?

### **✍** *Практичні завдання*

1. На думку фахівців, з нафти, що потрапила у воду (густина нафти дорівнює  $0,87 \text{ т/м}^3$ ), тільки 55% випаровується і біохімічно розкладається за першу добу, а нафта, що залишилася, – 45%, деградує повністю лише за 10 років. У середньому, у Світовий океан щорічно надходить 2,3 млн тон нафти. Оцініть кількість нафтопродуктів, що накопичуються у Світовому океані за рік.

2. Щорічні втрати оброблюваних земель становлять  $50000 \text{ км}^2$ . На частку сільськогосподарських угідь припадає близько 10% від усього земельного фонду планети. Підрахуйте, через скільки років сільськогосподарські угіддя можуть деградувати повністю. В оцінках прийняти, що радіус Землі становить 6370 км, а на частку суші доводиться  $1/3$  від усієї площі поверхні Землі.

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ**

**1. Який вчений уперше запропонував термін «Загальна морфологія»?**

- а) А. Теслі;
- б) Е. Геккель;
- в) М. Реймерс;
- г) В. Вернадський.

**2. У якому році вийшла праця «Загальна морфологія організмів» відомого вченого Е. Геккеля?**

- а) у 1880 році;
- б) у 1900 році;
- в) у 1866 році;
- г) у 1902 році.

**3. Скільки етапів розвитку має наука екологія?**

- а) три;
- б) чотири;
- в) п'ять;
- г) два.

**4. Що означає поняття «екологія»?**

- а) це наука про живі організми;
- б) це наука, що вивчає живу і неживу природу;
- в) це наука, що вивчає взаємодію організмів із навколишнім середовищем;
- г) це наука, що вивчає будову живих організмів та їх органи.

**5. Що є об'єктом дослідження екології?**

- а) взаємодія тваринного світу та природи;
- б) природні та природно-антропогенні екосистеми;
- в) антропогенні екосистеми;
- г) функціонування екосистеми.

**6. Як називають організовану групу популяцій рослин, тварин та мікроорганізмів, які мешкають спільно в одних і тих самих умовах середовища?**

- а) біотип;
- в) екосистема;
- г) фітоценоз;
- д) біоценоз.

**7. Яким видатним ученим уперше було запропоновано термін «екосистема»?**

- а) А. Тенслі;

- б) Н. Медіусом;
- в) В. Сукачовим;
- г) Є. Лобряпком.

**8. Як називається угруповання організмів, штучно створених для отримання сільськогосподарської продукції?**

- а) екосистема;
- б) біогеоценоз;
- в) агроценоз;
- г) популяція.

**9. Що складається з таких ланок, як продуценти, консументи, редуценти, та компоненти неживої природи?**

- а) біогеоценоз;
- б) біотон;
- в) популяція;
- г) екологічний фактор.

**10. Чим відрізняється агроценоз від екосистеми?**

- а) відсутністю біотичних зв'язків між організмами;
- б) недовершеністю кругообігу речовин;
- в) швидкістю кругообігу речовин і енергії;
- г) незначним видовим різноманіттям.

**11. Укажіть кількісний діапазон фактора, що найбільше сприятливий для життєдіяльності:**

- а) екологічний песимум;
- б) екологічний оптимум;
- в) екологічний мінімум;
- г) екологічний максимум.

**12. Про що свідчить Закон життя?**

- а) про те, що життя можливе лише в екосистемах;
- б) про те, що життя можливе лише при забезпеченні метаболізму;
- в) про те, що життя може існувати тільки за наявності харчового фактора;
- г) про те, що є природний добір в екосистемах.

**13. Які природні ресурси належать до вичерпних, але відновних?**

- а) рослинний і тваринний світ;
- б) мінеральне паливо;
- в) енергія сонця;
- г) енергія вітру та води.



**14. Що НЕ належить до антропогенних джерел забруднення навколишнього середовища?**

- а) лісові та степові пожежі;
- б) ерозія ґрунтів;
- в) електромагнітне поле;
- г) пестициди і добрива.

**15. Як називається газова оболонка, що оточує Землю?**

- а) атмосфера;
- б) гідросфера;
- в) літосфера;
- г) ноосфера.

**16. Що означає поняття «парниковий ефект»?**

- а) це зростання температури атмосфери внаслідок збільшення в ній умісту парникових газів;
- б) це зростання температури гідросфери ґрунтового покриву;
- в) це ефект пару в екосистемі;
- г) це температурний показник у штучних закритих екосистемах.

**17. Які основні речовини руйнують озоновий шар?**

- а) ангідрит сірчистий;
- б) оксиди нітрогену та фреони;
- в) завислі речовини;
- г) стириולי та феноли.

**18. До якого виду забруднення води належить забруднення мікроорганізмами?**

- а) до хімічного;
- б) до фізичного;
- в) до теплового;
- г) до біологічного.

**19. Які шкідливі сполуки, що містяться у брудній воді, належать до органічних?**

- а) мінеральні солі;
- б) пестициди;
- в) кислоти;
- г) луґи.

**20. Які промислові підприємства найбільше забруднюють довкілля?**

- а) гірничодобувні;
- б) гірничо-металургійні;
- в) хімічні;

г) харчові.

**21. Яким ученим уперше було запропоновано термін «природокористування»?**

- а) В. Вернадський;
- б) В. Сукачовим;
- в) Ю. Кружавським;
- г) Е. Геккелем.

**22. Який принцип природокористування є нині провідним?**

- а) адміністративно-економічний;
- б) екологічний;
- в) економічний;
- г) еколого-економічний.

**23. Що належить до економічного механізму охорони навколишнього природного середовища?**

- а) матеріальне стимулювання;
- б) раціональне природокористування;
- в) екологічна паспортизація;
- г) система екологічного стимулювання.

**24. Назвіть ознаки природоохоронних заходів:**

- а) підвищення екологічності продукції;
- б) скорочення споживання природних ресурсів на одиницю продукції;
- в) зниження забруднення природних комплексів викидами, стоками, відходами;
- г) покращення стану середовища й існування людей.

**25. Що є соціально-економічним результатом природоохоронної діяльності?**

- а) економія природних ресурсів;
- б) покращення фізичного стану людини;
- в) підтримання екологічної рівноваги;
- г) зменшення негативно впливу на навколишнє природне середовище.

**26. Які з нижчеперелічених елементів належать до економічного механізму природоохоронної діяльності?**

- а) створення екологічних фондів;
- б) торгівля ліцензіями;
- в) екологічне програмування;
- г) усі відповіді правильні.

**27. Як називається процес знезараження і знищення твердих побутових і промислових відходів?**

- а) утилізація відходів;
- б) утилізація і ліквідація твердих відходів;
- в) ліквідація продуктів;
- г) забруднення середовища.

**28. Які основні проблеми виникають у населення при вживанні забрудненої сировини та продуктів харчування?**

- а) соціальні;
- б) проблеми, пов'язані зі здоров'ям;
- в) правові;
- г) моральні.

**29. Які з нижчеперелічених екологічних проблем характерні для України?**

- а) транскордонні забруднення;
- б) руйнування озонового шару;
- в) аварія на ЧАЕС;
- г) глобальне потепління клімату.

**30. Біомоніторинг належить до групи екологічних методів дослідження:**

- а) описових;
- б) аналітичних;
- в) експериментальних;
- г) правильної відповіді немає.

**31. Як називаються хімічні речовини, які забруднюють середовище існування?**

- а) ксенобіотики;
- б) полютанти;
- в) екзогенні речовини;
- г) екотоксиканти.

**32. До генетичних і екологічних характеристик популяції належить:**

- а) вікова структура;
- б) народжуваність;
- в) смертність;
- г) частота зустрічей алелів у генофонді;
- д) просторова структура.

**33. Під транскордонними забрудненнями розуміють:**

- а) забруднення, перенесені з одного району країни у інший район;
- б) забруднення, перенесені з території однієї країни на площу іншої країни;

- в) забруднення, перенесені з одного материка на інший материк;
- г) забруднення, перенесені з материків у океан.

**34. Негативними екологічними наслідками створення водоймищ є:**

- а) інтенсифікація процесів заростання озер, лиманів, заток;
- б) акумулювання стоку води для цілей меліорації;
- в) зміна режиму підземних вод;
- г) зниження стійкого річкового стоку;
- д) активізація зсувів, карстів.

**35. До антропогенних факторів і причин розвитку пустель НЕ належить:**

- а) випалювання торішньої сухої трави;
- б) тривалі посухи;
- в) вирубка дерев і чагарників;
- г) перевипасання худоби.

**36. Назвіть головні забруднювачі повітря у містах:**

- а) легка промисловість і хлібозаводи;
- б) різні харчові комбінати і друкарні;
- в) енергетика і транспорт;
- г) установи побуту і будівельні комбінати.

**37. Який розділ екології вивчає стосунки у системі «популяція – середовище»?**

- а) аутекологія;
- б) демекологія;
- в) синекологія.

**38. Рослини в районах дефіцитного зволоження переважно представлені:**

- а) мезофітами;
- б) гігрофітами;
- в) ксерофітами;
- г) гідрофілами.

**39. Здатність організмів витримувати певну амплітуду коливання екологічного фактора називається:**

- а) стійкістю;
- б) акліматизацією;
- в) екологічною валентністю.

**40. Організми, які здатні пристосовуватися до широкого коливання екологічного фактора, називаються:**

- а) стенобіонтами;
- б) еврибіонтами;
- в) олігобіонтами;
- г) немає вірної відповіді.

**41. Відповідно до якого закону два різних види з однаковими екологічними потребами не можуть одночасно займати одну і ту ж екологічну нішу?**

- а) закону Г.Ф. Гаузе;
- б) закону Ю. Лібіха;
- в) закону В. Шелфорда.

**42. Як називається активна боротьба між двома або кількома організмами(видами) за засоби існування чи спільні фактори середовища?**

- а) конкуренція;
- б) еволюція;
- в) кооперація;
- г) дивергенція.

**43. Як називаються стосунки бобових рослин з азотофіксуючими бактеріями, які знаходяться у бульбочках, прикріплених до коріння рослин?**

- а) мутуалізм;
- б) аменсалізм;
- в) алелопатія;
- г) квартиранство.

**44. Термін «біосфера» запропонував:**

- а) В.І. Вернадський;
- б) Е. Зюсс;
- в) Ж.Б. Ламарк;
- г) Е. Геккель.

**45. Термін «біоценоз» запропонував:**

- а) В.М. Сукачов;
- б) А.Тенслі;
- в) Мебіус;
- г) Ю. Одум.

**46. Як називається стан рухливо-стабільної рівноваги екосистеми?**

- а) гомеостаз;
- б) сукцесія;
- в) баланс.

**47. Приблизно скільки енергії переходить з одного трофічного рівня на інший (відповідно до закону піраміди енергії Р. Ліндемана)?**

- а) 0,25-0,5%;
- б) 10%;
- в) 25%.

**48. Просторово обмежена взаємодія організмів і оточуючого їх середовища – це стисле визначення:**

- а) екологічної ніші;
- б) біоценозу;
- в) екосистеми;
- г) екотопи.

**49. Найбільш близьким до терміну «екосистема» є:**

- а) біоценоз;
- б) біогеоценоз;
- в) біоцикл.

**50. Приблизний вік біосфери становить:**

- а) 1,5 млрд. років;
- б) 3,5 млрд. років;
- в) 5,5 млрд. років;
- г) 5,0 млрд. років.

**51. Послідовна зміна одних біоценозів іншими на певному біотопі називається:**

- а) сукцесією;
- б) інвазією;
- в) стацією.

**52. Місце, яке займає організм (вид) в середовищі існування, яке обумовлене його потребою в їжі, території і пов'язане з функцією відтворення, є:**

- а) біотоп;
- б) екологічна ніша;
- в) біоценоз;
- г) біогеоценоз.

**53. Основну частину біомаси суші складають:**

- а) тварини і мікроорганізми;
- б) зелені рослини;
- в) мікроорганізми.

**54. Неорганічний субстрат, на якому розвиваються організми**

**(угруповання організмів), або ділянка земної поверхні (суші або водойми) з однотиповими умовами середовища, називається:**

- а) ландшафтом;
- б) біотопом;
- в) екотопом.

**55. Біогеохімічні цикли (кругообіги) зумовлені:**

- а) виключно біогенними факторами;
- б) виключно геохімічними факторами;
- в) біологічними і геологічними факторами.

**56. «Заклучна» фаза біогенетичної сукцесії, яка знаходиться у повному єднанні з біотопом або тільки з кліматом, називається:**

- а) гомеостазом;
- б) клімаксом;
- в) кліматопом.

**57. Автотрофні організми можуть функціонувати у результаті процесів:**

- а) виключно фотосинтезу;
- б) виключно хемосинтезу;
- в) фотосинтезу і хемосинтезу.

**58. Максимальні значення фітомаси характерні для:**

- а) вологих тропічних лісів;
- б) чорноземних лісів;
- в) саван;
- г) лісів помірного поясу.

**59. Основну частину біомаси Світового океану складають:**

- а) тварини і мікроорганізми;
- б) водорості;
- в) іхтіофауна.

**60. Хто є автором терміну «ноосфера»?**

- а) Е. Леруа;
- б) В.І. Вернадський;
- в) Ж.Б. Ламарк.

**70. Як називається аморфна органічна речовина, вміст якої визначає родючість ґрунту?**

- а) компост;
- б) гумус;
- в) біоген.

**71. Основною причиною утворення кислотних опадів є викиди в**

**атмосферу:**

- а) органічних кислот;
- б) оксидів сірки і азоту;
- в) сірководню.

**72. Група особин одного виду, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів, називається:**

- а) ендеміком;
- б) реліктом;
- в) біоіндикатором.

**73. Яким терміном визначається навмисне або випадкове переселення видів тварин і рослин за межі їх природного ареалу?**

- а) акліматизація;
- б) адаптація;
- в) інтродукція.

**74. Скид (поховання) небезпечних токсичних відходів і ґрунтів на дні морів та океанів називається:**

- а) утилізацією;
- б) дампінгом;
- в) рециклінгом;
- г) рекультивацією.

**75. Маса речовини у стічних водах, максимально допустима до відведення в установленому режимі у даному пункті в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному створі, називається:**

- а) гранично допустимою концентрацією (ГДК);
- б) гранично допустимим скидом (ГДС);
- в) лімітуючою ознакою шкідливості (ЛЮШ).



## ГЛОСАРІЙ

**Абіотичні фактори** є компонентами та властивостями неживої природи. Вони впливають на живі організми прямо чи опосередковано.

**Адаптація** – пристосування організму до умов середовища існування.

**Антропогенне забруднення** – забруднення, що виникає в результаті діяльності людини.

**Антропогенні фактори** – це зміна людиною середовища існування під впливом інтенсивної господарської діяльності.

**Біогеоценоз** – просторово обмежена внутрішньо однорідна природна система функціонально взаємозалежних живих організмів і навколишнього середовища що склалася еволюційно. Синонім, але не у всіх випадках, терміну «екосистема» (визначення терміну В. Н. Сукачовим).

**Біонти** – організми, які в ході еволюції пристосувалися до існування в певному середовищі (біотопі).

**Біом** – сукупність видів живого й оточуючого їх середовища, яка складає екосистему ландшафтно-географічної зони або сектора природного поясу.

**Біомаса** – кількість живої речовини на одиницю площі або об'єму екосистеми.

**Біосфера** – нижня частина атмосфери, вся гідросфера і верхня частина літосфери Землі, де зустрічаються живі організми (сучасна біосфера) або тільки продукти їх життєдіяльності (колишні біосфери); оболонка Землі, в якій діяльність живих організмів проявляється або виявлялася як геохімічний фактор планетарного масштабу; найбільша (глобальна) екосистема Землі.

**Біотехнологія** – сукупність методів і засобів отримання корисних для людини продуктів та явищ за допомогою біологічних агентів (виробництво ліків, антибіотиків, дріжджів, виведення мікроорганізмів, бактерій, які продукують білок, або газ, або тепло, тощо).

**Біотоп** – частина (блок) екосистеми, що представляє середовище (місце) існування для організмів (біоценозу); може бути представлений абіотичними і біотичними факторами.

**Біоценоз** – частина (блок) екосистеми (біогеоценозу), представлений сукупністю взаємопов'язаних організмів; застосовується стосовно до великих екосистем і біосфери в цілому, замість терміна «біоценоз» зазвичай використовують термін «біота».

**Біологічне забруднення** – випадкове або пов'язане з діяльністю людини проникнення в екосистеми не притаманних їй рослин, тварин і мікроорганізмів (бактеріологічне); часто справляє негативний вплив при масовому розмноженні нових видів.

**Біотичні фактори** – це всі форми взаємодії між організмами в популяції.

**Вид** (біологічний) – сукупність організмів зі спорідненими морфологічними ознаками, які можуть схрещуватися один з одним і мають спільний генофонд. Це основна структурна одиниця в системі живих організмів, вид підпорядкований роду, але має підвиди й популяції. Види мають морфологічні, фізіолого-

біохімічні, еколого-географічні (біогеографічні) та генетичні характеристики.

**Гомеостаз** – сукупність механізмів, спрямованих на усунення або максимальне обмеження дії факторів, які порушують внутрішню динамічну рівновагу системи. Застосуємо до різних систем – від космічних до організму і атома.

**Гранично допустима концентрація (ГДК)** – кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яке при постійному контакті або при впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини.

**Евробіонти** – організми з високою пристосованістю до змін навколишнього середовища.

**Екологічна валентність певного виду** – це діапазон інтенсивності дії екологічного фактора, у якому можливе існування певного виду.

**Екологічні фактори** – це всі компоненти довкілля, що впливають на живі організми та їх угруповання.

**Екологія загальна** – наука про найбільш загальні закономірності взаємовідносин організмів і їх спільнот з середовищем. Зазвичай розглядається як синонім екології біологічної чи екології класичної. Включає екологію особин (аутекологію), екологію популяцій (демекоекологію), екологію співтовариств і вчення про екосистеми (сінекологію), вчення про біосферу (глобальну екологію).

**Екологія прикладна** – розділ екології, що займається визначенням допустимих навантажень на середовище і екосистеми, розробкою нормативів використання природних ресурсів, методів управління екосистемами, способів «екологізації» різних галузей господарства, а також моделюванням екосистем або екосистемних процесів і т. п.

**Екологія соціальна** – наукова дисципліна, розглядає взаємовідносини в системі «суспільство – природа», специфічну роль людини в екосистемах різного рангу, відмінність цієї ролі від інших живих істот, шляхи оптимізації взаємин людини з середовищем, основи раціонального природокористування.

**Екологія людини** – розділ соціальної екології, завданням якого є вивчення адаптації людини до змінного середовища (в ряді випадків соціальної), впливу середовища на здоров'я людей.

**Екосистема** – будь-яка спільнота живих істот і середовища їх проживання, що існують як єдине функціональне ціле. Основні ознаки екосистеми: кругообіг речовин і потік енергії, здатність протистояти (у певних межах) зовнішнім впливам, самовідновлюватися і розвиватися. Розрізняють мікроекосистеми (наприклад стовбур гниючого дерева, невеликий ставок та ін.), мезоекосистеми (ліс, озеро, річка та ін.), макроекосистеми (океан, континент та ін.) і глобальну екосистему в межах всієї планети (біосферу).

**Емерджентність** – наявність у системного цілого (екосистеми) особливих властивостей, які не притаманні елементам (підсистем, блокам), його складовим.

**Жива речовина** – головний елемент біосфери, який об'єднує рослини, тварин, мікроорганізми і людей. Маючи величезну енергію, жива речовина постійно впливає на процес утворення ґрунтів, води, породи, бере участь у багатьох інших біосферних перетвореннях. Основну кількість живої речовини на

планеті становить фітомаса лісів.

**Забруднення** – привнесення в середовище не характерних для нього хімічних, фізичних або біологічних агентів або перевищення природного рівня властивих для середовища агентів.

**Забруднення теплове** – підвищення температури середовища під впливом різних факторів (найчастіше антропогенних), зазвичай характерне для повітря і вод, де може викликати серйозні зміни у функціонуванні екосистем.

**Забруднювач** – будь-який фізичний чинник, хімічна речовина або біологічний вид, який потрапляє в навколишнє середовище або виникає в ньому в кількості, більшій за звичайну, і спричиняє забруднення середовища.

**Закон 10%** (Р. Ліндеман, 1942): з одного трофічного рівня харчової піраміди на інший переходить не більше 10% енергії.

**Закон мінімуму** (Ю. Лібіх, 1840): існування виду визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб.

**Закон толерантності** (В. Шелфорд, 1912): як мінімум, так і максимум фактора визначають межі, в яких організм існує в нормі.

**Зона оптимуму** – це сприятлива інтенсивність впливу екологічного фактора для організмів певного виду.

**Зона несумуму** – відхилення інтенсивності дії певного екологічного фактора від оптимальної в той чи інший бік і виявлення його пригнічувальної дії.

**Зообентос** – сукупність донних тварин, що живуть на дні або в ґрунті морських і прісних водойм.

**Зоопланктон** – сукупність тварин, що населяють водну товщу та пасивно переносяться течіями.

**Індекс забруднення** – показник, якісно й кількісно відображає присутність у довкіллі речовини-забруднювача і ступінь його впливу на живі організми.

**Індекс чистоти повітря** – синтетичний показник, який розраховують на основі вивчення угруповань епіфітних лишайників (зростають на корі дерев) у населених пунктах та індустріальних регіонах для порівняльного оцінювання стану атмосферного повітря.

**Консументи** (гетеротрофи) – організми, які живляться органічною речовиною (ця категорія включає всі організми, крім рослин, які відносяться до продуцентів, вони ж автотрофи).

**Ксенобіотики** – речовини, які не синтезуються у організмі.

**Ксерофіти** – рослини сухих середовищ. Для них характерні вузколистість, опушення листків, жорсткі стебла та видозміни листків (колючки).

**Ландшафт** – територіальна система, яка склалася з природних, або природно-антропогенних компонентів і комплексів більш низького таксономічного рангу.

**Ланцюг харчування** (ланцюг трофічний) – ряд видів або груп організмів в екосистемі, кожне попереднє ланка у якому служить їжею для наступного. Ланцюг живлення складається з декількох (від 2-х до 5-6-ти) харчових (трофічних) рівнів, під якими розуміють групи організмів з подібним типом харчування (рослини, травоядні тварини, хижаки, мертвоїди).

**Літосфера** – верхня «тверда» оболонка земної кулі. Найважливішим її елементом є надра, тобто поклади мінеральних ресурсів, у тому числі паливно-енергетичні, рудні, гірничо-хімічні, природні будівельні матеріали і нерудні корисні копалини, гідромінеральні ресурси тощо.

**Мезосапроби** – організми, що витримують лише середній ступінь забруднення.

**Мегаторфи** – рослини, що дуже вимогливі до родючості ґрунтів.

**Мезотрофи** – рослини, що середньо вибагливі до родючості ґрунтів.

**Мезофіти** – рослини досить забезпечених вологою місць, але не сирих і не заболочених.

**Моніторинг екологічний** – система регулярних тривалих спостережень у просторі і часі, що дає інформацію про стан навколишнього середовища з метою оцінки минулого, сьогодення і прогнозу змін параметрів навколишнього середовища.

**Нейтрофіли** – рослини ґрунтів із нейтральною реакцією.

**Ніша екологічна** – місце біологічного виду в природі, що включає не тільки його положення в просторі, але весь життєвий статус (вид їжі і спосіб харчування, відносин до факторів середовища, місця розмноження і т. п.).

**Ноосфера** – «мисляча оболонка» (В. І. Вернадський), сфера розуму – природна стадія розвитку біосфери, коли розумна діяльність людини стає важливим фактором біосферних процесів.

**Озоновий екран** – шар в межах стратосфери, знаходиться на висоті 20-45 км (біля полюсів нижче) і відрізняється підвищеною концентрацією озону (приблизно в 10 разів вище, ніж над поверхнею Землі), що поглинає згубні для організмів ультрафіолетові промені.

**Озонова «діра»** – значний простір в озоновому шарі з помітно зниженим (до 50%) вмістом озону.

**Оліготрофи** – рослини, що не вибагливі до родючості ґрунтів.

**Опустелювання** – зменшення або знищення біологічного потенціалу Землі (найчастіше під впливом антропогенних факторів), яке може призвести до виникнення умов, аналогічних умов пустелі (визначення Конференції ООН з опустелювання, 1977 г.).

**Пестицид** – хімічна сполука, що використовується з метою захисту культурних рослин природних екосистем.

**Полісапроби** – організми, що витримують сильний ступінь дефіциту кисню.

**Популяція** – сукупність особин одного виду, що населяють простір протягом тривалого часу. Особи різних популяцій зазвичай мають відмінності за зовнішнім виглядом, поведінці та іншими ознаками.

**Правило Аллена** (1877): у теплокровних тварин у напрямку до тропіків подовжуються вуха, хвіст, кінцівки, що підвищує поверхню тіла і допомагає випромінюванню тепла.

**Правило Бергмана** (1847): у теплих краях тваринам вигідніше бути дрібними, великі тварини мають більший об'єм і меншу поверхню, тобто вони випромінюють менше тепла.

**Принцип Гаузе (1935):** принцип конкурентного витіснення: два близьких види з однаковими потребами не можуть довго існувати разом, один з них буде витіснений.

**Природне забруднення** – виникає внаслідок потужних природних процесів.

**Природне середовище** – все живе й неживе, що оточує організми й з чим вони взаємодіють. Розрізняють повітряне, водне та ґрунтове середовище, останнім може бути й тіло іншого організму (для паразитуючих).

**Продуценти (автотрофи)** – організми, що створюють (продукують) органічну речовину з води, вуглекислого газу й мінеральних солей, використовуючи для цього сонячну енергію. У цю групу входять також зелені рослини. Їх на Землі налічується близько 350 тис. видів.

**Реакофіли** – організми, що пристосовані до проживання в умовах швидкої течії.

**Реакція ланцюгова природна** – ланцюг природних явищ, кожне з яких тягне за собою зміну інших, пов'язаних з ним процесів. Залежно від сили дії факторів, що викликали реакцію, остання може закінчуватися або збереженням екосистем в межах основних властивостей і параметрів, або переходом систем на новий (більш низький) рівень, або повним розпадом систем (опустелюванням). Розуміння ланцюгових реакцій і вміння прогнозувати – найважливіша умова екологічно грамотної поведінки людей і прогнозування наслідків втручання людини у природні процеси.

**Редуценти** – організми, переважно бактерії і гриби, в результаті життєдіяльності перетворюють органічні залишки в неорганічні речовини і здійснюють таким чином кругообіг в екосистемах.

**Речовина біогенна** – хімічна сполука, що виникла в результаті життєдіяльності організмів.

**Самовідновлення екосистем** – здатність розкласти природні та антропогенні речовини, усунути їх шкідливий вплив. Основним фактором самовідновлення виступають живі організми.

**Смог вологий** (лондонського типу) – суміш газоподібних забруднюючих речовин (в основному сірчистого газу), пилових частинок і крапель туману.

**Смог сухий** фотохімічний (лос-анджелеського типу) – вторинне забруднення повітря в результаті фотохімічних реакцій з утворенням нових речовин – фотооксидантів.

**Соціально-екологічні закони Б. Коммонера, 1971:** Усе пов'язано з усім; все має кудись діватися; природа знає краще; за все треба платити (ніщо не дається задарма).

**Стенобіонти** – види з низькою адаптаційною здатністю, життєдіяльність яких обмежена вузьким діапазоном змін певного фактора.

**Сукцесія** – послідовна зміна екосистем (біоценозів) внаслідок саморозвитку на млявому субстраті або на місці руйнування існуючих екосистем (в цьому випадку сукцесії називають вторинними).

**Стійкість екосистеми** – здатність залишатися відносно незмінною протягом певного періоду часу всупереч зовнішнім впливам.

**Термофіти** – теплолюбні рослини, які не витримують зниження температур, нормально розвиваються за температурою 26<sup>0</sup>С з незначними добовими й річними коливаннями.

**Термофоби** – організми, які не витримують високих температур, нормально розвиваються при порівняно низьких температурах (верхня межа становить 100С).

**Токсична концентрація** – концентрація шкідливої речовини, яка здатна при різній тривалості впливу спричиняти загибель живих організмів, або концентрація шкідливого агенту, що веде до загибелі живих організмів протягом 30 діб у результаті впливу на них шкідливих речовин.

**Фауна** – сукупність видів живих організмів, котрі мешкають на певній території, або на Землі в цілому.

**Фізичне забруднення** пов'язане зі змінами фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

**Фітопланктон** – сукупність рослинних організмів, які населяють товщу води морських та прісних водоймищ і пасивно переносяться течіями.

**Фітоценоз** – спільнота взаємопов'язаних рослинних організмів (рослинне співтовариство); невіддільний від екосистеми(Біогеоценозу).

**Флора** – сукупність, що історично склалася, видів рослин які ростуть на будь-якій території, або на Землі в цілому.

**Фонова концентрація** – вміст речовини в об'єкті навколишнього середовища, яке визначається сумою глобальних і регіональних природних і антропогенних внесків у результаті дальнього або транскордонного переносу.

**Хімічне забруднення** – збільшення кількості хімічних компонентів певного середовища, а також; проникнення (введення) у нього хімічних речовин, не притаманних йому або в концентраціях, котрі перевищують норму.

**ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Загальна екологія : підручник / Соломенко Л.І. та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 352 с.
2. Екологія : підручник / Дорогунцов С.І., та ін. Київ : КНЕУ, 2005. 371 с.
3. Кучерявий В.П. Загальна екологія. Львів : Світ, 2010. 520 с.
4. Моніторинг якості атмосферного повітря : український та міжнародний досвід / Кольцов М., Шевченко Л. Київ : ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 13 с.
5. Некос В.Ю. Загальна екологія та неоекологія : підручник. Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. 596 с.
6. Основи сучасної екології : навч. посіб. / К. В. Корсак, О. В. Плахотнік. Київ : ДП «Вид. дім «Персонал», 2009. 408 с.
7. Царик, Т. Є. Основи екології : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. Тернопільська академія народного господарства. Тернопіль, 2003. 206 с.
8. Сухарев С. М. Основи екології та охорони довкілля : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 394 с.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА****Основна:**

1. Пахомов О.Є. Екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Харків : Фоліо, 2014. 666 с.
2. Юрченко Л.І. Екологія : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 304 с.

**Додаткова:**

1. Білявський Г.О. Основи екології : теорія та практика. Київ : Лібра, 2002. 52с.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навчальний посібник. Київ : Т-во Знання, КСО, 2006. 345 с.
3. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища. Львів : Афіша, 2000. 272 с.
4. Екологія: основи теорії і практики : навчальний посібник. Львів : Новий світ, 2003. 296 с.
5. Білявський Г.О. Основи екологічних знань. Київ : Либідь, 2000. 336 с.
6. Барановський В.А. Екологічний атлас України. Київ : Географіка, 2000. 355 с.
7. Яцик А.В. Гідролого-екологічний тлумачний словник. Київ : Урожай, 1995. 156 с.
8. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія : тлумачний словник. Київ : Либідь. 2010. 376 с.
9. Мягченко О.П. Основи екології : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2010. 312 с.
10. Левин А.С. Ведение в общую экологию. Кишинев : Силламяэ, ИЭиУ, 1998. 317 с.
11. Яремчик І. Г. Екополітика природокористування. Київ : Просвіта, 2000. 430 с.
12. Odum E.P. Fundamentals of ecology. Publisher: Brooks Cole 1986. 384 p.
13. Begon M., Townsend C.R. Ecology: from individuals to ecosystems. Hoboken, United States : John Wiley and Sons Ltd, 2020, 864 p.

**Інформаційні джерела:**

1. Офіційний сайт Міністерства екології і природних ресурсів України. URL: <http://www.menr.gov.ua>
2. Каталог Українських Web-ресурсів з екології. URL: <http://catalog.uinte.kiev.ua/index.php>.
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>
4. Сайт Наукової бібліотеки ЗНУ. URL : <http://library.znu.edu.ua/>
5. Адреса дисципліни в СЕЗН ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9046>



113

Навчальне видання  
(українською мовою)

Притула Наталія Михайлівна

## **ЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник  
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра  
спеціальності «Туризм» освітньо-професійної програми «Туризм»

Рецензент *Н. В. Воронова*  
Відповідальний за випуск *О. Ф. Рильський*  
Коректор *Н. М. Притула*