

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О.О. Ковальова, Л.І. Дегтерева

# "ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ" КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки  
6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»  
спеціальності «Водопостачання та водовідведення»)

Харків  
ХНАМГ  
2010

**Ковальова О.О.** Конспект лекцій з дисципліни “Основи екології” для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 - «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення» / Ковальова О.О., Дегтерева Л.І.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва – Х.: ХНАМГ, 2010.- 94 с.

Автори: О.О. Ковальова,  
Л.І. Дегтерева

Конспект лекцій побудовано за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу

Рецензент: зав. кафедри водопостачання, водовідведення та очищення вод ХНАМГ, професор, доктор технічних наук С.С. Душкін

Затверджено на засіданні кафедри водопостачання, водовідведення та очищення вод (протокол № 1 від 28.08.2009 р.)

## ЗМІСТ

	стор.
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ</b> .....	5
<b>ЗМ 1.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЕКОЛОГІЇ, ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ І ЗАКОНИ, СТРУКТУРА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....	7
<b>ТЕМА 1.</b> Предмет, методи і завдання екології. Основні поняття і терміни.....	7
<b>ТЕМА 2.</b> Екологічні фактори, їх класифікація. Основні екологічні закони.....	13
<b>ТЕМА 3.</b> Структура природного середовища. Кругообіг речовин у природі і його порушення людиною.....	19
<b>ЗМ 1.2. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА КОНТРОЛЬ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....	37
<b>ТЕМА 4.</b> Забруднення навколишнього середовища. Класифікація та основні характеристики забруднень. Екологічні катастрофи.....	37
<b>ТЕМА 5.</b> Екологічний моніторинг. Контроль рівня забруднення навколишнього середовища.....	51
<b>ТЕМА 6.</b> Правові аспекти охорони навколишнього середовища.....	66
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	76
<b>ПОКАЖЧИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ</b> .....	77

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Основи екології» належить до циклу навчальних дисциплін професійно-практичної підготовки за напрямом 6.060103 - «Гідротехніка (Водні ресурси)».

**Метою** вивчення дисципліни є формування у майбутніх фахівців знань, пов'язаних з вирішенням питань охорони навколишнього природного середовища.

**Предметом** вивчення дисципліни є методологія екологічної оцінки антропогенного впливу водогосподарських об'єктів на природні водні екосистеми, заходи щодо охорони та відтворення водних ресурсів.

**Основними завданнями**, що мають бути вирішені в процесі викладення дисципліни, є теоретична й практична підготовка студентів з питань:

- основних законів формування та функціонування екологічних систем;
- взаємозв'язку й взаємозалежності компонентів навколишнього природного середовища;
- необхідності та методології захисту довкілля;
- оцінки впливу учасників водогосподарського комплексу на водні та навіоловодні екосистеми;
- охорони, відтворення запасів водних ресурсів з метою стабілізації навколишнього природного середовища;
- нормативно-правових основ охорони навколишнього середовища, основ екологічного нормування.

Конспект лекцій покликаний допомогти студентам у вивченні дисципліни, він містить теоретичний матеріал з усіх змістових модулів, контрольні питання і рекомендовану літературу.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Неможливо охороняти природу, використовувати її ресурси, не знаючи, як вона влаштована, по яких законах розвивається, як реагує на дію людської діяльності, які граничні навантаження на природні системи може собі дозволити суспільство. Важлива роль в дослідженні позначених проблем належить екологічним дисциплінам. У даний час екологія перетворилася на одну з головних міждисциплінарних синтетичних наук. У центрі уваги екологів стоїть проблема взаємостосунків організмів з середовищем їх проживання і, зокрема, взаємостосунків природи і людства. Всі згодні, що становище, що склалося, стає критичним: почастишали засухи, неухильно росте запустинювання і засолення у минулому родючих земель, вичерпуються запаси прісної води і багатьох корисних копалини, зростає нестача продуктів харчування у країнах третього світу, погіршується стан водного і повітряного басейнів, людська діяльність вже здатна змінити енергетичний баланс Землі, що може мати непередбачуваними кліматичними наслідками; на слуху у всіх такі слова, як «парниковий ефект», «озонові дірки», «кислотні дощі». Вплив людини на процеси органічної еволюції, на природні комплекси стало таким вагомим, що виникає настійна потреба в перетворенні біосфери в ноосферу, в переході до свідомого управління природними процесами.

Разом з тим, не зважаючи на разючі успіхи наук про природу, громадськість вражає мало знає про закономірності, що управляють природними процесами, про шляхи охорони природи і відновлення зруйнованих природних систем. Всі чули про екологію, але мало хто знає, що це таке. Дійсно, хіба ми не читаємо в газетах, не чуємо від міністрів і депутатів, що «у нас в країні погана екологія», «останніми роками екологія порушилася», «на екологію в бюджеті не вистачає засобів». Але щось ніхто з журналістів або депутатів не засмучується про «погану ботаніку», «порушення математики» або брак коштів на астрофізику. У наявності елементарна плутанина: термін «екологія» уживається як синонім терміну «навколишнє природне середовище».

Для того, щоб грамотно вирішувати сучасні складні задачі охорони природи, раціонального природокористування, потрібно знати, чим займається екологія, які проблеми і якими методами вирішує, яке місце займає ця

дисципліна серед інших фундаментальних і прикладних наук.

Особливе місце серед всіх природних ресурсів займають водні. Це пояснюється тим, що з розвитком народного господарства вода все більше і більше залучається в сферу виробництва: в сільське господарство і промисловість, комунально-побутове господарство, розвиток заходів для відпочинку і спорту, створення широкої мережі лікувально-оздоровчих закладів і інше.

Розвиток цивілізації пов'язаний з розвитком водогосподарських систем і ростом водоспоживання. У середньому у світі за останніх 100 років водоспоживання в промисловості збільшилось в 20...30 разів.

Зростання водоспоживання викликає збільшення скиду стічних вод. Для захисту річок від забруднення необхідне десятикратне розчинення навіть очищених стічних вод.

Стан оточуючого середовища в сучасному світі все більше залежить від ступеня розвитку суспільної свідомості, розуміння взаємовідносин природи та людини, залученості населення в рішенні екологічних питань. Інформування, освіта й виховання в цій сфері відіграють немало важливу роль у формуванні нашого загального майбутнього.

Пропонований курс лекцій складається з двох частин. Перша ставить своєю метою надати студенту мінімум відомостей, необхідних для вільної орієнтації в поняттях, термінах, завданнях і методах екології; особлива увага приділяється хімічним аспектам взаємодії організмів з навколишнім середовищем. Одержані екологічні знання розглядаються як теоретична основа охорони природи і раціонального природокористування; ця проблематика обговорюється у другій частині лекційного курсу. У ній основна увага приділяється формуванню у студентів природоохоронної свідомості, передачі їм необхідних загальних знань з природокористування, захисту природного середовища і природоохоронному законодавству.

# ЗМ 1.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЕКОЛОГІЇ, ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ І ЗАКОНИ, СТРУКТУРА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

## Тема 1. Предмет, методи і завдання екології. Основні поняття і терміни

- 1.1. Наука екологія, її визначення.
- 1.2. Предмет, методи і завдання екології. Класифікація екології.
- 1.3. Основні терміни і поняття.

### 1.1. Наука екологія, її визначення

Термін **ЕКОЛОГІЯ** (від грецької *oikos* «ойкос», що означає будинок, житло, місцеперебування і *logos* «логос» – наука, навчання) – наука про відносини організмів і утворюваних ними співтовариств між собою і навколишнім середовищем. Цей термін введений німецьким зоологом Ернестом Геккелем у 1866 році.

В останні десятиліття у зв'язку з бурхливим зростанням досліджень в області екології змінився погляд на неї як на чисто природну науку, оскільки антропогенні впливи і їх наслідки вже тепер роблять вирішальний вплив на всі взаємозв'язки в природі. Звідси випливає, що **екологія** в її широкому розумінні – наука не тільки природна, але і повинна включати частково інші дисципліни: соціологію, право, економіку, планування, технологію і т.д.

У 90-ті роки ХХ ст. існувало кілька визначень терміну «екологія», що зумовлено різноманітністю підходів до екологічних досліджень. Найбільш вдале визначення екології як науки належить М.Ф. Реймерсу (1994): *«Современная экология – новый раздел знания, наука о выживании в окружающей среде, фундаментальная основа для природоохранного и средоохранного знания... Для экологии характерен широкий, системный межотраслевой взгляд, она из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знания, вобрал в себя разделы географии, геологи, химии, физики, социологии, экономики, даже теологи...»*.

### 1.2. Предмет, методи і завдання екології

Основними завданнями екології як науки є:

- дослідження особливостей функціонування екосистем, взаємозв'язків компонентів природи і виявлення змін, що викликані антропогенним навантаженням;
- створення наукової основи раціонального використання природних ресурсів;
- прогнозування змін природи під впливом діяльності людини та виявлення меж трансформації природних екосистем людиною;
- розробка теоретичних основ охорони середовища існування людини та природи, збереження природного біорізноманіття тощо.

**Предметом** дослідження екології є детальне вивчення за допомогою кількісних методів основ структури і функціонування природних, природно-антропогенних та антропогенних екосистем з метою розробки теоретичних основ їх охорони. Тому будь-яка зміна середовища існування є компетенцією

екології.

**Методологічну основу** екології складають поєднання системного підходу, спостереження, експерименту, оцінки та моделювання. Методи екології прийнято поділяти на такі групи:

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

Головний **об'єкт** вивчення в екології – **екосистеми**, тобто єдині природні комплекси, утворені живими організмами і середовищем мешкання. Крім того, в область її компетенції входить вивчення окремих видів організмів (організменний рівень), їх популяцій, тобто сукупностей осіб одного виду (популяційно-видовий рівень) і біосфери в цілому (біосферний рівень).

Існують різні підходи до структуризації екології як науки. На основі сформованих напрямків в екології у 1990 році М.Ф. Реймерс запропонував структуру екології як науки, представлену на рис. 1.1. Саме вона була основою для розвитку цієї науки в 90-ті роки минулого століття.

Як видно із запропонованої структури, екологія вміщує ряд підрозділів, кожний з яких має свої завдання.

Наприклад, за рівнем біотичних систем біоекологію поділяють на:

- *аутекологію* або екологію особин, яка вивчає взаємозв'язки представників виду з навколишнім їх природним середовищем. Вона головним чином вивчає межі стійкості виду і його ставлення до різних екологічних факторів, а також досліджує дію середовища на морфологію, фізіологію і поведінку організмів, розкриває загальні закономірності дії біотичних та абіотичних факторів довкілля на живі організми;
- *демекологію* або *популяційну екологію*, яка вивчає структуру популяцій, описує коливання їх чисельності і виявляє причини цих явищ. Популяційна екологія має велике значення для господарської діяльності людини;
- *синекологію* або екологію спільнот, яка вивчає стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і навколишнім середовищем. Вивчає головним чином умови формування угруповань та особливості їх функціонування, формування та функціонування екологічних систем, особливості кругообігу речовини та енергії в їх межах, встановлює основні закони цих явищ;
- *глобальну екологію (вчення про біосферу Землі)*, яка вивчає особливості функціонування біосфери в цілому, виявлення механізмів гомеостазу цієї глобальної системи, тощо.

*Геоекологія* або *ландшафтна екологія* вивчає особливості функціонування екологічних систем, залежно від їх географічного положення. Об'єктами вивчення геоекології є геосистеми, що являють собою контрольовані людиною територіальні системи – ділянки ландшафтів з характерними для них процесами тепло- та вологообміну, біохімічним кругообігом, видами господарської діяльності людини й соціально-економічними відносинами.



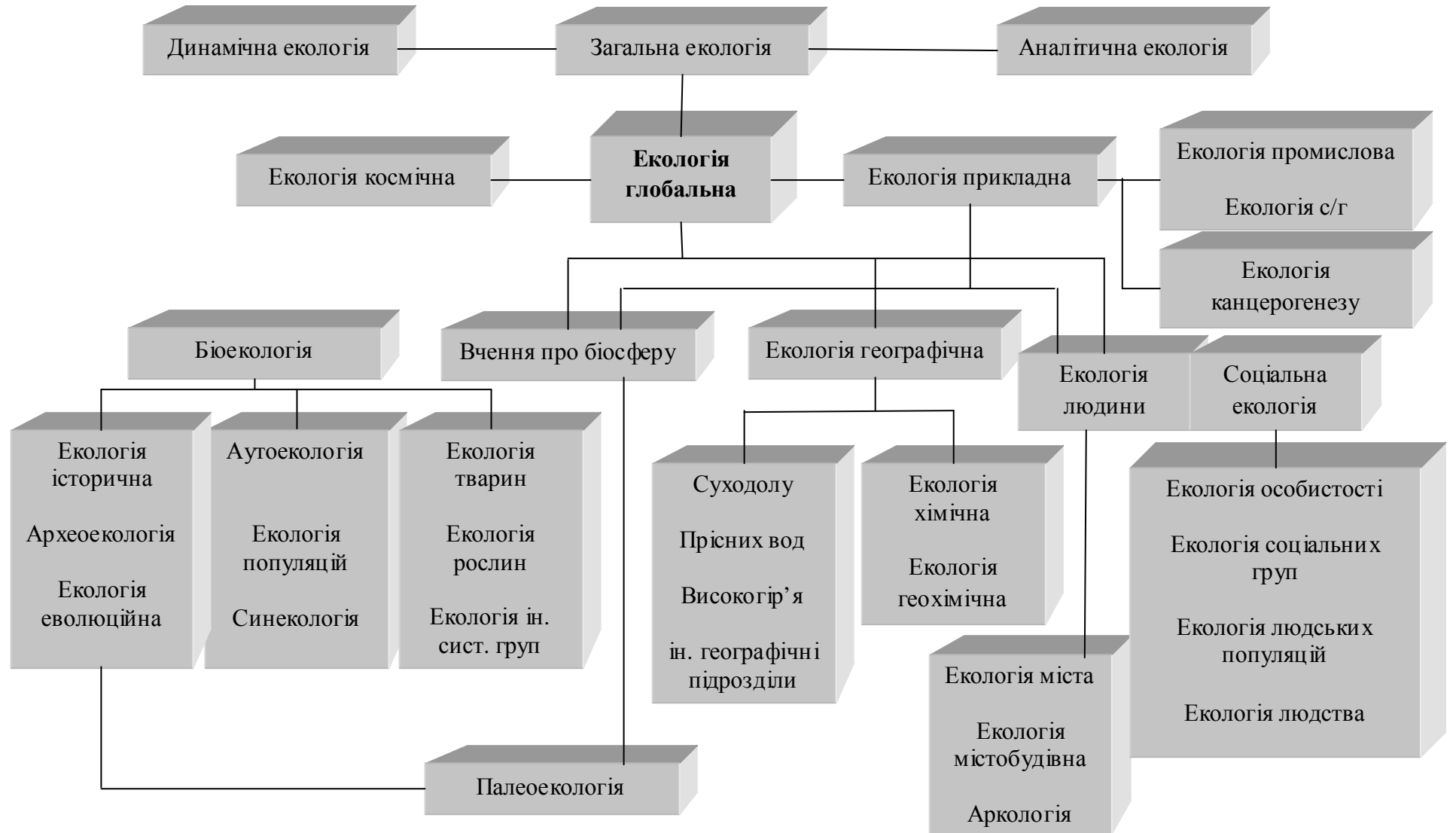


Рис. 1.1 – Структура екології за М.Ф.Реймерсом (1990)

*Прикладна екологія* займається вивченням меж впливу господарської діяльності людини на довкілля. Важливе значення тут має вирішення проблем охорони природи і довкілля людини.

З погляду фактора часу екологія диференціюється на *історичну* і *еволюційну*.

Крім того, екологія класифікується за конкретними об'єктами і середовищами дослідження, тобто розрізняють *екологію тварин*, *екологію рослин* і *екологію мікроорганізмів*.

У даний час з'явилися і такі спеціальні дисципліни, як *соціальна екологія*, що вивчає взаємостосунки в системі «людське суспільство – природа», і її частина – *екологія людини (антропоекологія)*, в якій розглядається взаємодія людини як біосоціальної істоти з навколишнім світом.

Отже екологія з урахуванням її структури створює фундамент для вирішення проблем в області взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем, раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища, а також для створення сприятливих умов існування людства.

Структура сучасної науки про довкілля є складною і багатогранною, тому термін екологія є неоднозначним. Екологія – це не просто наука, а спосіб мислення та поведінки. Структура сучасного вчення про довкілля наведена на рис. 1.2.

Таким чином, ***екологія – це комплексна наука, яка використовує знання різних природничих, технічних, гуманітарних і соціальних наук для вивчення взаємозв'язку суспільства і природи, впливу людини на природне середовище з метою збереження і покращення природи і довкілля людини.***

На Заході в англomовних країнах термін екологія має обмежене значення. Під терміном екологія розуміють таку галузь знань як загальна екологія, а наука, що вивчає діяльність людини в галузі охорони довкілля називається *енвайронментологія* (від *environment* - довкілля). Це і зумовлює деякі розбіжності при тлумаченнях термінів різними вченими.

Екологія як наука розглядає об'єкти довкілля як системні ланки, члени яких знаходяться у тісному взаємозв'язку і взаємозалежності. З цього випливає необхідність врахування безлічі факторів при аналізі тих чи інших екологічних явищ і тим більше при плануванні будь-яких втручань в екосистеми. Такий підхід, у свою чергу, неможливий без комплексного підходу до вивчення, оцінки і вирішення різних екологічних завдань. З цього випливає системність екології як науки і її тісний зв'язок з іншими науками.

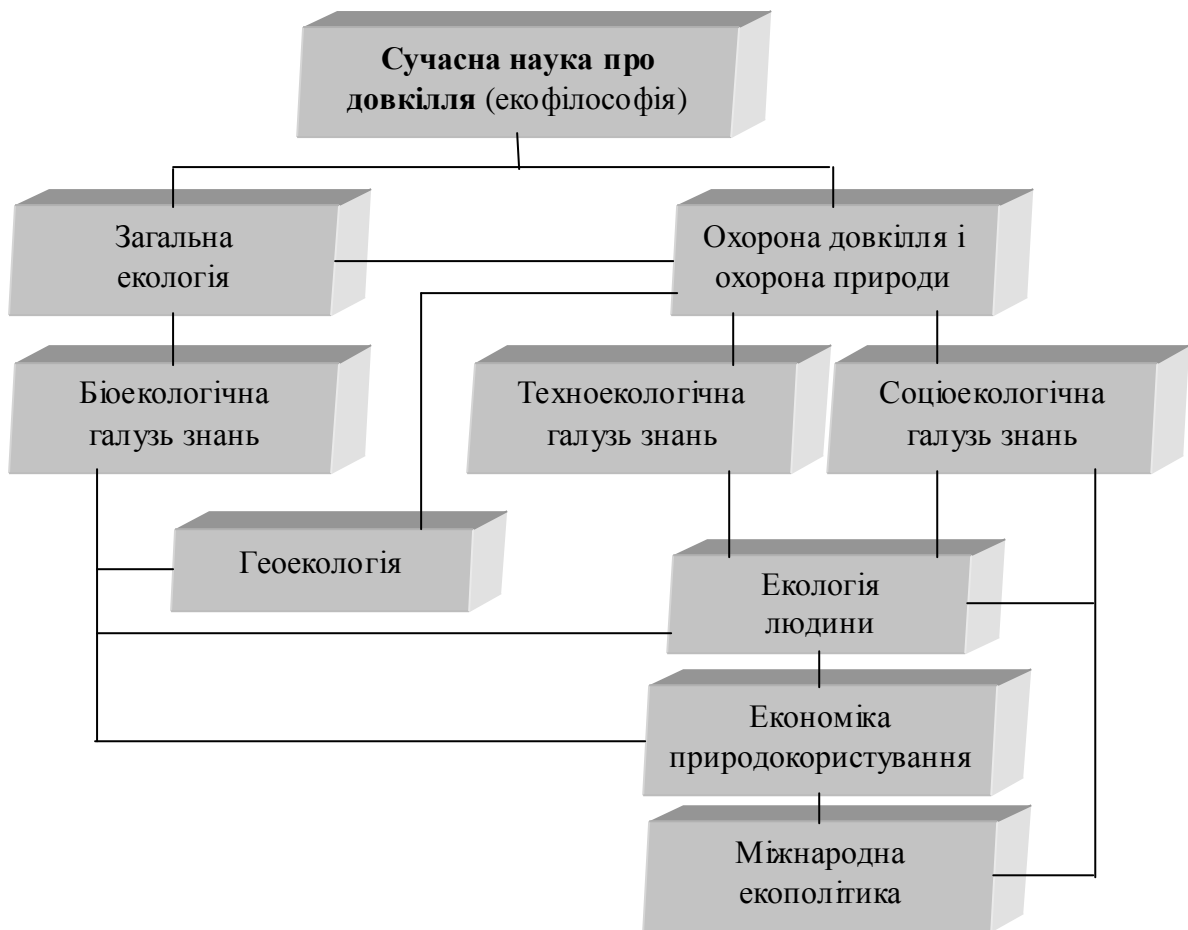


Рис. 1.2 – Структура сучасної науки про довкілля

### 3. Основні терміни й поняття

**Охорона природи** - система заходів (технологічних, економічних, адміністративно-правових, освітніх, тощо), які направлені на підтримання взаємодії між діяльністю людини і навколишнім природним середовищем, забезпечують збереження та відновлення природних ресурсів, запобігають прямому й опосередкованому впливу результатів діяльності суспільства на природу і здоров'я людини;

**природокористування** - сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу та заходів щодо його збереження;

**водні ресурси** – придатні для використання людиною запаси поверхневих і підземних вод, включаючи води льодовиків, ґрунтову вологу й водяні пари атмосфери;

**водокористування** – загальне, комунально-побутове, господарсько-питне, рибогосподарське або спеціальне використання водних об'єктів для задоволення різних потреб населення і галузей промисловості;

**забруднення** - потрапляння в середовище або виникнення в ньому нових, не характерних для нього фізичних, хімічних, біологічних агентів або відхилення природного середнього рівня їх концентрації, що призводить до негативних наслідків. Виділяють такі види забруднення: фізичне або параметричне, хімічне та біологічне. Тому забруднення середовищ (атмосфери, гідросфери тощо) може відбуватись фізичним агентом, хімічною речовиною

або біологічним видом.;

**нормативи допустимої дії на навколишнє середовище** – нормативи, які встановлені відповідно до показників дії господарської і іншої діяльності на навколишнє середовище і при яких дотримуються нормативи якості навколишнього середовища;

**оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)** - вибір прийняттого в екологічному аспекті варіанта проекту господарської діяльності людини на основі виявлення можливих негативних екологічних наслідків і оцінки повноти та достатності заходів щодо недопущенню;

**моніторинг навколишнього середовища (екологічний моніторинг)** – комплексна система спостережень за станом навколишнього середовища, оцінки і прогнозу змін стану навколишнього середовища під впливом природних і антропогенних чинників;

**екологічний аудит** – незалежна, комплексна, документована оцінка дотримання суб'єктом господарської та іншої діяльності вимог, зокрема нормативів і нормативних документів, в області охорони навколишнього середовища, вимог міжнародних стандартів, підготовка рекомендацій з поліпшення такої діяльності;

**екологічний ризик** – вірогідність настання події, що має несприятливі наслідки для природного середовища і викликана негативною дією господарської та іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного і техногенного характеру;

**екологічна безпека** – стан захищеності природного середовища і життєво важливих інтересів людини від можливої негативної дії господарської та іншої діяльності, надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, їх наслідків.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. Дайте визначення поняттю ЕКОЛОГІЯ.
2. Що вивчає екологія?
3. Назвіть об'єкти вивчення екології.
4. Які Ви знаєте напрями екології?
5. Наведіть класифікацію екології за різними аспектами.
6. Опишіть завдання екології.
7. Охарактеризуйте методи сучасної екології. Назвіть її основні проблеми.

## Тема 2. Екологічні фактори, їх класифікація. Основні екологічні закони

- 2.1. Основні екологічні фактори, їх класифікація.
- 2.2. Основні екологічні принципи й закони.

### **2.1. Основні екологічні фактори, їх класифікація**

Довкілля складається з багатьох елементів, умов, явищ, тобто *факторів*.

*Фактор* – рушійна сила, причина якого-небудь процесу або явища; суттєва обставина в якому-небудь процесі або явищі.

Одним із завдань загальної екології є вивчення впливу факторів довкілля (екологічних факторів) на живі організми.

**Екологічні фактори** – це будь-які умови і елементи середовища, що прямо чи опосередковано впливають на організм протягом хоча б однієї з стадій його життя. Усі екологічні фактори є мінливими, тому організми змушені весь час пристосовуватись до них. Внаслідок цього в живих організмах виникають специфічні пристосовувальні механізми і реакції на зміну екологічних факторів, які називають *адаптацією*.

Екологічні фактори, що діють на організм, поділяють на *внутрішні* й *зовнішні*. Зовнішні фактори за їх походженням розділяють на *абіотичні*, *біотичні* і *антропогенні* (рис. 2.1).

**Абіотичні фактори** – це сукупність факторів неорганічного середовища, що впливають на життя і розповсюдження тварин і рослин. Серед них розрізняють *фізичні*, *хімічні* й *едафічні*.

*Фізичні фактори* – це ті, джерелом яких служать фізичний стан або явище (механічне, хвильове і ін.). Наприклад, температура, якщо вона висока, спричинить опік, якщо низька – обмороження. На дію температури можуть вплинути та інші фактори: у воді – течія, на суші – вітер, вологість, і т.п.

*Хімічні фактори* – це ті, що походять від хімічного складу середовища. Наприклад, солоність води. Якщо вона висока, життя у водоймищі може бути відсутнім (Мертве море), але в той же час в прісній воді не можуть жити більшість морських організмів. Від достатності вмісту кисню залежить життя тварин на суші й у воді, і т.п.

*Едафічні фактори*, тобто *грунтові*, – це сукупність хімічних, фізичних і механічних властивостей ґрунтів і гірських порід, що чинять дію як на організми, що живуть в них (для яких вони є середовищем мешкання), так і на кореневу систему рослин. Добре відомий вплив хімічних елементів (біогенних елементів: фосфор, азот, калій, кальцій, сірка, магній і ін.), температури, вологості, структури ґрунтів, вмісту гумусу і т.п. на зростання і розвиток рослин.

Серед абіотичних факторів досить часто виділяють *кліматичні* (температура, вологість повітря, вітер та ін.).

Проте не тільки абіотичні фактори впливають на організми. Організми утворюють спілки, де їм доводиться боротися за харчові ресурси, за володіння

певними пасовищами або територією полювання, тобто вступати в конкурентну боротьбу між собою. При цьому з'являються хижацтво, паразитизм і інші складні взаємостосунки як на внутрішньовидовому, так і, особливо, на міжвидовому рівнях. Це вже фактори живої природи, або біотичні фактори.

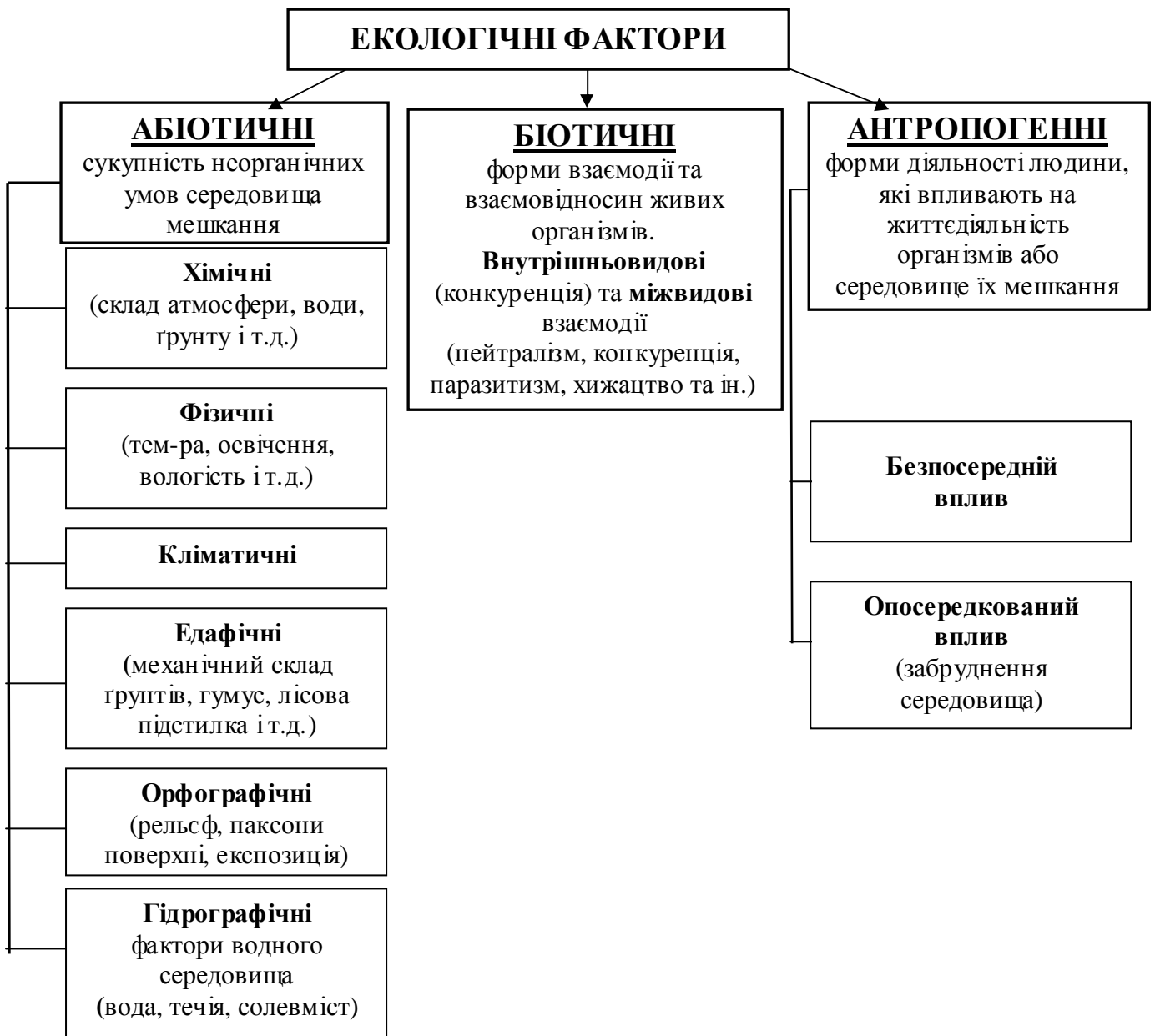


Рис. 2.1 – Групи екологічних факторів

**Біотичні фактори** – сукупність впливу життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на неживе середовище мешкання. В останньому випадку йдеться про здатність самих організмів певною мірою впливати на умови мешкання. Наприклад, в лісі під впливом рослинного покриву створюється особливий *мікроклімат*, або *мікросередовище*, де в порівнянні з відкритим місцепроживанням створюється свій температурно-вологісний режим: взимку тут на декілька градусів тепліше, влітку – прохолодніше і більше вологи. Особливе мікросередовище створюється також в дуплах дерев, у норах, в печерах і т.п.

Особливо слід зазначити умови мікросередовища під сніговим покривом, яке має вже чисто абіотичну природу. Внаслідок утеплюючої дії снігу, яке найефективніше при його товщині 50–70 см, живуть взимку дрібні тварини-гризуни, оскільки температурні умови для них тут сприятливі (від 0 до  $-2^{\circ}\text{C}$ ). Завдяки цьому ж ефекту зберігаються під снігом сходи озимих злаків – іржі, пшениці. У снігу від лютих морозів ховаються і крупні тварини – олені, лосі, вовки, лисиці, зайці і ін. – лягаючи в сніг для відпочинку.

**Антропогенні фактори** – фактори, які породжені людиною і впливають на навколишнє середовище (забруднення, ерозія ґрунтів, знищення лісів і т.д.).

Фактори, зміна яких в часі повторюється регулярно, називають **періодичними**. До них відносяться не тільки кліматичні, але і деякі гідрографічні – приливи і відливи, океанські течії. Фактори, що виникають несподівано (виверження вулкану, напади хижаків і т.п.) називають **неперіодичними**.

Існують також і інші класифікації екологічних факторів:

- за характером дії (інформаційні, енергетичні, фізичні, хімічні);
- за середовищем виникнення (атмосферні, водні, фізіологічні, генетичні, екосистемні);
- за фактором часу (еволюційні, історичні, діючі);
- за ступенем дії (летальні, екстремальні, обмежені);
- за об'єктом дії (індивідуальні, групові, видові).

Одні і ті ж екологічні фактори не однаково впливають на організми різних видів, що проживають поряд: для одних – вони сприятливі, для інших – руйнівні.

## 2.2. Основні екологічні принципи й закони

Екологія – молода наука і, напевно, тому вона ще не сформулювала своїх законів з математичною і фізичною точністю. Можливо, це буде зроблено пізніше. Поки ж прийнято вважати, що екологічні закони – це середньостатистичні прояви певних причинно-наслідкових зв'язків. На думку деяких відомих екологів (Д. Чирас), природа розвивається і функціонує за чотирма основними **принципами**:

- 1) рециклічність, або повторне багаторазове використання найважливіших речовин;
- 2) постійне оновлення ресурсів;
- 3) консервативне споживання (живі істоти споживають лише те і в такій кількості, яка їм необхідна);
- 4) контроль популяції – природа не допускає вибухоподібного зростання популяції, регулюючи кількість осіб того або іншого виду створенням відповідних умов для його існування і розмноження.

Більшість цих і інших принципів і законів вдало узагальнив американський еколог Б. Коммонер в 1974 р. Він звів їх до **чотирьох законів**:

**I. Все пов'язано з усім.** Екологія розглядає біосферу нашої планети як складну систему з безліччю взаємозв'язаних елементів. За рахунок цих зв'язків

формується гармонійні системи кругообігу речовин і енергії. Будь-яке вторгнення в роботу біосфери викликає відповідь одразу в багатьох напрямках, що робить прогнозування в екології дуже складною справою.

**II. Все повинно кудись діватись.** На прикладі біологічного круговороту видно, як залишки і продукти життєдіяльності одних організмів є в природі джерелом існування інших.

Людина поки що не створила такого гармонійного кругообігу в своїй господарській діяльності. Будь-яке виробництво постійно «випускає», принаймні, дві речі – необхідну продукцію і відходи. Відходи самі собою не зникають: вони нагромаджуються, знову втягуються в кругообіг речовин і приводять до непередбачених наслідків.

**III. Природа знає краще.** Цей закон стверджує, що штучне введення органічних речовин, які не існують в природі, а створені людиною, або беруть участь в живій системі, швидше заподіє шкоду. Одним з найбільш важливих фактів в хімії живих речовин є те, що для будь-якої органічної субстанції, зробленої живими істотами, в природі є фермент, здатний цю субстанцію розкласти. Тому коли людина синтезує нову органічну сполуку, яка структурно значно відрізняється від природних речовин, абсолютно імовірно, що для нього немає такого фермента, і ця речовина «накопичуватиметься». **II закон** допомагає зрозуміти, які причини має таке накопичення.

**IV. Ніщо не проходить задарма (за все потрібно платити).** Цей закон стверджує, що природні ресурси не нескінченні. Людина в процесі своєї діяльності зараз бере у природи «у борг» частину її продукції, залишаючи «в заставу» відходи і забруднення. Цей борг збільшуватиметься до тих пір, поки існування людей не опиниться під загрозою і люди сповна не усвідомлять необхідність усунення негативних наслідків своєї діяльності. Ці усунення зажадають дуже великих затрат, які й стануть виплатою цього «боргу».

Як було зазначено у п. 1, екологічні фактори можуть по-різному впливати на живі організми: як *подразники*, зумовлюючи пристосувальні зміни функцій організму; як *обмежувачі*, які унеможливають існування організмів за даних умов; як *сигнали* про зміни інших факторів середовища. У впливі факторів середовища на організми та реакціях останніх на цей вплив виявлені певні закономірності, причому вони стосуються факторів будь-якого походження.

Кожний екологічний фактор впливає на живі організми позитивно чи негативно, залежно від сили прояву його дії. Сприятливу силу впливу фактора, тобто таку, що забезпечує найкращі або оптимальні умови життєдіяльності особин, називають *зоною оптимуму екологічного фактору*. Будь-яке відхилення від оптимуму негативно впливає на розвиток організмів. Чим більші ці відхилення, тим сильніше пригнічується життєдіяльність організмів. Мінімальні і максимальні значення екологічного фактора є критичними – за їх межами життя вже неможливе. В екології цей принцип названий **законом оптимуму** (рис. 2.2).



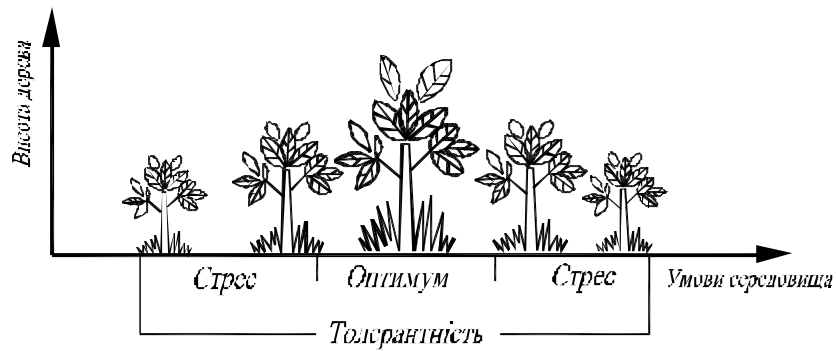


Рис. 2.2 – Оптимальні умови і межі толерантності організмів

Зона оптимуму й критичні межі витривалості живих істот стосовно якогось екологічного фактора можуть змінюватись залежно від того, з якою силою і в якому поєднанні діють одночасно інші екологічні фактори, наприклад, низька температура і вітер. Цей принцип одержав назву **закону взаємодії факторів**. Взаємодія екологічних факторів виявляється у їх *частковій взаємозамінності*, наприклад, в'яненню рослин можна запобігти збільшенням вологості ґрунту і зниженням температури повітря. Проте взаємна компенсація дії факторів не може бути безмежною і повністю замінити один фактор на інший неможливо.

Якщо хоча б один з екологічних факторів наближається до критичної межі або перевищує її, то, незважаючи на оптимальну дію інших умов середовища, організму загрожує загибель, а цей фактор стає для нього *обмежувальним*. Лімітуючими можуть бути як абіотичні, наприклад, нестача тепла, вологи або їх надлишок, різка зміна освітленості, тощо, так і біотичні фактори, наприклад, зайнятість території сильнішим конкурентом, нестача запилювачів квітів, тощо.

Гіпотеза про те, що витривалість організму визначається слабкою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб, вперше була висунута і доведена Ю. Лібіхом у 1840 році. Вивчаючи вплив вмісту мікроелементів у ґрунті на ріст рослин він зазначив, що ріст залежить від того елемента, який є в мінімальній кількості. Цей висновок відомий в екології як **закон мінімуму**. Значення цього закону полягає в тому, що він дає можливість визначити, з чого починати пошук у разі потреби аналізу умов довкілля.

Ю. Одум відзначив два основних обмеження щодо використання закону мінімуму:

- *обмежувальний*, тобто закон виконується тільки в статичних умовах середовища;
- *взаємодії факторів*, тобто при зміні інших екологічних факторів, величина сили дії обмежувального фактору може змінюватись, наприклад, якщо рослини живуть в умовах малої освітленості, то вони споживають менше цинку, тощо.

Для нормального існування організмів їм потрібний комплекс факторів і певний їх режим з допустимими коливаннями величини дії в межах витривалості організмів або толерантності. **Закон толерантності**

сформулював В. Шелфорд у 1913 році. Природним обмежувальним чинником розвитку організму може бути як мінімальний, так і максимальний вплив екологічного фактору, діапазон між якими визначає витривалість або толерантність організму до даного чинника. Організми намагаються жити в певних межах близьких до оптимуму і не досягати критичних меж фактора (див. рис. 2.1). Саме в таких умовах будь-які організми можуть виживати, рости, розмножуватись, тобто підтримувати чисельність.

Сукупність усіх екологічних факторів і ресурсів середовища, в межах якого може існувати вид у природі, називають *екологічною нішею*. В той же час, екологічна ніша не обмежується життєвим простором. За Ю. Одумом, екологічна ніша - це не тільки фізичний простір, який займає певний вид організмів, але і його функціональна роль в спільноті, тобто його трофічне положення, і його місце відносно градієнтів зовнішніх факторів - температури, вологості тощо. Для характеристики екологічної ніші використовують два основні параметри: ширину ніші та перекриття ніші з сусідніми. На розміри і динаміку екологічної ніші впливають спеціалізація виду за харчуванням, використанням простору, періоду активності тощо.

В одному й тому ж місці існування може бути кілька екологічних ніш, наприклад, ліс, озеро. При вивченні та характеристиці екологічної ніші враховують ряд правил:

- *Правило обов'язковості заповнення екологічної ніші*. Пуста екологічна ніша завжди буває природно заповненою.
- *Принцип винятку Г.Ф. Гаузе (теорема Гаузе) або правило конкурентного виключення*. Два види не можуть існувати в одній і тій же місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто вони "займають одну і ту ж екологічну нішу".

Ці правила мають велике значення для вивчення поведінки організмів і пояснення деяких закономірностей, зокрема міжвидової конкуренції, територіальності поведінки тощо.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. Що означає термін *екологічний фактор*?
2. Наведіть класифікацію екологічних факторів.
3. Що означають і на які групи розподіляються *абіотичні фактори*?
4. Дайте характеристику основних абіотичних факторів.
5. Що таке *біотичні фактори*?
6. Що таке *антропогенні фактори*?
7. За якими чотирма принципами розвивається природа?
8. Перелічіть чотири закони екології Б. Комонера.
9. У чому виявляються особливості екологічної ніші?
10. Охарактеризуйте основні закони дії факторів на живі організми.
11. Що мається на увазі під *законом внутрішньої динамічної рівноваги*?

## Тема 3. Структура природного середовища. Кругообіг речовин у природі і його порушення людиною

3.1. Структура природного середовища

3.2. Кругообіг речовин у природі і його порушення людиною

### 3.1. Структура природного середовища

#### 3.1.1. Природне середовище

*Природне середовище Землі* – це природні процеси і явища даного об'єкту, району, ландшафту або регіону з їх взаємозв'язками і характером впливу на них діяльності людини.

*Природа* – це природна, об'єктивна реальність, результат еволюції розвитку матеріального світу, що існує поза свідомістю людини.

Навколишнє середовище формувалося упродовж всієї історії існування людини і складається з природної і штучної, створеної самою людиною, складових (рис. 3.1).

Вивчаючи особливості основних складових природного середовища, необхідно пам'ятати, що всі вони зв'язані між собою, залежать один від одного і реагують на будь-які зміни кожного з них.

*Навколишнє середовище* – дуже складна, багатofункціональна, давно збалансована єдина система, що живе і постійно самовідновлюється завдяки своїм законам, обміну речовин і енергії, а про її деградацію судять за можливістю самовідновлюватися.

*Природне середовище* – сфера постійних взаємодій і взаємопроникнення елементів і процесів чотирьох її складових: атмосфери, літосфери, гідросфери і біосфери під впливом екзогенних (в основному космічних) і ендегенних факторів і діяльності людини.

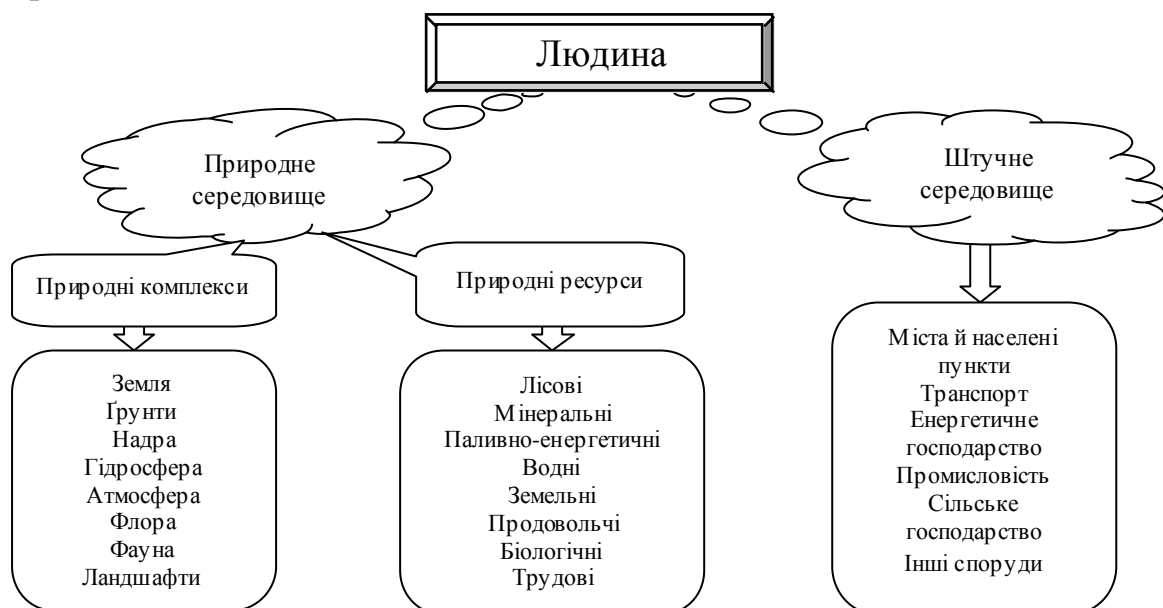


Рис. 3.1 – Структура природного середовища

### **3.1.2. Атмосфера**

*Атмосфера* – зовнішня газова оболонка Землі, поширена від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км. Маса її складає приблизно одну мільйонну частину маси Землі. Вона оточує Землю, обертається з нею і є „буфером” між поверхнею Землі і Космосом, носієм тепла і вологи, через неї відбувається фотосинтез і обмін енергією, регулюється теплообмін, радіаційний і тепловий баланси, визначається клімат планети. Якщо б не було атмосфери, вдень Сонце розігрівало б земну поверхню до +100°C, а вночі до -100°C охолоджував би її Космос. Існує атмосфера близько 3 млрд. років, але за цей період склад і властивості її неодноразово мінялися, хоча за останні 50-70 років наголошується їх стабільність.

Атмосфера має чітко виражену пошарову будову за розподілом густини та температури у вертикальному напрямку. За розподілом температури атмосферу розділяють на:

- тропосферу (до 20 км від поверхні Землі),
- стратосферу (від 20 до 55 км),
- мезосферу (від 55 до 78 км),
- моносферу (від 78 до 103 км),
- термосферу (іоносферу) (до висоти 800 км),
- екзосферу (магнітосферу) (понад 800 км).

З висотою різко зменшуються щільність і тиск, а температура змінюється за складною траєкторією, що пояснюється нерівномірністю поглинання сонячної енергії газами на різній висоті (причому, слід враховувати, що атмосфера нагрівається ще і знизу від поверхні суші і океану).

Складається атмосфера з азоту, кисню, аргону, криптону, водяної пари, озону, вуглекислого газу. Вміст водяної пари визначається процесами випаровування, конденсації і перенесення.

Величезне екологічне значення атмосфери – захист всіх живих організмів Землі від шкідливого впливу космічних випромінювань і ударів метеоритів, регулювання сезонних і добових температур.

Атмосфера впливає на характер і динаміку всіх екзогенних процесів в літосфері (вивітрювання, напрям вітру, наявність природних вод, мерзлоти і т.д.), в гідросфері (водний баланс, режим поверхневих і підземних басейнів і акваторій).

Останніми роками великий вплив на атмосферу мають аерозольні частинки пилу, які сьогодні можна виявити не тільки в атмосфері, але і вище.

### **3.1.3. Літосфера**

*Літосфера* – зовнішня тверда оболонка Землі, що включає всю земну кору з частиною верхньої мантії, і складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід. Товщина її 25-200 км – на континентах і 5-100 км – під океанами. Геологічна будова Землі (радіус – 6370 км, щільність – 5,5 г/см<sup>3</sup>) виглядає так:

- *Земна кора* (1% маси Землі) – верхня оболонка Землі товщиною: на

суші – 40-80 км, під океанами – 25-30 км, що складається з кисню, кремнію, водню, алюмінію, заліза, магнію, кальцію, натрію. На суші вона складається з трьох шарів: осадові породи, граніти і базальти; під океаном – з двох шарів: осадові породи і базальти. Її товщина: у гірських районах – до 75 км (під Гімалаями); у районах низин – 35-40 км, в центральних районах океанів – 5-7 км;

- *Мантія*. Вона розділяється на верхню до глибини 950 км і нижню до 2900 км, характеризується одноріднішою будовою і безперервним (у міру поглиблення) зростанням щільності речовини від 3,5 до 5,6 г/см<sup>3</sup>, а також підвищенням температури. На частку мантії припадає 41% маси Землі;
- *Ядро*. Воно розташоване в центральній частині планети на глибинах більше 2900 км. Його радіус складає приблизно 3500 км, щільність – приблизно 12,3 г/см<sup>3</sup>, а температура – порядку 4000-5000°С.

Земна поверхня в основному складається з рівнин континентів і океанічного дна. Континенти обмежені водняним шельфом завглибшки до 200 м і шириною до 80 км. Глибина океанічних жолобів – 9-11 км (Тихий океан).

Літосфера є джерелом усіх мінеральних ресурсів, використання і здобуток яких веде до екологічних криз.

Земна кора зверху покрита *грунтами* – орґано-мінеральними продуктами спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла і світла, товщиною від 15 см до 3 м. Утворилися ґрунти під впливом діяльності рослин, тварин і мікроорґанізмів і складаються з суміші мінеральних частинок (продукти руйнування гірських порід) і орґанічних речовин (продукти життєдіяльності біоти, мікроорґанізмів і грибів).

Ґрунти є гігантською екологічною системою, яка має, поряд із Світовим океаном, визначний вплив на всю біосферу. Вони грають найважливішу роль в кругообігу води, речовин і вуглекислого газу.

У ґрунтах виділяють верхній шар – найбільш цінний, який містить гумус (продукти розкладу живих організмів та орґанічно-мінеральні речовини), середній шар, який включає переважно мінеральні компоненти, та нижній шар, який складається із малозмінених продуктів руйнування гірської породи.

Ґрунти є першоджерелом всіх матеріальних благ: харчових продуктів, лісоматеріалів тощо. Тому вони являють собою незамінний природний ресурс і головним завданням охорони природи та довкілля людини є підтримка здатності ґрунтів до самовідновлення у процесі ґрунтоутворення.

### **3.1.4. Гідросфера**

Води в природі є величезна кількість. Можна сказати, що наша планета є планетою води, а не землі, оскільки більше 3/4 її займають водні поверхні океанів, льодів на суші і на морі, озер і боліт на континентах, а над планетою пливуть хмари у вигляді скупчень пароподібної води. При поглибленні в товщу земної кори завжди виявляється вода. Вона усюдищує і пронизує всі оболонки Землі, проникає в будь-які ділянки того простору, де мешкає людина і все живе.

Вода наповнює рослини і тварин, людина теж на ~70% складається з води. Всі водні об'єкти на поверхні планети зв'язані між собою і утворюють оболонку, звану гідросферою. Отже, *Гідросфера* – це водна оболонка нашої планети, яка є сукупністю океанів, морів, континентальних вод, льодових шарів.

Вода є основою походження і існування життя на Землі. Вода формує поверхню Землі, її ландшафти, переносить хімічні речовини углиб Землі, транспортує забруднювачі; водяна пара є фільтром сонячної радіації, нейтралізатором екстремальних температур, регулятором клімату. Основна частина води перебуває в мантії Землі і складає ґрунтові, підґрунтові, міжпластові, тріщинні і карстові води. Залежно від глибини залягання і складу порід вона міняється від гідрокарбонатнокальцієвих – до сульфатних, від прісних – до ропи.

Якщо розглянути складові частини гідросфери (табл. 3.1), то моря і океани (Світовий океан) займають біля 71% земної поверхні, в них міститься  $1,37 \times 10^3$  км<sup>3</sup> води, що складає 94% всієї гідросфери. Сумарна площа всіх континентальних водойм складає ~3% площі всього суходолу. В континентальних льодовиках накопичено ~1,7% запасів гідросфери, а їх площа складає біля 10% площі континентів. Значні кількості води, близько  $(10-11) \times 10^3$  км<sup>3</sup>, є складовою частиною живих організмів, що населяють Землю.

Таблиця 3.1 - Розподіл води гідросфери і активність водообміну її складових

Частина гідросфери	Об'єм води, $\times 10^3$ км <sup>3</sup>	Елемент балансу, $\times 10^3$ км <sup>3</sup> /рік	Активність водообміну, рік
Світовий океан	1 370 000	452	3000
Підземні води	60 000	12	5000
Льодовики	24 000	3	8000
Озера	280	40	7
Річки	1,2	40	0,030
Ґрунтова вода	80	80	1
Атмосферна волога	14	525	0,027
<b>Вся гідросфера</b>	<b>1 454 000</b>	<b>525</b>	<b>2800</b>

### 3.1.5. Природні ресурси

*Природні ресурси* – це все, що людина використовує для забезпечення свого існування: продукти харчування, мінеральна сировина, енергоносії, простір для життя, повітря, вода, об'єкти естетичної насолоди.

На сьогодні майже не залишилося невичерпних ресурсів. До умовно-невичерпних можна віднести лише запаси води і кисню, хоча через нерівномірності їх розподілу в багатьох районах відчувається їх недостача. Всі мінеральні ресурси відносяться до невідновних, а основні з них або вже виснажені, або знаходяться на стадії виснаження (вугілля, залізо, марганець, нафта, поліметали), перестали відновлюватися біомаса і запаси прісної води.

Природні ресурси Землі складаються з:

- земельних ресурсів (територія України, займаючи 0,4% загальної поверхні суші і 6% європейського субконтиненту, має дуже високу освоєваність територій (92%), з яких освоєння сільськогосподарських угідь

складає 70%);

- агрокліматичних ресурсів – термічний режим повітря і ґрунту в поєднанні з кількістю опадів і запасами вологи в ґрунті;
- мінеральних ресурсів – сировинна база;
- біологічних ресурсів – складом флори і фауни;
- рекреаційних ресурсів – умов відновлення фізичних і духовних сил людини, витрачених в процесі праці.

*Природа* – цілісна система, що розвивається за своїми, тільки їй властивими, законами, в якій все рухається, розвивається і змінюється, але не ізольовано, а в зв'язку один з одним.

### **3.2. *Кругообіг речовин у природі і його порушення людиною***

Найхарактернішою істотною рисою планети Земля є існування на ній життя. Усю сукупність живих організмів та ту частину речовини планети, що перебуває в постійному обміні речовиною і енергією з цими організмами, прийнято називати "сферою життя" або *біосферою*.

Отже, природні екосистеми не існують ізольовано, а постійно взаємодіють з іншими екосистемами і, в сукупності, вони утворюють глобальну екосистему - біосферу. На рівні біосфери виявляються свої особливості функціонування системи.

#### **3.2.1. *Сучасне уявлення про біосферу і кругообіг речовин у природі***

До поняття "біосфера" (*bios* - життя, *sphairo* - куля, сфера) близько підійшов французький біолог Ж.-Б. Ламарк (1802), але сам термін "біосфера" вперше запропонував австрійський геолог Едвард Зюсс (1875). Саме він виділив біосферу як окрему оболонку Землі, охоплену життям, хоча не дав визначення цьому поняттю. Поширення терміну "біосфера" набуло після створення концепції біосфери Землі - "живої оболонки", видатним ученим-геохіміком, засновником і першим президентом Академії наук України В.І. Вернадським. За його визначенням, *біосфера* - це та частина земної кулі, в межах якої існувало й існує життя.

За В.І. Вернадським "...життя – це вища форма розвитку матерії на Землі. Живі організми перетворюють космічну сонячну енергію у земну, хімічну і створюють нескінчену різноманітність нашого світу. Ці живі організми своїм диханням, своїм живленням, своїм метаболізмом, своєю смертю і своїм розмноженням, постійним використанням своєї речовини, а головне – триваючою сотні мільйонів років безперервною зміною поколінь, своїм народженням і розмноженням продовжують одне з найграндіозніших планетарних явищ, що не існує ніде, крім біосфери...".

Сучасне життя поширене в нижній частині атмосфери, у всій гідросфері до максимальних глибин та у верхній частині літосфери – в молодих областях 1,5-2 км, а у кристалічних щитах – 7-8 км до глибини, де температура сягає 100°C (рис. 4.3). Загальна протяжність біосфери Землі становить близько 40 км. Загальна маса біосфери становить  $\sim 3 \times 10^{21}$  кг (0,05% маси Землі).

Основна маса живої речовини, наявність якої відрізняє біосферу від

інших геосфер, зосереджена в порівняно невеликому прошарку - *біостромі*. Біострома лежить на поверхні суходолу та охоплює верхні шари водойм і вона містить до 98% всієї живої речовини планети.

Процеси, які відбуваються у біосфері та навколишньому середовищі, породжуються і підтримуються, з одного боку, космічними, а з другого - земними факторами, пов'язаними з особливостями Землі як планети: гравітаційне і магнітне поле, особливості речовини тощо. Взаємодія цих двох факторів створює єдиний витвір - Землю, структурною складовою якої є біосфера.

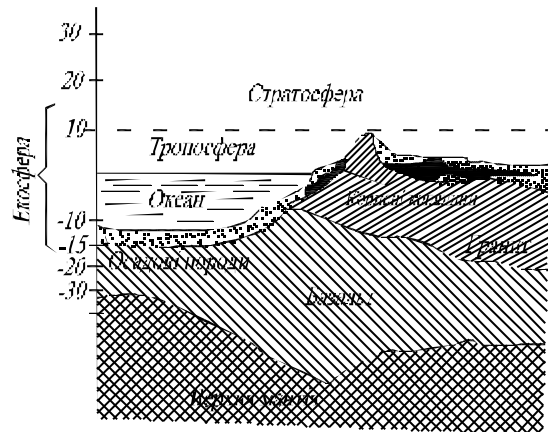


Рис. 3.3 – Біосфера (за В.І. Вернадським) на узагальненій схемі будови земної кори і атмосфери

У монографії "Химическое строение биосферы Земли и ее окружения" (1965) В.І. Вернадський висунув ідею і довів, що біосфера Землі складається із семи глибоко різнорідних, але геологічно невинуватих речовин (рис. 3.4).

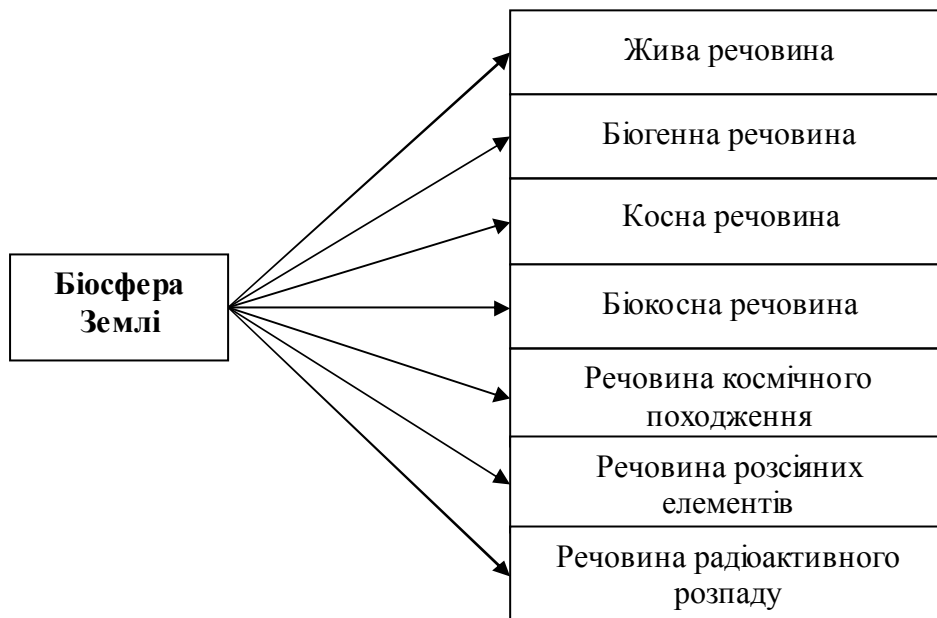


Рис. 3.4 – Структура біосфери Землі за В.І. Вернадським

*Жива речовина* - це сукупність та біомаса всіх живих організмів біосфери. В.І. Вернадський підрахував загальну масу живої речовини біосфери  $\sim 10^{15}$  т, проте ця величина дещо завищена. За сучасними даними вона складає  $\sim 4,9 \times 10^{12}$



т. Основну частину біомаси суходолу складають зелені рослини (99,2%), а океану – тварини (93,7%).

Роль живої речовини у формуванні обличчя планети Земля є надзвичайно великою. На думку В.І. Вернадського, живі організми "...пов'язані з навколишнім середовищем потоком атомів: своїм диханням і розмноженням...". Саме В.І. Вернадський довів, що живі організми мають пріоритетне значення у формуванні обличчя Землі. За В.І. Вернадським, "...на поверхні Землі немає хімічної сили більш постійно діючої, а тому і більш могутньої за своїми кінцевими наслідками, чим живі організми в цілому...". Живі організми не лише пристосовуються до умов навколишнього середовища, а й активно його змінюють. З виникненням життя спочатку повільно, а потім дедалі швидше і значиміше почалися зміни довкілля, що їх здійснювала жива матерія, аж доки не досягли планетарних масштабів. Наприклад, в процесі фотосинтезу утворився сучасний хімічний склад атмосфери; під впливом живих організмів утворені ґрунти, тощо.

Середній хімічний склад живої речовини відрізняється від хімічного складу геосфери. Так, найбільш поширеними хімічними елементами геосфери є кисень, силіцій, алюміній тощо. Основною ж складовою живої речовини є вуглець (до 18%) та кисень. Серед сполук металів, відносно високий вміст в живій речовині є тільки заліза, калію, магнію, натрію, кальцію.

В.І. Вернадський відмітив, що в біосфері проходить біогенна міграція атомів хімічних елементів, яка викликається променистою енергією Сонця та проявляється у процесі обміну речовин, росту й розмноженні організмів.

Хоча біорізноманіття Землі є достатньо високим, проте при рівномірному розташуванні живих організмів на поверхні Землі, утворений шар складатиме ~5 мм. Отже, життя є вразливим.

*Біогенна речовина* – це речовина органічного походження, яка створена живими організмами і яка є джерелом надзвичайно потужної потенційної енергії. Це вугілля, нафта, торф, бітуми тощо.

*Косна речовина* – це речовина неорганічного походження утворена процесами, в яких жива речовина не брала участі. Це гірські магматичні породи, які утворюють земну кору.

*Біокосна речовина* – це продукти розкладу і переробки косної речовини живими організмами, тобто речовина утворена одночасно косними процесами та живими організмами, причому вона має значну біохімічну енергію в біосфері. Біокосна речовина є найбільш поширеною в біосфері. Це ґрунти, природні води, тощо. Наприклад, ґрунти містять, в середньому, 93% косної та 7% живої і біогенної речовини.

Відомо, що все живе в біосфері утворює живу речовину і живі організми відіграють важливу роль у геологічних процесах. Хімічний склад сучасних атмосфери й гідросфери зумовлений життєдіяльністю організмів. Велике значення мають організми і для формування літосфери. Більшість порід, і не лише осадових, а й таких, як граніти, так чи інакше пов'язані своїм походженням з біосферою. Мінеральна інертна речовина переробляється

живими організмами, перетворюючись в якісно нову. Таким чином, жива та нежива речовини на Землі становлять гармонійне ціле. Хімічний склад зовнішньої оболонки нашої планети, біосфери, перебуває під впливом життя. Енергія, яка надає біосфері її звичайного вигляду, має космічне походження, її випромінює Сонце у формі променистої енергії, але саме живі організми перетворюють цю космічну променисту енергію у земну, хімічну, і формують нескінчену різноманітність нашого світу.

Сьогодні чітко доведено, що заселеною життям є вся гідросфера до максимальних глибин, а межі життя в атмосфері і літосфері є умовними. Характеризуючи межі поширення життя в атмосфері, М.Ф. Реймерс (1994) зазначив, що максимальна густина життя спостерігається від поверхні суші чи води до висоти 50-300 м, яку він назвав *екотопом*. Глибина життя в літосфері залежить від особливостей умов цього середовища (температура, тиск, волога, тощо) і вона коливається від 0,5-2,0 до 6,0-8,0 км. Характеризуючи межі *активного життя*, слід враховувати ряд життєвих факторів:

- це достатня кількість діоксиду вуглецю і кисню;
- достатня кількість вологи;
- сприятливий термічний режим, який має виключати надто високі і надто низькі температури. Найживучішими є прокаріоти.

Історично межі біосфери змінювались. Перші екосистеми були малими, вони займали незначний прошарок Землі і серед живих організмів були присутні, переважно, дрібні анаеробні гетеротрофи, що живились органічними речовинами, які утворились в ході абіотичних процесів. Далі відбувся, за Ю. Одумом "популяційний вибух" автотрофних організмів. Межі біосфери розширила людина опанувавши космічний простір, де зазвичай життя відсутнє. Так чи інакше, *сьогодні біосфера охоплює шар до 20 км, де активно існує життя*. Все інше слід називати *"парабіосферною зоною"*.

Біосфера в сьогоdnішньому розумінні – це глобальна відкрита система зі своїми механізмами саморегуляції. З позиції кібернетики складові біосфери – екосистеми, описуються як "чорний ящик", процеси всередині яких закодовані природою. Самоорганізація біосфери пояснюється формуванням інформаційної системи, причому ця інформація зберігається в живих організмах.

Сонячна енергія – це єдине джерело енергії для біосфери. Понад 35% цієї енергії, що досягає межі стратосфери, відразу відбивається атмосферою в космічний простір, ще 8% – пилинками, що знаходяться в повітрі. Понад 10% поглинається водяною парою, озоном та іншими газами. Тільки 47% сонячного випромінювання досягає поверхні Землі, а з цієї кількості енергії, до 10% витрачається на відбивання, 50% – на випаровування і лише 40% залишається в межах біосфери. З цієї кількості енергії лише 1/4 йде на процеси фотосинтезу. Тому, стан біосфери в цілому і процеси енерго- й масообміну в ній чутливі до антропогенних впливів, адже всі живі організми споживають енергію і її необхідно постійно поповнювати.

### 3.2.2. *Кругообіги хімічних елементів у біосфері*

Енергія Сонця засвоюється продуцентами і залучається в геохімічні цикли через процес фотосинтезу, який здійснюється зеленими рослинами. Процеси фотосинтезу тривають вже понад 1,5 млрд. років і, здавалось, хімічні елементи, які беруть участь у цих процесах, повинні були б уже давно вичерпатись. Однак, цього не відбувається. Російський вчений В.Р. Вільямс зазначив: "...існує єдиний шлях до того, щоб надати чомусь кінцевому властивості нескінченного – примусити кінцеве обертатись по замкнутому колу, тобто залучити його в кругообіг". Насправді, усі потрібні для підтримання життя речовини не вичерпуються завдяки здійсненню постійного кругообігу.

*Основною причиною кругообігу є обмеженість хімічних елементів, з яких будуються тіла організмів.*

В природі існує два кругообіги речовин: *великий* - геологічний та *малий* - біологічний, хоча правильно говорити про кругообіги хімічних елементів, а не речовин.

**Великий кругообіг** триває протягом сотень тисяч років (геологічних епох). Він полягає в тому, що гірські породи руйнуються і вивітрюються в процесах ерозії, а утворені при цьому продукти потоками вітру і води, через залучення їх в малі кругообіги, зносяться у Світовий океан. Внаслідок цього утворюються морські нашарування і, з часом, в процесі геотектонічних змін ці нашарування повертаються на сушу, і процес починається знову.

**Малий кругообіг**, який є частиною великого, відбувається на рівні екосистем. Він є набагато більш експресним, ніж великий. Кругообіг хімічних речовин із неорганічного середовища через рослинний і тваринний світи знову в неорганічне середовище (в процесі редукції) з використанням енергії хімічних реакцій називають **біохімічним циклом**.

Жива речовина значно прискорила й змінила кругообіги різних речовин, зокрема води, кисню, азоту, сірки, вуглецю. Утворення живої речовини та її розклад – це дві сторони єдиного процесу, який називають біохімічним (малим) кругообігом хімічних елементів. Справедливим є твердження, що *життя - це кругообіг хімічних елементів між організмом і довкіллям*.

Глобальними біогеохімічними функціями живої речовини є енергетична, газова, концентраційна, окислювально-відновна і біохімічна.

**Енергетична функція** полягає в засвоєнні живою речовиною переважно сонячної енергії і передачі її по трофічних ланцюгах. В основі цієї функції лежить фотосинтетична діяльність зелених рослин, утворюючих 98% всієї первинної продукції планети, що складає біля 150-200 млрд. т сухої органічної речовини в рік.

**Газова функція** здійснюється зеленими рослинами, які в процесі фотосинтезу виділяють кисень, рослинами і тваринами, що виділяють при диханні вуглекислий газ, а також багатьма бактеріями, поновлюючими азот, сірководень і ін. Завдяки газовій функції сформувався сучасний склад атмосфери, що значно відрізняється від такого в добіосферний період.

**Концентраційна функція** виявляється в здатності живих організмів

накопичувати різні хімічні елементи, зокрема мікроелементи, із зовнішнього середовища (грунту, води, атмосфери). Деякі види є специфічними концентраторами хімічних елементів в кількостях, в десятки і навіть тисячі разів перевищуючих їх вміст в середовищі. Так, бурі водорості концентрують йод, діатомові водорості і злаки – кремній, фіалки – цинк, моллюски і ракоподібні – мідь, і т.п. Следством концентраційної функції живих організмів є геохімічні аномалії багатьох ділянок земної поверхні, поклади вапняку, локальні скупчення деяких хімічних елементів.

*Окислювально-відновна* функція виражається в хімічних перетвореннях речовин в процесі життєдіяльності організмів. У ґрунті, водному і повітряному середовищах утворюються солі, оксиди, нові речовини як результат окислювально-відновних реакцій. З діяльністю мікроорганізмів пов'язано формування залізних і марганцевих залізняків, вапняків і т.п.

*Біохімічна функція* здійснюється у процесі обміну речовин в живих організмах (живлення, дихання, виділення) і руйнування відмерлих організмів і продуктів їх життєдіяльності до простих неорганічних речовин. Все це приводить до кругообігу хімічних елементів у природі, їх біогенної міграції.

Розрізняють **три основні типи біохімічних кругообігів**:

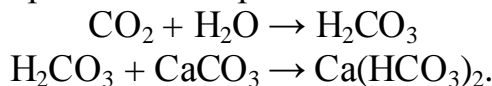
- кругообіг води;
- кругообіг елементів переважно в газовій фазі;
- кругообіг елементів переважно в осадовій фазі.

Біосферу визначають як область Землі, де протікають кругообіги вуглецю, азоту, кисню і фосфору, в яких беруть участь п'ять хімічних елементів (Н, О, С, N, S), що рухаються через атмосферу, гідросферу і літосферу.

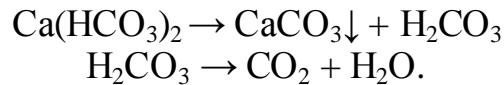
### **3.2.2.1. Кругообіг вуглецю і кисню в природі**

Вміст вуглецю в земній корі невеликий (0,1-0,2% маси), але його сполуки є основою всіх форм життя. З кругообігом вуглецю безпосередньо зв'язаний кругообіг кисню в біосфері, а також цикли азоту, фосфору і сірки. Біогеохімічний цикл вуглецю визначає енергетику біосфери, оскільки життєдіяльність рослинних фотосинтезуючих організмів і їх взаємодія з тваринами, мікроорганізмами і неживою природою є найбільш загальним механізмом фіксації, накопичення і перерозподілу космічної енергії, що надходить на Землю.

Стисло кругообіг вуглецю в біосфері можна описати таким чином (рис. 3.5). Атмосфера і вода океанів є резервуарами активного неорганічного фонду вуглецю, який міститься там у вигляді діоксиду у вільному ( $2,1 \cdot 10^{12}$  т) і розчиненому ( $1,3 \cdot 10^{14}$  т) вигляді. Між атмосферою і океаном постійно відбувається обмін діоксидом вуглецю. Підвищення концентрації і парціального тиску  $\text{CO}_2$  в атмосфері і охолодження вод (регіональне або сезонне) супроводжується відповідним збільшенням концентрації діоксиду вуглецю у воді і утворенням розчинів бікарбонатів металів за реакцією



У подальшому бікарбонати можуть, випадаючи в осад, зв'язувати частину  $\text{CO}_2$  у карбонатах. Інша частина  $\text{CO}_2$  при цьому знову виділяється в атмосферу. Зменшення концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері або підвищення температури викликає дегазацію вод океану. При цьому в осад випадає еквівалентна частина вуглекислого кальцію:



Таким чином утворюються осадові карбонатні породи, і вуглець йде з кругообігу в тривалий геологічний цикл.

В цілому Світовий океан діє як величезний насос, поглинаючи вуглекислий газ у високих широтах, де вода має низьку температуру, і виділяючи його в тропіках, де температура води підіймається, при цьому наголошується відповідне збільшення парціального тиску  $\text{CO}_2$  у атмосфері.

Іншим механізмом поглинання діоксиду вуглецю з атмосфери і гідросфери з відповідним виділенням вільного кисню є фотосинтез.

Загальновизнано, що біогеохімічний цикл вуглецю порушений в біосфері надто сильно. Багато галузей промисловості, зокрема металургія, хімічна і нафтохімічна промисловість, промисловість будівельних матеріалів утворюють як побічні продукти значні кількості оксидів вуглецю. Знищення більшої частини поверхні і біомаси лісів, мінералізація лісових підстилок, окислення гумусу орних ґрунтів і осушення торф'яників також приводить до значних надходжень діоксиду вуглецю в атмосферу в кількостях, порівнянних з надходженнями внаслідок промислової діяльності. З перекладом органічних сполук вуглецю у форму діоксиду зв'язані також інтенсивний рибний лов, китобійний промисел і полювання, і т.д.

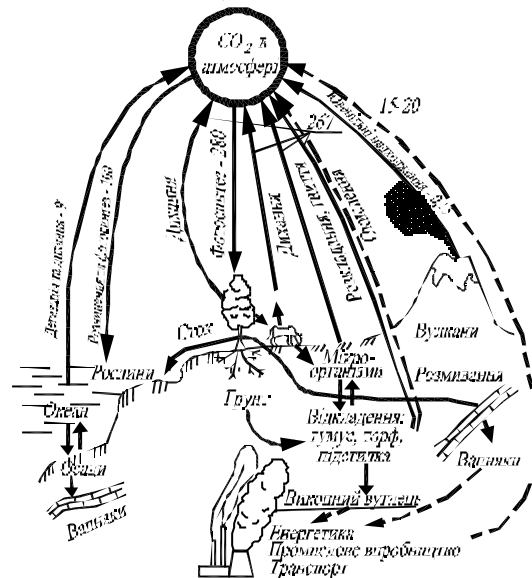


Рис. 3.5 – Кругообіг вуглецю в біосфері і його основні складові в  $10^9$  т  $\text{CO}_2$  в рік (антропогенні складові)

### 3.2.2.2. Кругообіг азоту в природі

Азот в житті планети відіграє таку ж істотну роль, що і вуглець, лише трохи поступаючись останньому в біофільності. Загальна спрямованість

біогеохімічного кругообігу азоту на планеті виражена в його акумуляції в молекулярній формі в атмосфері, де зосереджено 75% всього азоту біосфери –  $5 \cdot 10^{15}$  т.

Цикл азоту найскладніший і добре організований в природі (рис. 3.6). Атмосферне повітря, що на 78% складається з азоту, є його основним резервним фондом. Провідну роль в кругообігу азоту грають мікроорганізми. Азот постійно поступає в атмосферу завдяки життєдіяльності денітрифікуючих бактерій і знову включається в кругообіг в результаті діяльності азотофіксуючих бактерій, водоростей і утворення сполук азоту при електричних розрядах – блискавках і фотохімічній фіксації. При цьому азот переводиться в нітратну форму, найбільш придатну для використання зеленими рослинами для синтезу білка і утворення рослинної і далі тваринної протоплазми. Азот протоплазми в свою чергу переходить з органічної в неорганічну форму в результаті діяльності ряду бактерій – редуцентів, причому кожен вид виконує свою частину роботи. Деяка кількість цього азоту зрештою переводиться в нітратну форму, чим цикл і завершується.

Антропогенні порушення в балансі біогеохімічного кругообігу азоту на планеті і особливо на суші дуже великі і локально вже викликають негативні і навіть смертельні для людини наслідки – хвороба метгемоглобемія. Встановлено, що разові захворювання виникають, якщо вміст нітратів у воді досягає 40-50 мг/л, і зустрічаються часто, якщо концентрація нітратів перевищує 95 мг/л. Межа, рекомендована Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), складає 45 мг/л. В світі щорічно проводиться і вноситься в ґрунти більше 30 млн. тонн азоту у вигляді мінеральних добрив. У країнах Західної Європи середні норми азоту, що вносяться з добривами, досягли 100-150 кг/га. Азотні добрива вже складають близько 30% загальних надходжень зв'язаного азоту в ґрунт і океан (рис. 3.6).

Іншим істотним фактором порушення кругообігу азоту в природі є відходи промислового тваринництва і птахівництва, а також побутові відходи і стоки великих міст.

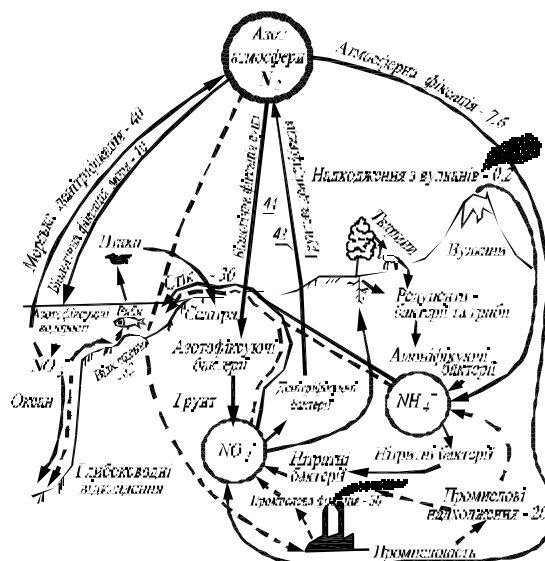


Рис. 3.6 – Кругообіг азоту в біосфері і його основні складові в  $10^6$  т в рік (антропогенні складові)

### **3.2.2.3. *Кругообіг фосфору в природі***

З усіх елементів, присутніх в живих організмах, фосфор, очевидно, має найбільше екологічне значення, оскільки відношення його кількості до кількості інших елементів в організмах звичайно набагато вище, ніж відповідне відношення в тих джерелах, звідки організми черпають необхідні їм елементи. Недолік фосфору великою мірою обмежує продуктивність в тому або іншому районі, чим недолік будь-якої речовини, за винятком води. Сполуки фосфору входять до складу тканин мозку, скелета, панцирів. Особливо важлива роль фосфору в накопиченні внутріклітинної енергії – утворення фосфатиллепідів і в синтезі нуклеїнових кислот. При нестачі фосфору порушується енергетика клітини і синтез білка. Біогеохімічний кругообіг фосфору в природі багато в чому відмінний від розглянутих раніше кругообігу вуглецю, кисню і азоту. Для останніх газоподібні форми сполук є обов'язковою і найважливішою ланкою. Газові ж форми сполук фосфору, наприклад фосфін, практично в його біогеохімічному кругообігу не представлені. Кругообіг фосфору за структурою дещо простіший за кругообіг азоту (рис. 3.7). На відміну від азоту резервуаром фосфору служить не атмосфера, а гірські породи або інші відкладення, що утворилися в минулі геологічні епохи. Породи ці поступово піддаються ерозії і вивільняють фосфати, які використовуються рослинами для синтезу протоплазми. Рослинна протоплазма служить основою для синтезу тваринної протоплазми. Фосфор протоплазми знов переводиться з органічної в неорганічну форму внаслідок діяльності фосфатредуючих бактерій. Багато фосфатів з річковим стоком потрапляє в море, де частина їх відкладається в мілководних опадах, а частина втрачається у глибоководних. Морські риби і птахи грають важливу роль в поверненні фосфору в кругообіг з моря на сушу. У минулому цей процес був значно інтенсивнішим, про що говорить утворення, наприклад, знаменитих покладів гуано на узбережжі Перу.

Є серйозні докази того, що фосфор – головний регулятор всіх інших біогеохімічних кругообігів. Кількість нітратів у воді або кисню в атмосфері залежить від стану кругообігу фосфору. Без фосфорних добрив неможливо отримувати необхідні урожаї сільськогосподарської продукції.

Дефіцит фосфору в ґрунтах пояснюється його фіксацією у вигляді нерозчинних сполук. Ґрунти здатні поглинати і затримувати від подальшого вилуговування практично необмежену кількість фосфору. Таким чином від 30 до 50% фосфору, внесеного з добривами, залишається в ґрунті в малодоступній формі – відбувається так звана фосфотизація ґрунтів. Ерозія ґрунтів супроводжується сильним механічним винесенням фосфору і інших живильних речовин.

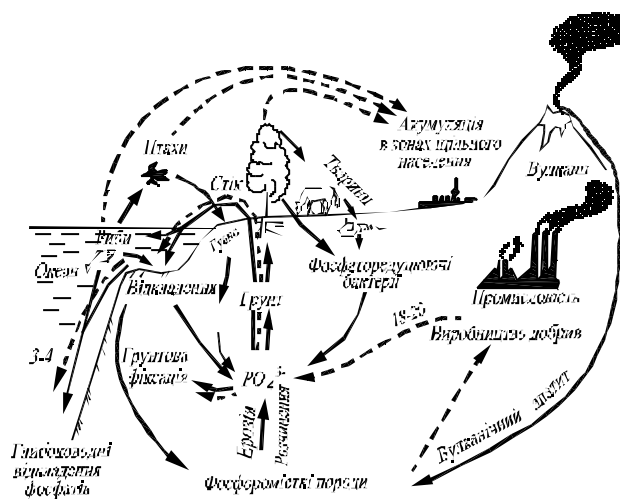


Рис. 3.7 – Кругообіг фосфору в біосфері і його основні складові в  $10^6$  т в рік (антропогенні складові)

Ерозія ґрунтів, змив добрив, органічних відходів, скидання каналізаційних вод приводять до сильного забруднення річок і озер сполуками фосфору.

### 3.2.2.4. Кругообіг води в природі

Воді відводиться найважливіша роль у формуванні й організації всіх біогеохімічних циклів у природі. Вода присутня у всій біосфері: водоймищах, повітрі, ґрунті і живих організмах, останні можуть містити до 90% води в своїй біомасі. Так, тіло людини містить ~71% води. Без води людина може прожити 8 діб; при втраті 10% води настає самоотруєння, а 21 % – смерть.

Вода в природі знаходиться в кругообігу (рис. 3.8). *Кругообіг води* - це процес безперервного, взаємопов'язаного переміщення води на Землі, який проходить під впливом сонячної енергії, сили тяжіння, життєдіяльності живих організмів і господарської діяльності людини.

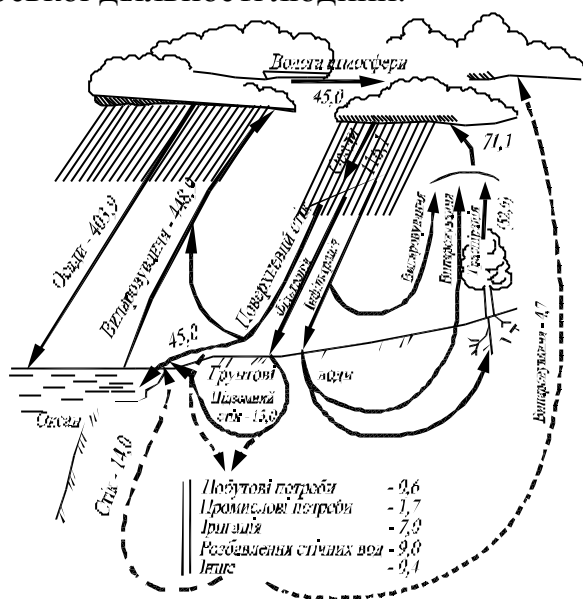


Рис. 3.8 – Кругообіг води в біосфері й світовий водний баланс в тис. км<sup>3</sup>/рік (антропогенні складові)



Стисло кругообіг води в біосфері можна описати таким чином. Вода поступає на поверхню Землі у вигляді опадів, що утворюються головним чином з водяної пари, що утворюється в результаті випаровування води рослинами (так зване транспірування), суш, поверхнею морів і океанів. Частина її знов випаровується, прямо або побічно за допомогою рослин і тварин, частина – живить підземні води і частина – разом з річковим стоком, що включає поверхневий і підземний стік, досягає морів і звідти випаровується. Очевидно, що кількість випаровуваної в результаті транспірування або безпосередньо поверхнею суші і океану води, а також кількість опадів міняється залежно від місцевих умов і пори року. У загальному випадку випаровування з одиниці площі в лісистій місцевості значно більше, чим з одиниці поверхні моря. Із зменшенням рослинного покриву, зменшується транспірування, а отже і кількість опадів, що приводить до зниження рівня ґрунтових вод і зрештою – до запустинювання Землі.

Під дією теплової енергії Сонця з поверхні океану та континентів щорічно випаровується  $\sim 525 \times 10^3 \text{ км}^3$  води, що відповідає 1030 мм атмосферних опадів на рік. Частина води повертається до Світового океану у вигляді атмосферних опадів, формуючи ланку малого кругообігу води в природі. Друга частина води у вигляді атмосферних опадів переноситься повітряними масами на континенти, утворюючи ланку великого кругообігу води в природі, де приймають участь випаровування з поверхні суходолу та атмосферні опади, а також річковий стік, який частково повертається у Світовий океан. Великий та малий кругообіги води в природі забезпечують єдність всієї води гідросфери.

Хоча різні частини гідросфери пов'язані одна з одною процесами кругообігу води в природі, проте швидкість їх природного поновлення неоднакова. Наявні дані про різні частини гідросфери, їх водного балансу дозволили вирахувати активність водообміну, який проходить в процесі кругообігу води. Під *активністю водообміну* розуміють швидкість поновлення окремих водних ресурсів гідросфери. Вона виражається кількістю років, які необхідні для їх повного поновлення. Активність водообміну різних частин гідросфери Землі наведено в табл. 3.1.

У руслах річок міститься всього  $1200 \text{ км}^3$  води, але з врахуванням активності водообміну ця величина в річному циклі зростає  $\sim$  в 35 разів. Річкові води поновлюються в середньому кожні 11 діб, що свідчить про швидку їх поновлюваність. От чому річкова вода в природних умовах завжди практично прісна і є основним джерелом водних ресурсів. Із величини активності водообміну можна робити висновки про вміст солей у складових гідросфери. Чим швидше проходить поновлення води у водному джерелі, тим більш прісною буде вода в даному водному джерелі.

Як видно з табл. 3.1, запаси води на Землі величезні, проте це переважно солоня вода Світового океану. Запаси прісної води, потреба людей у якій є особливо великою, незначні і вичерпні. Прісні води слід розглядати як найбільш цінний компонент гідросфери, що зумовлено широким їх використанням в житті людини. Проблема глобальних та регіональних балансів

прісних вод суходолу виступає як одна з актуальних проблем гідрології. В багатьох місцях планети відчувається нестача її для зрошення, потреб промисловості, пиття та інших побутових потреб.

Господарська діяльність людини прискорює кругообіг води, збільшуючи площу випаровування. *Діяльність людини викликає прискорення кругообігів усіх хімічних елементів біосфери (H, O, C, N, S). Це зумовлено тим, що в біосферу людиною викидаються рухомі форми сполук цих хімічних елементів (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, фосфати, сульфати, нітрати, тощо).*

При організації заходів з охорони природних вод в першу чергу слід розрізняти два основних аспекти використання води: **водокористування** і **водоспоживання**, які по різному впливають на екологічний стан природних водойм. При **водокористуванні** вода залишається у водоймищах і застосовується як транспортний засіб (лісосплав, водний транспорт), середовище (рибне господарство, відпочинок), механічне джерело енергії (гідроенергетика). При водокористуванні можливе лише якісне виснаження водних ресурсів, яке зумовлено забрудненням водойм. **Водоспоживання** пов'язане з забором води з водоймищ для промислових, агрокультурних, комунально-побутових та інших потреб. При водоспоживанні можливе як якісне, так і кількісне виснаження водних ресурсів та незворотні втрати води.

Основними водоспоживачами є сільське господарство, енергетика, житлово-комунальне господарство (рис. 3.8). Потреба промисловості у воді дуже велика; наприклад, для виплавки 1 т чавуну і переведення його в сталь і прокат необхідно 50-150 м<sup>3</sup> води, 1 т мідь – 500 м<sup>3</sup> води, виробництво 1 т пластмаси вимагає до 100 м<sup>3</sup> води, а 1 т синтетичного каучуку і штучних волокон 2000-3000 м<sup>3</sup> води.

*За ДСТУ 3041-94, водокористування – це використання водних об'єктів і систем водопостачання для задоволення потреб населення і народного господарства, а водоспоживання – це споживання води з водного об'єкта чи системи водопостачання.*

Складання світового водного балансу є лише однією стороною важливої проблеми. Необхідно з певною точністю знати якою частиною світових водних ресурсів розташовує людина для своєї практичної діяльності. Фактично людина для своєї господарської діяльності може використовувати, так звані, щорічно поновлювані водні ресурси, які досить точно оцінюються середньобогаторічним стоком всіх річок в океан (поверхневим і підземним).

Оцінка споживання прісної води людиною на різні потреби наведена на рис. 3.8. З нього виходить, що вже зараз для задоволення своїх потреб людству потрібно близько 40% придатних для використання водних ресурсів, причому, велика частина з них витрачається на розбавлення забруднених стічних вод. Слід зазначити, що часто навіть після ефективного очищення, для отримання гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин стічні води необхідно розбавляти. Так, для стоків виробництва синтетичних волокон кратність розбавлення складає близько 1:200, а поліетилену – 1:30.

**Порушення людиною кругообігу води в природі** відбувається в

основному з тих же *причин*, що і зміна клімату: знищення лісів, інтенсивна іригація, зміна гідрографічної мережі, збільшення концентрації вуглекислого газу і пилу в атмосфері, руйнування озонового шару, виробництво енергії, забруднення морів і океанів, зокрема, утворення на їх поверхні нафтових плівок і т.д.

Наслідком перерахованих явищ стає зміна інтенсивності випаровування, а значить, і хмарності, кількості опадів, величини поверхневого і підземного стоків, рівня ґрунтових вод і зрештою – продуктивності сільського господарства. До інших негативних наслідків порушення людиною кругообігу води в природі можна віднести зміну і міграцію видів рослинності і тварин, затоплення, заболочування землі або її висушування і запустинювання, одноманітність клімату і ландшафту. Подібні явища поки спостерігаються в локальному і регіональному масштабах.

Для збереження біогеохімічного кругообігу води, що склався в біосфері, необхідно вирішити завдання раціонального використання і управління водними ресурсами Землі. Кардинальним напрямом у промисловості тут є створення безвідходних виробництв і в їх складі замкнутих водооборотних циклів. Значно скоротити споживання води можна, застосовуючи нові безвідходні процеси або вдосконалюючи ті, що існують, зокрема, покращуючи методи очищення забруднених стічних вод з метою повернення їх у виробничий цикл.

Знищення лісів призводить до значного зменшення транспірування, а отже, зменшення кількості опадів, ерозії, засоленню і запустинюванню ґрунтів. Розведення і збереження лісів служить регулятором водного балансу і, зокрема, річкового стоку. Наявність лісу істотно зменшує поверхневий стік і стік з невеликих річок, паводкова витрата води, збільшує загальний річний стік, стік в посушливі періоди, а також витрату води в міжсезонний період. Збільшити транспірування і всі випаровування з поверхні суші можна також за рахунок розвитку високопродуктивного землеробства і зрошуваного землеробства в посушливих районах. Спорудження водозбірних басейнів, наприклад, дамб на малих річках, і підтримка їх в доброму біологічному стані дозволить згладжувати піки паводків, регулювати витрату води і тим самим рівномірніше розподіляти її запаси в перебігу року.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. У чому різниця у визначенні *Природного* та *Оточуючого середовища*?
2. Розкрийте структуру природного середовища.
3. Дайте характеристику *атмосфери*.
4. Дайте характеристику *літосфери*.
5. Дайте характеристику *гідросфери*.
6. Які Ви знаєте ресурси, необхідні для життєдіяльності організмів?
7. Розкрийте поняття *біосфера*?
8. Дайте характеристику *живої речовини*.
9. Що являє собою *біохімічний кругообіг*?

10. Дайте характеристику кругообігу вуглецю та кисню в природі.
11. Дайте характеристику кругообігу азоту в природі.
12. Дайте характеристику кругообігу фосфору в природі.
13. Дайте характеристику кругообігу води в природі.
14. Які Ви знаєте екологічні функції води?
15. Порівняйте *водовикористання* та *водоспоживання* як аспекти впливу на водні джерела. Дайте характеристику основних водоспоживачів.
16. Назвіть основні джерела води в Україні.
17. Перерахуйте основних користувачів й споживачів води.
18. Покажіть вплив господарської діяльності людини на процеси кругообігу води в природі?

### Рекомендована література

1. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. – Львов: Афиша, 2001. – 336 с.
2. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основы екології та охорони довкілля. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.
3. Вода в нашей жизни / Авторы-составители Н.И. Зотов, Н.В. Моисеенко. – Донецк: Издательство «Норд-Пресс», 2007. – 245 с.
4. <http://www.o8ode.ru/> – Сайт про воду.
5. <http://bseu-04rff.noka.ru/liter> - Сайт Белорусского государственного экономического университета.
6. [www.ecolife.org.ua](http://www.ecolife.org.ua) – Общественный экологический Internet–проект EcoLife.
7. <http://biology.asvu.ru> – Портал Вся Биология.
8. <http://www.informeco.ru> – Сайт информационно-аналитического агентства «Информ Экология».
9. Мусієнко М.М. та ін. Екологія: Тлумачний словник / М.М. Мусієнко, В.В. Серебряков, О.В. Брайон. – К.: Либідь, 2004. – 376 с.

## ЗМ 1.2. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, КОНТРОЛЬ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### Тема 4. Забруднення навколишнього середовища. Класифікація та основні характеристики забруднень. Екологічні катастрофи

- 4.1. Забруднення навколишнього середовища як екологічна проблема.
- 4.2. Класифікація та основні характеристики забруднень.
- 4.3. Процеси самоочищення природних водойм.
- 4.4. Стихійні природні екологічні катастрофи.
- 4.5. Екологічна ситуація в Україні.

#### **4.1. Забруднення навколишнього середовища як екологічна проблема**

*Забруднення середовища* – складний процес, пов'язаний з діяльністю людини. Воно є чужим для природних екосистем і, накопичуючись в них, порушує процеси кругообігу речовин і енергії, знижує їх продуктивність, негативно впливає на здоров'я людей.

*Забруднення* – це зміна природного середовища (атмосфери, води, літосфери) в результаті наявності в ній домішок. При цьому розрізняють забруднення: *антропогенні* – викликані діяльністю людини, і *природні* – викликані природними процесами.

До речовин, що виділяються природними джерелами, відносяться: пил рослинного, вулканічного і космічного походження; пил, що виник при ерозії ґрунту; частинки мокрої солі; туман, дими і гази від лісових і степових пожеж; гази вулканічного походження; різні продукти рослинного, тваринного, мікробіологічного походження та ін.

Природні джерела забруднення мають або *розподільний* характер, як, наприклад, випадання космічного пилу (вони практично не впливають на умови незаселеного) або *короткочасний, стихійний* характер, наприклад, лісові й степові пожежі, виверження вулканів і т.д. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

Антропогенні джерела забруднення середовища за своїм походженням діляться на *промислові, побутові й військові* (застосування ядерного, хімічного, біологічного та інших засобів масового знищення).

Антропогенне забруднення може бути хімічним, а може виражатися в накопиченні промислових, сільськогосподарських, комунальних відходів. Так, у США щорічно викидається 125 млн. тонн твердих матеріалів промислового походження, серед них: 48 млрд. порожніх консервних банок, 26 млрд. пляшок і банок, 65 млрд. пластикових упаковок і т.д.

Упродовж останніх десятиліть відбулася якісна зміна відходів, серед них зросла кількість токсичних речовин, невіддатливих деструкції мікроорганізмами.

На Землі практично не залишилося екосистем, що не піддаються в тій або

іншій мірі впливу людини. Людина вимушена вилучати з екосистем життєво-необхідні йому компоненти, а нерідко і повністю її перебудовувати. Непрямі дії виявляються в багатьох явищах: так, на фотосинтетичну продуктивність рослин і стан окремих екосистем безпосередньо впливають викиди в атмосферу; стічні води різко змінюють продуктивність водних екосистем; доля тварин, темпи їх розмноження і біологічна продуктивність у водних екосистемах також пов'язані з людською діяльністю; прикладом може служити проблема пестицидів.

Порушенню біологічного кругообігу і хімічної рівноваги загрожує недосконалість технологічних процесів, високі втрати сировини при видобутку і транспортуванні, а також розсіювання матеріалів при їх зносі. Тільки в результаті невідповідності технології сучасного виробництва його масштабам в атмосферу викидається щорічно близько 1 млрд. тонн аерозолів і газів, не беручи до уваги твердих частинок розміром більше 10 мк, які осідають поблизу джерел забруднень.

При сучасному рівні виробництва на Землі здобувають в рік приблизно 120 млрд. тонн руд, горючих копалин, будівельних матеріалів. Із земних надр щорічно здобувають більше хімічних елементів, ніж включається в природний біологічний кругообіг: кадмію – більше в 160 разів, сурми – в 150, ртуті – в 110, свинцю – в 35, миш'яку і фосфору – в 15, урану – в 6, олова – в 5, міді – в 4, молібдену – в 3 рази, що відображається на стані біосфери і її окремих екосистем. Перерозподіл по поверхні Землі хімічних елементів приводить до порушення співвідношення між ними і мікроелементарним складом земної кори.

Найбільш сильно забруднені повітряне й водне середовища. Кожного року в атмосферу викидається колосальна кількість шкідливих речовин (особливо в крупних містах і промислових центрах). Забруднення атмосфери подвоюється приблизно кожні 10 років.

Забруднення атмосфери надає негативного впливу на всі сторони життя:

- створюється загроза для здоров'я та життя людей, що може бути причиною підвищення захворюваності, передчасного старіння, виникнення важких віддалених наслідків та незворотних змін у майбутніх поколіннях;
- завдає значних економічних збитків за рахунок підвищення корозії обладнання та споруд, скорочення терміну їх експлуатації тощо;
- викликає деградацію природних екосистем, негативно впливає на флору та фауну тощо.

Все це говорить про необхідність захисту атмосфери.

На відміну від атмосфери, різні складові гідросфери зазнають значного антропогенного навантаження, причому дану дію на них можна поділити на дві взаємопов'язані складові: *кількісне* (зменшення кількості води, придатної для використання) і *якісне* (забруднення) *виснаження*. У першу чергу це стосується річок. Кількісне виснаження річкових вод викликане зменшенням їх середнього річного стоку під впливом господарської діяльності людини, зокрема зростання величини водозабору, площ випаровування тощо, а якісне – пов'язано із

забрудненням вод та розвитком евтрофування, тобто зростання у водоймах концентрації поживних речовин, що є причиною бурхливого розвитку одноклітинних зелених водоростей і можливістю втрати водойм внаслідок їх загибелі і наступного гниття.

Більш детально про забруднення гідросфери поговоримо в наступному розділі.

#### ***4.2. Класифікація і основні характеристики забруднень навколишнього середовища***

*Джерела забруднення за своєю природою діляться на:* фізичні (радіація, шум, ультразвук, вібрація, електромагнітні поля, випромінювання), хімічні (токсичні речовини), біологічні (аерозолі, антибіотики, шкідливі мікроорганізми, грибки, спори рослин і т.д.).

*Джерела забруднення навколишнього середовища також підрозділяються на:*

- *зосереджені (точкові)* – наприклад, вентиляційні димарі, шахти;
- *розосереджені* – ліхтарі цехів, ряди близько розташованих труб, відкриті склади і т.д.

*Джерела забруднень можуть бути безперервної і періодичної дії.*

*Залежно від масштабів розповсюдження забруднень* розрізняють глобальне, регіональне і локальне забруднення.

*Глобальне* забруднення називають також фоновим-біосферним. Воно виявляється в будь-якій точці планети далеко від його джерел. Наприклад, ДДТ виявлений в яйцях пінгвінів в Антарктиці.

*Регіональне* забруднення – це таке привнесення в середу або виникнення в ній нових, звичайно не характерних для неї фізичних, хімічних, інформаційних і біологічних агентів або перевищення в даний час природного середньобагатолітнього рівня концентрацій перерахованих агентів в середовищі, що виявляється в межах значних просторів, але не охоплює всю планету.

*Локальним* забрудненням називається забруднення невеликого регіону, як правило, навколо промислового підприємства, населеного пункту і т.п. місць.

Роблячи негативний вплив на навколишнє середовище, забруднення, у свою чергу, можуть піддаватися певній дії навколишнього середовища. За цією ознакою (тобто за дією з боку навколишнього середовища) забруднення підрозділяються на:

- *стійкі (неруйновані);*
- *нестійкі, руйновані під дією природних хіміко-біологічних процесів.*

#### **Зупинимось на забрудненні гідросфери.**

*Під забрудненням природних вод* розуміють зміну їх фізичних, хімічних, біологічних та інших параметрів, що є причиною шкідливої дії на людину або природу, а також обмеження можливості використання води. Причинами забруднення природних водойм є ряд факторів як природного, так і

антропогенного характеру.

За ДСТУ 3041-95, забруднення води – це надходження до водного об'єкта фізичних, хімічних чи біологічних речовин чи енергії, що спричиняє погіршення якості води.

Розглядаючи питання проблеми забруднення природних водойм і гідросфери в цілому, виділяють три аспекти, які дозволяють зрозуміти складність і комплексність цієї проблеми:

- 1) наслідки забруднення гідросфери;
- 2) види забруднення природних водойм;
- 3) основні джерела забруднення природних водойм.

Основні проблеми забруднення гідросфери показано на рис. 4.1. Як видно з рисунку, виділяють три основних глобальних наслідки забруднення гідросфери, що є взаємозв'язаними. Потрапляння у природні водойми високотоксичних речовин, зміна фізичних та біологічних параметрів водойм внаслідок господарської діяльності людини є причиною зміни природних умов у водоймах. Це може стати причиною загибелі фіто-, а згодом і зоопланктону. Загибель планктону є найбільш небезпечним наслідком забруднення гідросфери і цьому є кілька причин.

Фахівці-екологи виділяють *п'ять видів забруднення водойм*: фізичне, хімічне, біологічне, теплове і радіоактивне.

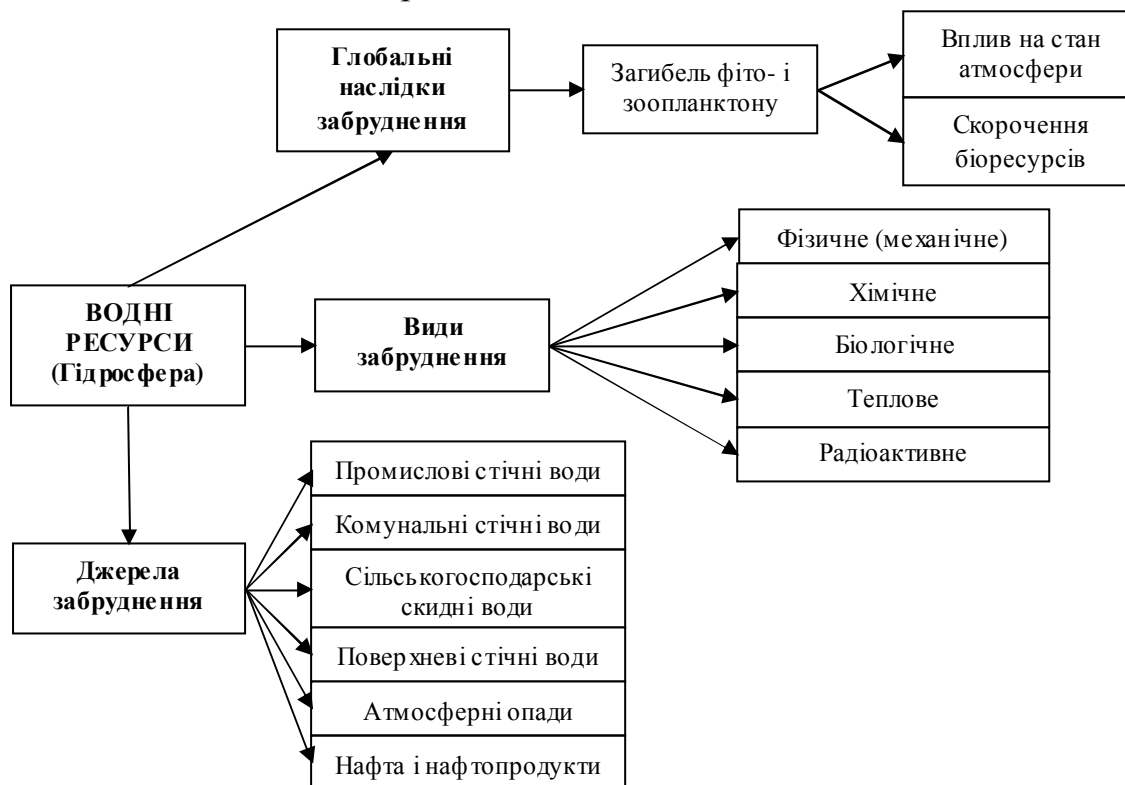


Рис. 4.1 – Основні аспекти забруднення гідросфери

До *фізичного забруднення* відносять зростання у воді кількості нерозчинних компонентів – піску, глини, мулу тощо, що призводить до обміління річок і замулювання озер. Джерелами фізичного забруднення є



поверхневі стічні води, тобто змивання дощовими водами частинок ґрунтів внаслідок ерозії, осідання атмосферного пилу і кіптяви. Нерозчинні компоненти не тільки погіршують якість вод, але і впливають на кругообіг речовин у водоймах.

До *хімічного забруднення* природних вод відносять потрапляння в них органічних і неорганічних компонентів, внаслідок чого змінюється сольовий склад вод, їх кислотність або інші параметри. Значна кількість хімічних інгредієнтів-забруднювачів є токсичними. Якщо хімічні інгредієнти містять біогенні елементи, передусім це сполуки фосфору й азоту, то можливий розвиток евтрофування водойм. Джерелами хімічного забруднення природних водойм є промислові стічні води, комунальні стічні води і сільськогосподарські скидні води, нафта і нафтопродукти, атмосферні опади.

До *біологічного забруднення* водойм відносять потрапляння у воду компонентів живої природи. Розрізняють бактеріологічне забруднення водойм і суто біологічне. Під бактеріологічним забрудненням розуміють потрапляння у водойми бактерій, вірусів, деяких простіших, які можуть бути збудниками різноманітних хвороб і тому являють небезпеку для людей, тварин та навіть рослин. Біологічне забруднення зумовлено потраплянням у водойми безхребетних, ракоподібних та вищих представників живої природи, що може бути причиною порушення біологічної рівноваги внаслідок витіснення із водойм реліктів. Мігранти, як правило, є більш пристосованими до факторів довкілля, ніж релікти. Джерелами бактеріологічного забруднення є комунальні стічні води й промислові стічні води підприємств деяких галузей промисловості, зокрема харчової, біосинтезу, деревопереробної тощо. Біологічне забруднення потрапляє у водойми при паводках внаслідок сполучення різних водойм, тощо.

*Теплове забруднення* – це потрапляння у природні водойми нагрітих вод. Підвищення температури води у водоймах являє подвійну небезпеку. По-перше, із зростанням температури води водойм зменшується розчинність у воді кисню, що може стати причиною замору. По-друге, підвищення температури води сприяє бурхливому розвитку одноклітинних зелених водоростей і розвитку евтрофування. Крім того, збільшення температури води сприяє гниттю і формуванню боліт. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водоймищ і шкідливо впливає на їх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26-30°C, діє на риб та інших мешканців водоймищ пригноблююче, а якщо температура води підіймається до 36°C, риба гине. Джерелами теплового забруднення природних водойм є скидання нагрітих вод ТЕС, АЕС та теплої води від охолоджувальних агрегатів.

*Радіоактивне забруднення* природних водойм – це потрапляння в них радіонуклідів, які можуть справляти на живі організми негативний вплив, викликаючи соматичний і мутагенний ефекти. Джерелами радіоактивного забруднення водойм є підприємства атомної енергетики, збройні сили, підприємства, які у технологічному циклі використовують джерела

іонізуючого випромінювання.

Забруднення природних водойм являє небезпеку і для людини, причому не тільки через зміну якості води, але внаслідок *накопичення* забруднюючих речовин в рибі та інших продуктах моря. Прогресуюче збільшення вмісту шкідливих сполук кожної наступної ланки трофічного ланцюга називається *кумулятивним ефектом*. Частина інгредієнтів, зокрема хімічні речовини, радіонукліди тощо може залучатись до трофічного ланцюга водойм і, внаслідок біологічного накопичення при русі по трофічному ланцюгу, окремі компоненти можуть доходити до вершини трофічної піраміди, наприклад, риба, в тому числі хижа, водоплаваючі птахи, водні ссавці, причому в значно більших кількостях. Коефіцієнти біологічного накопичення можуть сягати від 5-10 до 1000-10000 разів. Під коефіцієнтами накопичення розуміють відношення кількості інгредієнта в біологічному об'єкті до його кількості у об'єкті довкілля, зокрема у воді. Це стосується компонентів, які володіють здатністю до біокумуляції (важкі метали, хлорорганічні пестициди тощо) або накопичуються в певних органах (радіонукліди: Sr-90 - у кістках, Cs-137 - у м'язовій тканині, I-131 - у щитовидній залозі).

Біологічне накопичення забруднюючих воду речовин при русі по трофічному ланцюгу водойм можна представити таким чином: якщо вміст забруднюючої речовини у воді прийняти за 1, то у фітопланктоні його вміст буде в 5-10 разів більше, в зоопланктоні - ще в 10-15 разів більше, в нехижій рибі - ще в 5-10 разів, у хижій рибі ще в 5 разів. Отже для хижих риб (щука, окунь, судак тощо) коефіцієнт накопичення може сягати 1000 і більше. Для прикладу, на рис. 4.2. показано накопичення Sr-90 у трофічному ланцюгу невеликого озера біля АЕС.

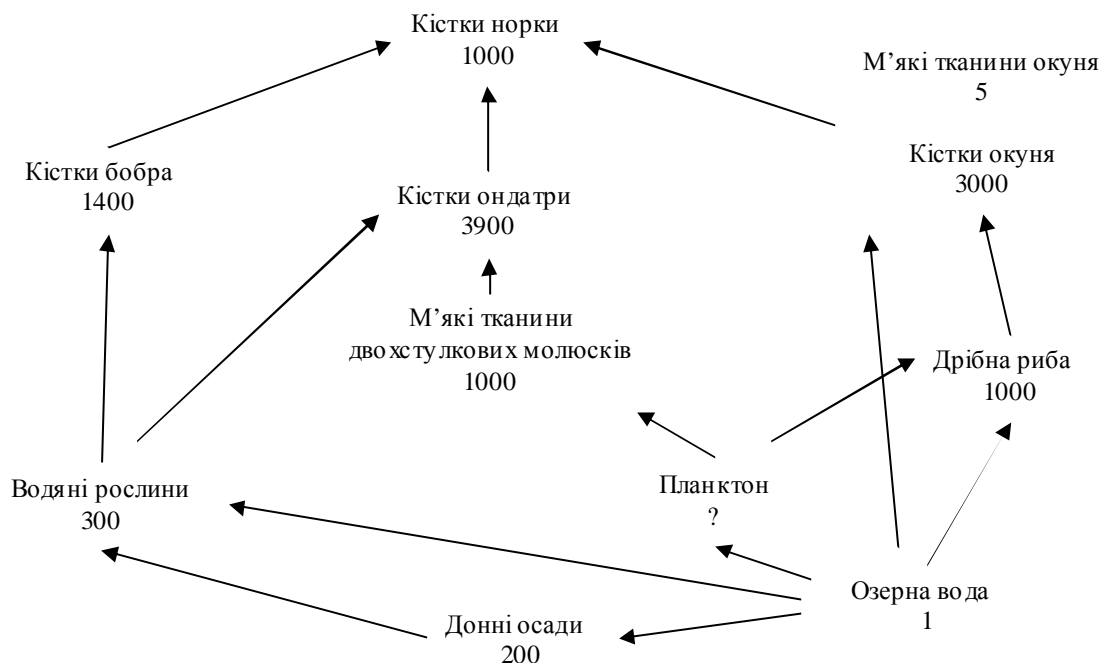


Рис. 4.2 – Накопичення  $^{90}\text{Sr}$  в різних частинах сітки харчування одного невеликого канадського озера Перк-Лейк (за Ю. Одумом, 1986): цифри вказують середні коефіцієнти накопичення відносно озерної води, коефіцієнт накопичення якої прийнято за одиницю

Отже явище біологічного накопичення слід враховувати при встановленні нормативів кількості скидів забруднюючих речовин у природні водойми.

Як було зазначено (рис. 4.1), виділяють шість основних джерел забруднення природних водойм. Найбільш потужним з них є *промислові стічні води*, які характеризуються великими об'ємами та різноманітністю хімічного складу. Крім того, ці стічні води часто мають підвищену температуру. Стічні води є самим багатотоннажним відходом промисловості. Ці води утворюються на підприємствах різних галузей промисловості і вони мають різноманітний хімічний склад.

**Промислові забруднення** бувають:

- *механічні* (запилення атмосфери, тверді частинки і різноманітні предмети у воді і ґрунті);
- *хімічні* (газоподібні, рідкі і тверді хімічні сполуки і елементи, що потрапляють в атмосферу і гідросферу і вступають у взаємодію з навколишнім середовищем);
- *фізичні* (всі види енергії як відходи різноманітних виробництв — теплової, механічної, зокрема вібрації, шум, ультразвук, освітлення);
- *біологічні* (всі види організмів, що з'явилися за участю людини і завдавали шкоди йому самому або живій природі).

На схемі (рис. 4.3) наведена класифікація промислових забруднень навколишнього середовища. Як видно, забруднення підрозділяються на дві основних групи: *матеріальні* (речовини), включаючи механічні і хімічні забруднення, і *енергетичні* забруднення. Об'єднання механічних і хімічних забруднень в I групу обумовлене тим, що велика частина речовин чинить на навколишнє середовище обидва роди дії, а деякі види забруднень (радіоактивні) можуть бути – матеріальними і енергетичними.

Другим потужним джерелом забруднення природних водойм є *комунально-побутові стічні води*, тобто стічні води міст і селищ. Ці стічні води характеризуються наявністю в них миючих засобів, органічних речовин, компонентів біогенного характеру, в тому числі фекалії тощо. Потрапляння таких стоків у природні водойми викликає розвиток їх евтрофування, внаслідок наявності значної кількості органічних речовин та сполук фосфору і азоту, а наявність в них різноманітних збудників хвороб, зокрема яйця гельмінтів, анізакіди, хвороботворні віруси і бактерії, робить їх небезпечними для людей і тварин. Вирішення цієї проблеми можливе лише при правильній організації роботи каналізаційних мереж та очисткою стічних вод.



Рис. 4.3 – Класифікація промислових забруднень навколишнього середовища (загальна)

*Сільськогосподарські скидні води*, що потрапляють у природні водойми із орних земель, являють подвійну небезпеку. По-перше, разом із скидними водами у водойми потрапляє значна кількість мінеральних добрив. Якщо це азотні або фосфорні добрива, розвивається евтрофування водойм, а в придонних шарах, внаслідок створення анаеробних умов, формується стійка і незворотна сірководнева зона. Формування такої зони призводить до втрати водойми. Якщо із сільськогосподарськими скидними водами у природні водойми потрапляють калійні добрива, то це призводить до зміни мінерального складу води і надає їй гіркої присмаку, що може бути причиною загибелі гідробіонтів. По-друге, сільськогосподарські скидні води можуть містити пестициди різного класу, зокрема гербіциди, бактерициди, інсектициди, зооциди тощо, а, за рахунок високої біологічної активності останніх, це призводить до порушення біологічної рівноваги у водоймах. Причинами цього може бути загибель представників флори (потрапляння гербіцидів), бактерій (потрапляння бактерицидів), представників фауни (потрапляння зооцидів), тощо. Для попередження цих явищ необхідно вдосконалювати методи ведення сільського господарства.

*Поверхневі стічні води* є джерелами фізичного забруднення природних водойм, що призводить до їх обміління та замулювання. В той же час, поверхневі стічні води разом з атмосферними опадами можуть вимивати місцевий та промисловий бруд, який потрапляє у природні водойми. Для попередження цих явищ необхідно каналізувати міста, використовувати дренаж.

*Атмосферні опади* як джерела забруднення природних водойм відіграють особливу роль в промислових районах та в прибережних морських зонах. Атмосферні опади промислових районів можуть містити кислотні компоненти, пил та кіптяву. Атмосферні опади прибережних морських зон можуть містити домішки солей, що є причиною зміни сольового складу прісних водойм.

*Нафта і нафтопродукти* відносять до окремої групи джерел забруднення природних водойм, хоча їх складові забруднення можна віднести до хімічного забруднення. Це зумовлено тим, що нафта і нафтопродукти, які перебувають у воді у вигляді емульсій, надають особливого впливу на екологію водойм та їх мешканців і забруднення водойм цими сполуками являє подвійну небезпеку! По-перше, нафтопродукти є токсичними для ряду гідробіонтів. При концентрації нафтопродуктів у воді  $\geq 0,05$  мг/дм<sup>3</sup> змінюються смакові якості риби, вона набуває присмаку нафти від якого неможливо позбутися; при концентрації нафтопродуктів  $\geq 0,5$  мг/дм<sup>3</sup> гине більша частина риб, а при концентрації нафтопродуктів у водах  $\geq 1,2$  мг/дм<sup>3</sup> гине планктон, бентос, водоплаваючі птахи. По-друге, при потраплянні нафти у водойми, вона утворює молекулярну плівку, яка перешкоджає газовому і вологообміну між атмосферою і водоймою, а відтак, порушує біохімічний режим водойм, зменшує кількість розчиненого у воді кисню, тощо. Так, при потраплянні у водойм 1 тонни нафти утворюється молекулярна плівка площею до 12 км<sup>2</sup>.

Джерелами забруднення природних вод нафтою і нафтопродуктами є нафтодобувні й нафтопереробні підприємства, бази і флот. Причинами забруднення водойм є аварійні розливи нафти і нафтопродуктів. Особливою проблемою нафтодобування є вилучення разом з нафтою пластових вод, які характеризуються високою мінералізацією і високим вмістом нафтопродуктів (до 3-10 г/дм<sup>3</sup>). Вирішенню проблем, які пов'язані із забрудненням природних водойм нафтопродуктами, сприятиме вдосконалення процесів добування та транспортування нафти і нафтопродуктів.

Отже будь-яке забруднення природних водойм являє певну небезпеку.

#### **4.3. Процеси самоочищення природних водойм**

У природі існують механізми, за рахунок яких проходить самоочищення водойм від забруднювальних речовин і будь-яка господарська діяльність людини повинна бути напрямлена на підтримання цих процесів. Під **самоочищенням природних водойм** розуміють сукупність гідродинамічних, фізико-хімічних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших процесів, які призводять до відновлення фонового стану водного джерела. Це можливе або шляхом деструкції речовин, або шляхом їх переведення в малорухому (нерозчинну) форму.

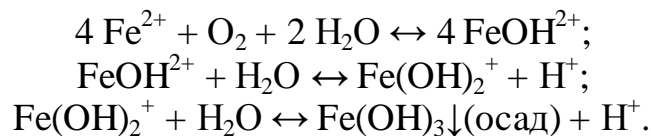
Механізми і швидкість процесів самоочищення природних водойм залежать від природи і властивостей забруднювальних речовин, а також від їх кількості. *Розведення* тобто зменшення концентрації забруднювальних речовин у воді сприяє самоочищенню природних водойм.

При забрудненні природних водойм органічними речовинами, механізм

самоочищення залежить від природи речовини, особливості структури, та її токсичності. Якщо органічна речовина є нетоксичною або малотоксичною для гідробіонтів, найбільш імовірним механізмом самоочищення є біохімічне окислення в аеробних або анаеробних умовах. Якщо органічна речовина є токсичною, то найбільш імовірним механізмом її перетворення буде процес хімічної деструкції, переважно окислення. На швидкість цих процесів впливають ряд факторів, зокрема температура, концентрація розчиненого у воді кисню, тощо.

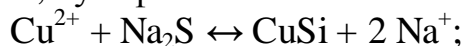
Якщо у природні водойми потрапляють неорганічні сполуки, то залежно від їх хімічних властивостей, можливі наступні механізми перетворення:

- *нейтралізація* компонентів кислотного та основного характеру за рахунок природних буферних систем, які характеризуються високою буферною ємністю. Серед поширених природних буферних систем слід відмітити карбонатні й фосфатні;
- *гідроліз*, тобто взаємодія речовин з водою з утворенням малодисоційованих сполук. Цей механізм домінує при самоочищенні водойм від іонів високозарядних катіонів, зокрема  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  тощо, причому процес гідролізу є ступінчастим. Іноді гідролізу передують процес окислення:



При осадженні пластівців гідроксидів металів проходить інтенсивна коагуляція, що сприяє видаленню із води колоїдів;

- *хімічне осадження*, тобто утворення малорозчинних речовин. Іноді має місце співосадження. Цей механізм переважає при самоочищенні водних джерел від сполук важких металів, внаслідок утворення нерозчинних сульфідів, карбонатів, сульфатів:



- *сорбція* на природних суспензіях, тобто часто має місце утворення комплексних сполук іонів металів з природними полімерами, наприклад, гуміновими та фульвокислотами, внаслідок чого рухливість іонів у водному середовищі зменшується. Іноді можлива взаємодія з природними сорбентами, наприклад, цеолітами, слюдами, тощо.

Отже в природі є багато механізмів самоочищення водойм від забруднювальних речовин, а швидкість цих процесів визначається багатьма факторами. Тому, при встановленні нормативів скидів забруднювальних водних речовин слід враховувати можливість їх хімічного перетворення у водному середовищі і не допускати у скидах речовин, які перешкоджають самоочищенню водних джерел. Цей аспект захисту водного середовища від забруднення має бути пріоритетним.

#### **4.4. Стихійні природні екологічні катастрофи**

Негативні наслідки нераціонального використання природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища поступово накопичуються і створюють надзвичайні ситуації і екологічні катастрофи.

До основних стихійних екологічних катастроф можна віднести такі:

**Глобальне потепління.** Виражається в поступовому підвищенні середньорічної температури на 0,3-0,7°C в результаті накопичення в атмосфері так званих «парникових газів» - діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), метану ( $\text{CH}_4$ ), хлор-, фторвуглеців (фреонів), озону ( $\text{O}_3$ ), оксидів азоту та ін.

Парникові гази перешкоджають тепловому випромінюванню з поверхні Землі. Атмосфера, насичена парниковими газами діє, як дах теплиці: пропускає всередину велику частину сонячного випромінювання і майже не пропускає назовні тепло, перевипромінюване Землею. Тобто, «*парниковий ефект*» - це задержання значної частини теплової енергії Сонця біля земної поверхні.

Одним з негативних наслідків глобального потепління останнім часом багато вчених вважають підкислення вод океану. "Якщо концентрація вуглекислого газу в атмосфері від дій цивілізації продовжить рости, то до 2100 року океани Землі стануть настільки кислими, що загрожуватимуть всьому морському життю способами, якими ми не можемо зараз повною мірою розрахувати". Це коментар доктора Кена Калдейрі з Відділення глобальної екології суспільства Карнегі (Carnegie Institution Department of Global Ecology). Коли газ  $\text{CO}_2$  розчиняється в океані, він виробляє вугільну кислоту ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), яка є агресивною і згубною для раковин морських організмів.

**Порушення озонового шару.** Озоновий шар охоплює всю земну кулю і розташовується на висотах від 10 до 50 км з максимальною концентрацією озону на висоті 20-25 км.

Озон відіграє захисну роль, поглинаючи шкідливе для всього живого ультрафіолетове випромінювання Сонця. Найбільш шкідливі для людини наслідки цієї катастрофи – збільшення числа захворювань раком шкіри та катарактою очей. Згідно з даними ООН, зменшення озонового шару всього на 1% означає появу в світі 100 тис. нових випадків катаракти та 10 тис. випадків раку шкіри.

Крім того виснаження озонового шару приводить до посилення парникового ефекту, загальному забрудненню навколишнього середовища і т.п.

**Випадання кислотних дощів.** *Кислотні дощі* утворюються при промислових викидах в атмосферу діоксиду сірки і оксиду азоту, які з'єднуються з атмосферною вологою утворюють сірчану і азотну кислоти. В результаті дощ і сніг є підкисленими (число рН нижче 5,6). У Баварії (ФРН) в серпні 1981 р. випали дощі з кислотністю рН = 3,5. Максимальна зареєстрована кислотність опадів у Західній Європі – рН = 2,3.

Велике значення має дослідження кислотності природних водойм, адже всі гідробіоти є чутливими до активної реакції води. Нагадаємо, що кислотність (рН-фактор) вимірюється від 1 до 14, з нейтральним рівнем в 7 одиниць. Низький рН-фактор – це велика кислотність середовища. Для того,

щоб проілюструвати важливість рН води, відзначимо наступне: при рН 6,0 – вмирають краби, при рН 3,0 – вмирає риба, і всяке життя вмирає при рН 2,5.

Ще одна серйозна проблема глобального масштабу – **запустинювання території суші**. Внаслідок нераціонального природокористування щорічно з господарського обороту випадає безповоротно 6 млн. га земель, а ще 20 млн. га потребує таких витрат на рекультивацію, що роблять їх подальше використання в якості пашні та пасовищ економічно не вигідним.

**Зміна магнітного поля Землі.** Магнітне поле Землі – основа існування життя, регулятор процесу розмноження, нейромоторних активностей живих організмів, обміну речовин. За час геологічної історії Землі її магнітне поле змінювало свою напруженість і навіть знак неодноразово, що видно за магнітними властивостями порід. Нинішня магнітна епоха умовно названа епохою прямої полярності, триває вона вже близько 700 тисяч років і характеризується повільним зниженням напруженості поля. Якщо так піде і далі, то десь через 2 тисячі років вона впаде до нуля, щоб через певний час «безмагнітної епохи» знову почати зростати, але вже з протилежним знаком. В період нульової напруженості поля багато живих організмів загинуть, змінюючи свої якості. Але це ще не все – магнітне поле захищає Землю від потоку сонячних і космічних частинок, що впливають на генетику організмів, відхиляючи їх траєкторії і закручуючи навколо нашої планети.

**Спалахи новітніх зірок:** зірки раптом починають випромінювати колосальну кількість світла, супроводжуючи це явище потоками великих доз ультрафіолетових, рентгенівських випромінювань і космічних променів високої енергії. Це відбувається в середньому один раз в 100 років в Галактиці і в 750 млн. років в нашій Сонячній системі.

**Метеоритні вибухи** супроводжуються падінням на Землю великих космічних тіл (метеоритів, астероїдів, комет) з великою швидкістю і масами, що приводять до переходу їх кінетичної енергії в теплову.

**Інші катастрофи** мають локальний характер, і вплинути на еволюцію біосфери в цілому не можуть, але вони приносять значний матеріальний збиток і приводять до людських жертв. До цих явищ відносяться: урагани (за останні декілька років урагани забрали понад 500 тисяч людських життів і завдали збитки на суму більше 5 млрд. доларів), повені, землетруси (виділяється колосальна енергія), тайфуни, обмерзання, виверження вулканів.

**Непродумана діяльність людини.** Найбільшу шкоду навколишньому середовищу і в першу чергу самій собі спричиняє людина (війна, геноцид, ядерні катастрофи, суцільне знищення фауни і флори, „завоювання" морів і океанів і т.д.).

#### ***4.5. Екологічна ситуація в Україні***

Україна – промислово розвинена країна, яка характеризується високим рівнем концентрації промисловості і сільського господарства, екологічно необґрунтованою господарською діяльністю, що в свою чергу, перетворило її на одну з найбільш неблагополучних в екологічному сенсі країн.



Загальний земельний фонд України – 60 млн. га, з яких 57% складають чорноземи. На одного мешканця України доводиться 0,8 га сільськогосподарських угідь, і лише 8% території її знаходиться в природному, природному стані.

Переважаюча кількість урожайних земель, висока щільність населення і обробка сільськогосподарських угідь привели до зростаючих ерозійних процесів; щорічно площа знищених ерозією земель збільшується на 70-80 тис. гектарів, що веде до зниження їх врожайності, зменшення вмісту гумусу.

Серйозну загрозу екології наносять техногенні викиди промислових підприємств, забруднення важкими металами, інтенсивна концентрація мінеральних добрив і пестицидів.

Незадовільно здійснюється відновлення відпрацьованих промисловістю земель, при цьому якість рекультивації земель настільки низька, що врожайність цих земель стає уполовину нижче природною.

Розробка корисних копалини здійснюється більш ніж в 5000 родовищ, освоєння яких не ведеться комплексно. Внаслідок такого природокористування в надрах землі залишається або втрачається до 70% розвіданих запасів нафти, 50% – солей, 40% – вугілля, 25% – металів; тільки третина здобутих корисних копалини використовується (інше йде у відвали, підсипає, шлаконаповнювачі).

При аварії на ЧАЕС 150 тис. мешканців отримали опромінювання, що перевищують дози, заразилися радіонуклідами відкриті водоймища і річки Прип'ять, Уж, Тетерів, Ірпінь, Дніпро та ін., що привело до захворювань органів дихання, травлення, ендокринної системи, системи кровообігу людей. На атомних електростанціях скопилось тисячі тонн відпрацьованого палива, десятки мільйонів літрів рідких радіоактивних відходів, більше 70 млн. м<sup>3</sup> радіоактивних відходів (РАВ) зібрано у відвалах і хвостосховищах уранової, гірничодобувної і перероблюючої промисловості, радіонуклеїнами заражене 4,6 млн. га.

Проблема питної води в Україні дуже гостра. Україна є однією з самих маловодозабезпечених країн Європи. Щорічно вона використовує 30 млрд. м<sup>3</sup> води, при цьому у водний басейн скидається близько 3,5 млрд. м<sup>3</sup> стічних вод. Централізованим водопостачанням забезпечено 70% населення при цьому каналізаційні мережі не встигають за зростанням водопровідної мережі.

По Україні протікає більше 22 тисяч річок, але в них викидається колосальна кількість гумусу, добрив і хімічних речовин захисту рослин, що змиваються з полів, відходи тваринницьких комплексів, цукрових заводів, нафтопродуктів, фенолів, органічних речовин, сполук азоту і важких металів. Річки псують також непродумані вирубки лісу, розорення прибережних зон, осушення боліт і т.д.

Будівництво шести електростанцій на Дніпрі потягнуло за собою створення великих водосховищ, які вивели з сільгоспобороту 500 тис. гектарів урожайних земель, затопили близько 100 тис. гектарів прилеглих ним земель, знищили величезні масиви садів, а в той же час в них самих акумулюються шкідливі речовини, «квітне» вода і рушаються береги. Все це в сумі привело до

екологічних катастроф Чорного і Азовського морів.

В атмосферу України щорічно викидається близько 8 млн. тонн шкідливих речовин (з яких тільки 3/4 знешкоджується) і близько 2,7 млн. тонн викидів автотранспорту. Основними забруднювачами є підприємства металургії (33% всіх викидів), енергетики (30%), вугільної промисловості (10%), хімічної і нафтохімічної промисловості (8%).

Україна – малолісна країна (ліс складає близько 14% її території), але, тим не менше, ліси інтенсивно експлуатуються, гинуть від викидів підприємств і пожеж, вирубки. В результаті Чорнобильської аварії загинуло 3,3 млн. га лісів.

З негативним впливом екології України пов'язаний і процес погіршення здоров'я людей, середня тривалість життя яких складає 70 років (39 місце в світі). Починаючи з 1998 року рівень смертності перевищує рівень народжуваності на 5%, щорічно зростає кількість дітей-мутантів, що народжуються.

Багато сіл скидають каналізаційні стоки до Дністра і його притоків або складують сміття на його берегах. Все це відбувається на всіх річках і притоках України. Ця проблема вимагає вирішення. Країні потрібні не тільки та або інша продукція, той або інший об'єм здобутої сірки, нафти, газу і руди, але і здорові, життєрадісні люди, на яких не впливають екологічні катастрофи.

Миколаївський гірничо-цементний завод викидає в атмосферу десятки тонн тонкого цементного пилу, який сприяє деградації земель, обумовлює захворювання людей. По тисячі тонн забруднень викидає щорічно Бурштінська ДРЭС; по 45 т хлора, хлористого водню, дихлоретану, окислу вуглецю, вуглеводнів, нафти забезпечує атмосферу Калушське ПО «Хлорвініл». Цей ряд можна продовжувати до безконечності.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. У чому полягає забруднення навколишнього середовища? Джерела забруднення.
2. Дайте оцінку проблемі забруднення природних водойм та наслідків цих процесів.
3. У чому полягає фізичне і хімічне забруднення води?
4. Чому нафта і нафтопродукти вважаються одними з найнебезпечніших забруднювачів Світового океану?
5. Охарактеризуйте біологічне і теплове забруднення води.
6. Охарактеризуйте основні джерела забруднення поверхневих вод.
7. Чому необхідно враховувати явище кумуляції при нормуванні скидів забруднювальних речовин у природні водойми?
8. На які групи діляться галузі промисловості за дією на навколишнє середовище?
9. Класифікація забруднень навколишнього середовища.
10. Розкрийте основні стихійні природні екологічні катастрофи.
11. Розкрийте екологічну ситуацію в Україні.

## Тема 5. Екологічний моніторинг. Контроль рівня забруднення навколишнього середовища

- 5.1. Екологічний моніторинг. Загальні поняття. Класифікація.
- 5.2. Контроль рівня забруднення повітряного басейну.
- 5.3. Контроль рівня забруднення водного басейну.

### **5.1. Екологічний моніторинг. Загальні поняття. Класифікація**

У різних видах наукової і практичної діяльності людини для вивчення властивостей предметів і явищ відвіку застосовується метод спостереження – спосіб пізнання, заснований на відносно тривалому цілеспрямованому і планомірному сприйнятті предметів і явищ навколишньої дійсності. У ХХ ст. в науці виник термін *моніторинг* для визначення системи цілеспрямованих повторних спостережень за одним або декількома елементами навколишнього природного середовища в просторі й часі.

В останні десятиліття суспільство все ширше використовує у своїй діяльності відомості про стан природного середовища. Ця інформація потрібна в повсякденному житті людей, при господарюванні, в будівництві, при надзвичайних обставинах – для сповіщення про небезпечні явища природи, що насуваються. Але зміни в стані навколишнього середовища відбуваються і під впливом біосферних процесів, пов'язаних з діяльністю людини. Визначення внеску антропогенних чинників в ці зміни є важливим і непростим завданням.

Відповідно до визначення, що стало вже канонічним, *екологічний моніторинг* – це інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін в стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на тлі природних процесів.

Система екологічного моніторингу повинна накопичувати, систематизувати й аналізувати інформацію:

- про стан навколишнього середовища і його зміни;
- про причини спостережуваних і вірогідних змін стану (тобто про джерела і чинники дії);
- про допустимість навантажень на середовище в цілому і на її окремі компоненти;
- про існуючі резерви біосфери.

*Моніторинг включає три основні напрями діяльності* (рис. 5.1):

- спостереження за чинниками дії і станом середовища;
- оцінку фактичного стану середовища;
- прогноз стану навколишнього природного середовища і оцінку прогнозованого стану.

Метою екологічного моніторингу є оптимізація відносин людини з природою, екологічна орієнтація господарської діяльності.

Таким чином, згідно з природоохоронним законодавством, екологічний моніторинг є інструментом екологічного регулювання, що дозволяє створити інформаційну базу, необхідну для виконання завдань екологічного управління і контролю.

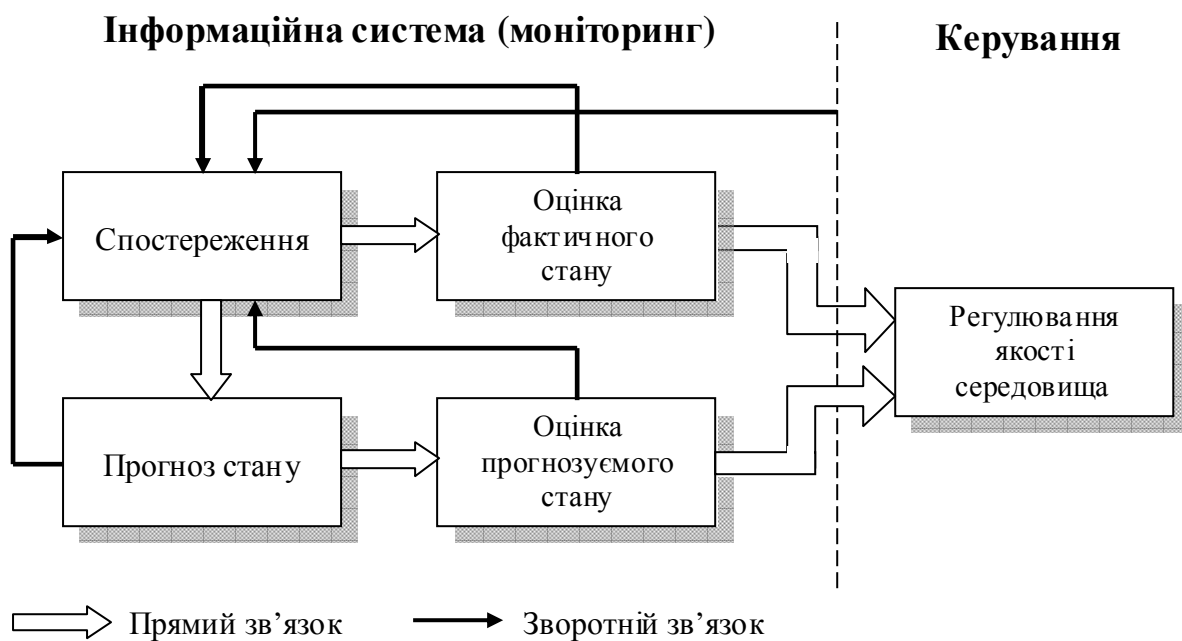


Рис. 5.1 – Блок-схема системи моніторингу

Існують різні підходи до *класифікації* моніторингу (за характером вирішуваних задач, за рівнями організації, за природними середовищами, за якими ведуться спостереження). Відбита на рис. 5.2 класифікація охоплює весь блок екологічного моніторингу: спостереження за джерелами і чинниками антропогенної дії, абіотичною складовою біосфери і у відповідь реакцією екосистем на ці зміни. Таким чином, екологічний моніторинг включає як геофізичні, так і біологічні аспекти, що визначає широкий спектр методів і прийомів досліджень, використовуваних при його здійсненні.

Моніторинг джерел впливу	<b>Джерела впливу</b>			
Моніторинг факторів впливу	<b>Фактори впливу</b>			
	Фізичні	Біологічні		Хімічні
Моніторинг стану біосфери	<b>Природні середовища</b>			
	Атмосфера	Океан	Поверхня суші з річками та озерами	Біота
	Геофізичний моніторинг			Біологічний моніторинг

Рис. 5.2 – Класифікація екологічного моніторингу

## 5.2. Контроль рівня забруднення повітряного басейну

Нормальний хімічний склад атмосферного повітря сприяє нормальному функціонуванню екологічних систем, забезпечує кругообіг ряду хімічних елементів, сприяє розвитку флори і фауни. Хоча до основного хімічного складу повітря приземного шару атмосфери входять тільки чотири інгредієнти, в звичайних умовах в ньому присутня значна кількість різноманітних газоподібних, твердих та рідких компонентів. Всі вони можуть так чи інакше впливати на різноманітні процеси. Окремі газоподібні компоненти можуть бути токсичними і надавати безпосереднього шкідливого впливу на живі організми. Тверді компоненти можуть надавати як прямого шкідливого впливу на організми, так і опосередковано – в результаті порушення температурно-вологового режиму в зонах підвищеної забрудненості.

Під забрудненням атмосфери розуміють потрапляння в неї речовин будь-якого походження, які або не властиві природному складу атмосфери, або знаходяться в концентраціях, що значно відрізняються від їх природного вмісту в атмосфері і які шкідливо впливають на живі організми та пригнічують їх життєдіяльність. Це, насамперед, стосується приземного шару атмосфери.

Для оцінки стану атмосферного повітря та можливості його контролю проводять класифікацію забруднюючих атмосферу речовин за різними ознаками.

За походженням всі джерела забруднення атмосфери поділяють на природні й антропогенні. До природних джерел забруднення атмосфери відносять виверження вулканів, лісові пожежі, поверхні вивітрювання тощо. Крім того, до природних джерел забруднення атмосфери відносять космічний пил, сонячне та космічне випромінювання тощо. Серед основних джерел антропогенного забруднення особливу увагу слід приділяти викидам промислових підприємств та енергетичних систем. На цих підприємствах джерелами забруднення атмосфери є неутилізовані відходи, які утворюються в результаті обміну речовин та енергій підприємства та довкілля. Основними забруднювачами атмосферного повітря є оксиди вуглецю ( $\text{CO} + \text{CO}_2$ ), діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксиди азоту ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ), вуглеводні  $\text{C}_n\text{H}_m$ , пил, біологічні забруднення тощо.

За ГОСТ 17.2.1.01-76, забруднюючі атмосферу речовини класифікують за агрегатним станом та кількістю речовин. За агрегатним станом забруднюючі атмосферу речовини поділяють на газоподібні, пароподібні (пари органічних розчинників), тверді й рідкі. Останні утворюють в повітрі аерозолі.

Всі забруднювачі атмосферного повітря об'єднують в дві основні групи: матеріальні й енергетичні.

У свою чергу, матеріальні забруднювальні атмосферу речовини поділяють на хімічно інертні (нетоксичні) та хімічно активні (токсичні). Токсичними називають такі інгредієнти, які при перевищенні певних граничнодопустимих концентрацій (ГДК) спричиняють загибель живих істот або пригнічують їхню життєдіяльність, в тому числі впливають на здоров'я людей. Нетоксичними є такі інгредієнти, які необхідні для розвитку живих

організмів або вони не впливають на їхню життєдіяльність у межах певних концентрацій, що характерна для природного складу атмосферного повітря. Значне відхилення від меж природних концентрацій нетоксичних інгредієнтів може надавати негативного впливу на живі організми.

Забруднюючі атмосферу речовини класифікують на основі *характеру впливу на живі організми*. Виділяють п'ять основних груп забруднюючих речовин:

- *загальносоматичні*, які при певній кількісній дії можуть викликати отруєння всього організму, наприклад, оксид вуглецю (II), пари ртуті, неорганічні сполуки свинцю, тощо;
- *подразнювальні*, які викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок, наприклад, оксиди сірки та азоту, озон, хлор тощо;
- *алергени або сенсibiliзуючі*, тобто хімічно інертні речовини, які здатні викликати алергії та шкіряні захворювання типу екзем, наприклад, нетоксичний пил, квітковий пилок, тощо;
- *канцерогенні*, які викликають появу злоякісних пухлин, наприклад, бенз(а)пірен, азбест, сполуки хрому (VI), радон, тощо;
- *мутагенні*, які викликають небажані мутації в живих організмах, наприклад, радіонукліди, органічні сполуки свинцю, сполуки марганцю у вищих ступенях окислення, тощо.

Всі перераховані забруднюючі речовини викликають так зване матеріальне забруднення атмосфери, яке може надавати негативного впливу не тільки на живі організми, але і на неживу природу.

Відповідно до Закону України "Про охорону атмосферного повітря" проводиться нормування якості повітря та нормування антропогенного навантаження на повітряне середовище.

Нормування якості атмосферного повітря реалізується концепцією граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих атмосферу речовин.

Міністерством охорони здоров'я України встановлено ГДК для понад 1000 хімічних речовин, але ГДК встановлюють залежно від часу перебування людей в зоні дії забруднюючих речовин і від контингенту людей, що піддаються дії шкідливих факторів.

Для селітебних зон (територія міста, селища тощо) встановлюються дві величини ГДК забруднюючих атмосферу речовин – максимально разова (ГДК<sub>МР</sub>) та середньодобова (ГДК<sub>СД</sub>). У селітебних зонах можуть знаходитись люди всіх категорій (в т.ч. діти, люди похилого віку і люди з послабленим здоров'ям тощо) і, залежно від часу перебування людей в зоні встановлюються відповідні ГДК<sub>МР</sub> та ГДК<sub>СД</sub>.

ГДК<sub>МР</sub> встановлюється для речовин, що здатні викликати гострі рефлекторні реакції у людей, наприклад, лакриматорна дія, подразнення слизових оболонок, відчуття запаху, тощо. Метою ГДК<sub>МР</sub> є попередження гострих реакцій організму людини на наявність в атмосферному повітрі забруднювальних речовин при короткотривалій дії (20-30 хв.).

ГДК<sub>МР</sub> встановлюється для зон розсіювання або розповсюдження

забруднюючих атмосферу речовин в межах селітебних зон. У цих зонах не будують житлових та інших будівель, місць тимчасового перебування людей тощо. Людина в цій зоні може опинитись випадково і має покинути її протягом невеликого часу.

ГДК<sub>СД</sub> встановлюється для всіх забруднюючих атмосферу речовин з метою попередження негативних змін у стані здоров'я людей і нащадків у першому поколінні при необмежено тривалій щоденній дії шкідливих речовин на людину. Величини ГДК<sub>СД</sub> встановлюються для житлових районів тощо.

Із визначень і мети ГДК<sub>МР</sub> та ГДК<sub>СД</sub> зрозуміло, що величина ГДК<sub>МР</sub>, як правило, є більшою за величину ГДК<sub>СД</sub> для однієї і тієї ж самої речовини.

Для робочої зони встановлюються ГДК робочої зони (ГДК<sub>РЗ</sub>). Робочою зоною вважається простір до висоти 2 м, де робітник постійно або тимчасово перебуває. При встановленні ГДК<sub>РЗ</sub> передбачається, що люди, які перебувають в цій зоні, є відносно здоровими, періодично проходять медичний огляд і перебувають в цій зоні обмежений час (тривалість робочого дня). Метою ГДК<sub>РЗ</sub> є попередження відхилення у стані здоров'я людей, що виявляються сучасними методами, при дії шкідливих речовин протягом всього трудового стажу при тривалості робочого тижня не більше ніж 40 годин. ГДК<sub>РЗ</sub> може бути вища за ГДК<sub>МР</sub> чи ГДК<sub>СД</sub>, тому що впливу шкідливої речовини піддаються люди відносно здорові.

*Метою всіх величин ГДК є в першу чергу захист здоров'я людей від негативного впливу шкідливих речовин.*

Величини ГДК забруднюючих повітря речовин періодично переглядаються з врахуванням нових даних про токсичність відомих речовин, а переліки поповнюються новими шкідливими речовинами. Відповідно до Закону України "Про охорону атмосферного повітря", нормативи граничнодопустимих концентрацій забруднюючих повітря речовин та рівні шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів є єдиними для всієї території України. Для курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших окремих районів можуть встановлюватись більш строгі нормативи якості атмосферного повітря. *Дотримання вимог нормативів ГДК гарантує екологічно безпечний стан атмосферного повітря.*

Разом з гранично допустимою концентрацією, іншою найважливішою величиною, що характеризує рівень забруднення атмосферного повітря є гранично допустимий викид (ГДВ). На відміну від гранично допустимої концентрації гранично допустимий викид є науково-технічним нормативом, вимірюється в часі і встановлюється для кожного джерела організованого викиду за умови, що викид шкідливих речовин від даного джерела і від всієї сукупності джерел району з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створює приземної концентрації, що перевищує їх гранично допустимі концентрації для атмосферного повітря.

### 5.3. Контроль рівня забруднення водного басейну

Відповідно до "Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами", прісні води суходолу поділяють, залежно від характеру їх використання, на чотири категорії:

*I категорія* – водойми господарсько-питного водопостачання населення та підприємств харчової промисловості;

*II категорія* – водойми культурно-побутового призначення, що використовуються для рекреації, заняття спортом тощо;

*III категорія* – водойми рибогосподарського призначення для збереження та нересту особливо цінних порід риб, які чутливі до кількості розчинного у воді кисню та кількості завислих речовин;

*IV категорія* – водойми рибогосподарського призначення для збереження інших порід риб та їх нересту.

Згідно з категорією водойм, в місцях водокористування або водозабору при водоспоживанні, встановлені відповідні нормативи якості води, які об'єднані в дві групи: гігієнічні та санітарні (табл. 5.1). *Нормами якості води* називають установлені значення показників якості води, дотримання яких забезпечує потреби конкретних видів водокористування.

Для гігієнічної оцінки якості води використовують такі показники:

- ✓ кількість завислих речовин;
- ✓ температура;
- ✓ водневий показник;
- ✓ мінеральний склад води;
- ✓ концентрація розчиненого у воді кисню;
- ✓ біохімічне споживання кисню повне (БСК<sub>n</sub>);
- ✓ хімічне споживання кисню (ХСК);
- ✓ наявність збуджувачів хвороб тощо.

Для санітарної оцінки якості води використовують такі показники:

- ✓ граничнодопустимі концентрації забруднювальних воду речовин, з врахуванням лімітуючих ознак шкідливості;
- ✓ класи небезпеки хімічних речовин.

Норми показників якості води для кожної категорії враховують особливості використання або споживання вод, а для водойм рибогосподарського призначення враховується явище біокумуляції та чутливість деяких гідробіонтів (табл. 5.1). Найвищі вимоги до якості води ставляться у водоймах III та I категорії.

Для вод господарсько-питного і культурно-побутового призначення для нормування їх якості встановлюються ГДК<sub>В</sub> шкідливих речовин з урахуванням трьох лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичного, санітарного або загальносанітарного та санітарно-токсикологічного.*

Для вод рибогосподарського призначення - ГДК<sub>ВР</sub> з врахуванням п'яти лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичного, санітарного або загальносанітарного, санітарно-токсикологічного, токсикологічного та рибогосподарського.*



Таблиця 5.1 – Деякі гігієнічні й санітарні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	I категорія	II категорія	III категорія	IV категорія
Кількість завислих речовин	$\leq 0,25$ мг/дм <sup>3</sup>	$\leq 0,75$ мг/дм <sup>3</sup>	$\leq 0,25$ мг/дм <sup>3</sup>	$\leq 0,75$ мг/дм <sup>3</sup>
Кількість плаваючих домішок	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям масел та нафтопродуктів, відсутні інші домішки			
Кількість розчиненого кисню	$\geq 4,0$ мг/дм <sup>3</sup>	$\geq 4,0$ мг/дм <sup>3</sup>	$\geq 6,0$ мг/дм <sup>3</sup>	$\geq 4,0$ мг/дм <sup>3</sup>
БСК <sub>п</sub>	$\leq 3,0$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 6,0$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 3,0$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 3,0$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
ХСК	$\leq 15$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 30$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 15$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\leq 30$ мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Вміст токсичних речовин	Лімітується ГДК <sub>В</sub> (гігієнічними)		Лімітується ГДК <sub>ВР</sub> (рибогосподарськими)	
Водневий показник (рН)	6,5-8,0	6,5-8,5	6,5-8,0	6,5-8,0
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників захворювань			

Лімітуюча ознака шкідливості (за ДСТУ 3041-95) - це одна з ознак шкідливості речовин, що забруднюють воду, яка визначає їхній переважний негативний вплив і характеризується найменшим значенням ефективної-неефективної концентрації.

Кожна лімітуюча ознака шкідливості характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка показує прояв їх шкідливої дії, а саме:

- ✓ *органолептичний* показник шкідливості характеризує здатність речовин змінювати органолептичні властивості води, зокрема смак, запах, колір тощо;
- ✓ *загальносанітарний* показник шкідливості характеризує вплив речовин на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних реакцій за участю природної мікрофлори або хімічних перетворень;
- ✓ *санітарно-токсикологічний* показник характеризує шкідливу дію речовин на організм людини;
- ✓ *токсикологічний* показник шкідливості характеризує токсичність речовин для гідробіонтів, зокрема планктон тощо;
- ✓ *рибогосподарський* показник шкідливості характеризує вплив речовин на погіршення якості промислових риб.

Найменша з нешкідливих концентрацій за трьома або п'ятьма ознаками шкідливості приймається за ГДК із зазначенням лімітуючого показника шкідливості. Наприклад, деякі величини ГДК забруднюючих воду речовин зазначені у табл. 5.2.

Під час попадання до водних об'єктів декількох речовин з однонаправленими лімітуючими показниками шкідливостей сума відносин концентрацій ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) кожної з речовин з урахуванням концентрацій речовин від вищерозташованих випусків до відповідних гранично допустимих концентрацій не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1.$$

Аналізуючи дані табл. 5.2, бачимо, що гранично допустима концентрація

більшості забруднюючих речовин у водоймах I-II категорії вища. Це, очевидно, пояснюється різною кількістю лімітуючих показників шкідливості речовин при встановлені величини ГДК, і тим, що чутливими до дії забруднюючих речовин є ряд гідробіонтів.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у водоймах

Забруднююча речовина	ГДК, мг/дм <sup>3</sup> , (лімітуючий показник шкідливості)	
	Для водойм I-II категорії (ГДК <sub>В</sub> )	Для водойм III-IV категорії (ГДК <sub>ВР</sub> )
Аміак (NH <sub>3</sub> ), (в перерахунку на азот)	2,0 (сан.-токс.)	0,05 (токс.)
Купрум (Cu <sup>2+</sup> )	1,0 (орган.)	0,01 (токс.)
Нітрати (за NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45,0 (сан.-токс.)	-
Нітриди (за NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	3,3 (сан.-токс.)	-
Меркурій (Hg <sup>2+</sup> )	0,0005 (сан.-токс.)	0,0001 (токс.)
Свинець (Pb <sup>2+</sup> )	0,03 (сан.-токс.)	0,01 (токс.)
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	500,0 (орган.)	-
Нафта і нафтопродукти в емульсованому стані	0,5 (орган.)	0,05 (токс.)

*Примітка:* сан.-токс. – санітарно-токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, токс. – токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, орган. – органолептичний лімітуючий показник шкідливості, саніт. – загальносанітарний лімітуючий показник шкідливості.

Згідно із ДСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», питна вода повинна бути безпечною в епідемічному і радіаційному відношенні, нешкідлива за хімічним складом і повинна мати сприятливі органолептичні властивості. До вод рибогосподарського призначення ставляться, крім цього, і інші вимоги.

Слід зазначити, що ГДК<sub>ВР</sub> повинні відповідати ряду вимог, за яких не повинно спостерігатись загибель риб та кормових організмів для риб, поступове зникнення видів риб або кормових організмів, погіршення товарних якостей риби та заміна цінних видів риб на малоцінні. Тому, рибогосподарські водні об'єкти іноді поділяють не на дві категорії (III та IV за попередньою класифікацією), а на три:

- ✓ *водойми вищої категорії*, до яких відносять місця розташування нерестилищ, масового нагулу та зимувальні ями особливо цінних видів риб та інших промислових водних організмів, а також охороняємі зони господарств будь-якого типу для розведення і вирощування риб, інших водних тварин і рослин;
- ✓ *водойми першої категорії*, до яких належать об'єкти, які використовують для збереження і відтворення цінних порід риб, що володіють високою чутливістю до кількості розчиненого у воді кисню;

✓ *водойми другої категорії*, до яких належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Оцінка якості природних вод є справою складною і клопіткою. Існує ряд підходів і методик цієї процедури. У більшості випадків, оцінку якості природних вод проводять за інтегральними показниками якості (іноді за індивідуальними), хоча ці показники в силу своєї відносності практично непридатні для їх використання як критерію "краще" або "гірше".

Під *якістю води* в цілому розуміють характеристику її складу і властивостей, які визначають її придатність для конкретних видів водокористування (ГОСТ 17.1.1.01-77), при цьому критерії якості являють собою показники, за якими проводиться оцінка якості цих вод. Важливим є, також, врахування факторів, що визначають хімічний склад природних вод.

Як зазначалось раніше, природні води класифікують на основі інтегральних та сумарних показників якості. До інтегральних показників, які найбільш часто використовуються для оцінки якості природних вод, належать *індекс забруднення води (ІЗВ)* для хімічного забруднення вод та *гідробіологічний індекс сапробності S*.

ІЗВ часто розраховують на основі шести-восьми показників, як правило гідрохімічних, але деякі критерії якості є обов'язковими: концентрація розчиненого у воді кисню, величина рН, біохімічне споживання кисню за п'ять діб БСК<sub>5</sub>. Індекс забруднення води розраховують за формулою

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i / ГДК_i}{n},$$

де  $C_i$  – концентрація нормованого компонента, мг/дм<sup>3</sup> (іноді значення параметру);

$ГДК_i$  – встановлена величина концентрації компонента для відповідного типу водойми, мг/дм<sup>3</sup> (іноді значення параметру);

$n$  – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Залежно від величини ІЗВ, водойми або їх ділянки поділяють на відповідні класи (табл. 5.3). ІЗВ порівнюються для водних об'єктів однієї біохімічної провінції та подібного типу, або для ділянок однієї водойми – за течією, в часі тощо.

Таблиця 5.3 – Класи якості природних вод залежно від значення ІЗВ

<i>Рівень забрудненості води</i>	<i>Значення ІЗВ</i>	<i>Класи якості вод</i>
Дуже чисті	до 0,2	1
Чисті	0,2-1,0	2
Помірно забруднені	1,1-2,0	3
Забруднені	2,1-4,0	4
Брудні	4,1-6,0	5
Дуже брудні	6,1-10,0	6
Надзвичайно брудні	> 10,0	7

Серед гідробіологічних інтегральних показників якості найбільш часто використовують *індекс сапробності S*, який характеризує ступінь забрудненості води органічними нетоксичними речовинами, наприклад, продуктами метаболізму організмів, продуктами їх розкладу тощо, тобто ступінь розвитку евтрофування водойм. Індекс сапробності розраховують на основі індивідуальних характеристик сапробності індикаторних видів, які представлені в різних водних співтовариствах, зокрема фітопланктоні, перифітоні тощо:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

де  $S_i$  – значення сапробності гідробіонту, що задається спеціальними таблицями;

$h_i$  – відносна повторюваність індикаторних організмів в полі зору мікроскопу;

$n$  – число обраних індикаторних видів.

За величиною індексу сапробності природні водойми або, частіше їх ділянки, поділяють на відповідні класи якості вод й зони (табл. 5.4).

Крім зазначених показників якості природних вод, для оцінки їх якості використовуються *індекс самозабруднення-самоочищення води і мікробіологічні показники*. За мікробіологічними показниками можуть проводити визначення рівня забрудненості і класу якості водних об'єктів (табл. 5.5).

Під індексом самозабруднення-самоочищення ( $A/R$ ) розуміють відношення валової первинної продукції фітопланктону до величини деструкції органічної речовини в планктоні. За цим показником виявляють тенденції розвитку флори і фауни водойми і роблять попередній висновок про розвиток евтрофування.

Таблиця 5.4 – Класи якості природних вод залежно від індексу сапробності

<i>Рівень забрудненості вод</i>	<i>Зона</i>	<i>Значення S</i>	<i>Класи якості вод</i>
Дуже чисті	ксеносапробна	до 0,50	1
Чисті	олігосапробна	0,50-1,50	2
Помірно забруднені	$\alpha$ -мезосапробна	1,51-2,50	3
Дуже забруднені	$\beta$ -мезосапробна	2,51-3,50	4
Надзвичайно забруднені	полісапробна	3,51-4,00	5
Дуже брудні	полісапробна	> 4,00	6

Таблиця 5.5 – Класи якості води за мікробіологічними показниками

Рівень забрудненості вод та клас їх якості	Мікробіологічні показники		
	Загальне число бактерій, $\times 10^6$ клітин/см, $N_{\Sigma}$	Число сапрофітних бактерій, $\times 10^3$ клітин/см <sup>3</sup> , $N_s$	Відношення $N_{\Sigma}/N_s$
Дуже чисті, <b>1</b>	< 0,5	< 0,5	> 1000
Чисті, <b>2</b>	0,5-1,0	0,5-5,0	$\geq$ 1000
Помірно забруднені, <b>3</b>	1,1-3,0	5,1-10,0	1000-100
Забруднені, <b>4</b>	3,1-5,0	10,1-50,0	< 100
Брудні, <b>5</b>	5,1-10,0	50,1-100,0	< 100
Дуже брудні, <b>6</b>	> 10,0	> 100,0	< 100

Крім цих інтегральних характеристик, які дають уявлення про загальний перебіг процесів у водоймах або про загальні властивості води, використовують класифікації вод за сумарними показниками, які характеризують той чи інший критерій якості природних вод. До таких показників відносять загальну мінералізацію вод, електропровідність вод, водневий показник (рН), окисно-відновний потенціал води, концентрацію розчиненого у воді кисню, твердість води тощо.

*Мінералізація* природних вод, яка визначає їх питому електропровідність, може змінюватись в широких межах. Мінералізацію природних вод, під якою розуміють сумарний вміст всіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, виражають в мг/дм<sup>3</sup>, якщо вона не перевищує 1000 мг/дм<sup>3</sup>, або в %, при величині мінералізації понад 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Більшість річок має мінералізацію від кількох міліграмів в дм<sup>3</sup> до кількох сотень міліграм в дм<sup>3</sup>. Мінералізація підземних вод і солоних озер змінюється в межах від 40-50 мг/дм<sup>3</sup> до 650 г/дм<sup>3</sup>. Урахування цього параметру є важливим при оцінці якості природних вод, адже ряд гідробіонтів можуть бути чутливими до зміни солоності води. Гідробіонти можуть бути "галофітами" або "галофобами", тобто одні з них кращі умови знаходять в воді високої мінералізації, інші – малої. За величиною мінералізації, природні води класифікують за відповідними категоріями (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Категорія природних вод	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>
Ультрапрісні води	< 0,2
Прісні води	0,2-0,5
Води з відносно підвищеною мінералізацією	0,5-1,0
Солонуваті води	1,1-3,0
Солоні води	3,1-10,0
Води підвищеної солоності та морські	10,1-35,0
Розсоли або ропи	> 35,0

Багато виробництв, сільське господарство, підприємства питного водозабезпечення тощо, висувають певні вимоги до якості води, в тому числі і за величиною мінералізації. Води з підвищеним вмістом солей можуть

негативно впливати на рослинні та тваринні організми, технологію виробництва, викликати корозію, призводити до засолення ґрунтів. Так, у відповідності з гігієнічними нормативами якості питної води, сумарна мінералізація не повинна перевищувати 1000 мг/дм<sup>3</sup> і тільки в окремих випадках, за згодою санепідемстанцій величина мінералізації питних вод може сягати 1500 мг/дм<sup>3</sup>.

*Водневий показник (pH)* є важливою величиною природних вод. Як правило, вміст іонів водню, точніше гідроксонію – H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, в природних водах визначається, переважно, кількісним відношенням концентрації карбонатної кислоти та її солей:



Для зручності вираження вмісту іонів водню у водах використовують величину  $pH = -\lg[H^+]$ , тобто негативний логарифм рівноважної концентрації іонів водню. Крім карбонатної кислоти і її солей, природними джерелами надходження іонів водню у воду є гумусові кислоти, які містяться в ґрунтах, а також процеси гідролізу солей (див. «Самоочищення вод від мінеральних компонентів»).

Якщо в поверхневих водах містяться невеликі кількості діоксиду вуглецю, то вони мають лужну реакцію і навпаки. Тому, на кислотність природних вод значного впливу надають процеси фотосинтезу, при яких споживається CO<sub>2</sub>. Значення рН більшості річкових вод, як правило, коливається в межах 6,5-8,5, в болотах – 5,5-6,0, в морських водах – 7,9-8,3. Слід зазначити, що величина рН для більшості річкових вод та озер має сезонні коливання: зимою – 6,8-7,4, влітку – 7,4-8,2.

Величина рН води є одним із найважливіших показників якості вод, вона впливає на хімічні та біохімічні процеси у водоймах, визначає розвиток і життєдіяльність гідробіонтів, визначає міграцію хімічних елементів у водному середовищі та форми знаходження цих елементів у воді. Крім того, величина рН води визначає її агресивність до металів і бетону. Тому, природні води за величиною рН доцільно поділити на сім груп (табл. 5.7).

Зміна величини рН природних вод і, в першу чергу, в бік пониження цього показника (зростання кислотності) є вкрай небажаним.

Зміна кислотності водойм в ту чи іншу сторону є небажаною, причому різка зміна величини рН на 1 і більше викликає практично повну загибель риб та інших водних організмів. У той же час найбільш часто загрозливий характер мають процеси закислення вод. Вони можуть бути спричинені випаданням кислотних дощів, господарською діяльністю людини або природними факторами.

*Окисно-відновний потенціал (Eh)* або редокс-потенціал є важливою величиною природних вод, він визначає можливість проходження реакцій окислення та відновлення. У процесах окислення та відновлення можуть утворюватись більш або менш токсичні інгредієнти природних вод, наприклад, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> → NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cr(VI) → Cr(III), а зміна ступеня окислення цих компонентів може впливати на їх міграцію у водному середовищі.

Таблиця 5.7 – Класифікація природних вод за величиною рН

Група вод	рН	Джерела формування кислотності вод
Сильнокислі води	<3,0	Гідроліз солей важких металів (шахтні й рудні води)
Кислі води	3,0-5,0	Потрапляння у воду карбонатної кислоти, фульвокислот та інших кислот, внаслідок розкладу органічних речовин
Слабокислі води	5,1-6,5	Наявність гумусових кислот у ґрунтах і болотних водах (води лісової зони)
Нейтральні води	6,6-7,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ )
Слаболужні води	7,6-8,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ )
Лужні води	8,6-9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaHCO}_2$ )
Сильнолужні води	>9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaHCO}_2$ )

Величина редокс-потенціалу виражається в мілівольтах (мВ) і для природних вод значення  $Eh$  коливається від -400 до +700 мВ. Вона визначається сукупністю всіх процесів у воді за участю елементів, які мають змінну валентність. За цим показником природні води поділяють на три основні види геохімічних станів:

- *окислювальний* – з характерним значенням  $Eh > +(100-150)$  мВ, у воді достатня кількість розчиненого кисню, а хімічні елементи знаходять, переважно, у вищих ступенях окислення;
- *перехідний окисно-відновний* – з характерним значенням  $Eh + (100-0)$  мВ, нестійким геохімічним режимом і змінним вмістом розчиненого у воді кисню та сірководню. В цих умовах можуть протікати як реакції окислення, так і реакції відновлення;
- *відновлювальний* – з характерними негативними значеннями  $Eh$ . В таких водах елементи знаходяться, переважно, в нижчих ступенях окислення, а вода часто містить сірководень.

З екологічної точки зору необхідно підтримувати окислювальний стан у природних водоймах, що зумовлює насиченість води розчиненим киснем і сприяє самоочищенню водойм. Крім того, більшість елементів у вищих ступенях окислення характеризуються меншою токсичністю, хоча є і виключення.

*Концентрація розчиненого у воді кисню* є важливим сумарним параметром якості води, який характеризує різноманітні процеси, які протікають у водоймах: окислення-відновлення, зміна температури тощо. На цей параметр впливають дві групи протилежно напрямлених процесів: одні збільшують концентрацію розчиненого у воді кисню, інші – зменшують її. Крім того, на розчинність у воді кисню, як і інших газів, впливають температура і тиск. Зростання температури зменшує розчинність у воді кисню, а тиску – збільшує.

До першої групи процесів, що збагачують воду киснем, відносять процес

абсорбції кисню з атмосфери, виділення кисню водною флорою в процесі фотосинтезу, а також потрапляння у водойми дощової та талої води, які завжди пересичені киснем.

Абсорбція кисню з атмосфери проходить на поверхні водного об'єкту і його швидкість підвищується з пониженням температури, з підвищенням тиску як загального, так і парціального, та зниженням мінералізації води.

Фотосинтетичне виділення кисню проходить при одночасній асиміляції розчиненого у воді діоксиду вуглецю водною флорою. Інтенсивність процесу фотосинтезу підвищується із зростанням температури води, інтенсивності сонячного випромінювання і наявності біогенних елементів, які необхідні для розвитку організмів. Продукування кисню проходить в поверхневих шарах водойми, глибина яких залежить від прозорості води і залежить від сезону.

Концентрація розчиненого у воді кисню може бути лімітуючим фактором для ряду гідробіонтів, тому цей показник є дуже важливим. За показником насиченості води киснем проводиться класифікація природних вод за класами якості (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Вміст кисню у водоймах з різним ступенем їх забрудненості

Рівень забрудненості води і клас якості	Розчинений у воді кисень		
	літо, мг/дм <sup>3</sup>	зима, мг/дм <sup>3</sup>	насиченість, %
Дуже чисті, 1	~ 9	14-13	95
Чисті, 2	~ 8	12-11	80
Помірно забруднені, 3	7-6	10-9	70
Забруднені, 4	5-4	5-4	60
Брудні, 5	3-2	5-1	30
Дуже брудні, 6	0	0	0

Отже концентрація розчиненого у воді кисню залежить і від ступеня забрудненості води водойми.

Стічні води, промислові й побутові, звичайно містять велику кількість різноманітних за складом органічних і неорганічних забруднювачів, які, як правило, окислюються або розкладаються з випаровуванням кисню. Загальний рівень забруднення в цьому випадку може характеризувати величина потреби в кисні. Розрізняють біологічну і хімічну потребу в кисні.

**Під біологічною потребою в кисні (БПК)** розуміють ту кількість кисню в мг/л стічної води, яке потрібне живим організмам для окислення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в одному літрі стічної води. Очевидно, що біологічному окисленню піддаються тільки ті компоненти стічних вод, які можуть бути використані організмами для своєї життєдіяльності. Процес цей тривалий, тому величина БПК завжди вказується з індексом, що означає час окислення в добі. При цьому величина БПК<sub>10</sub> (окислення протягом 10 діб) буде більше величини БПК<sub>5</sub> (окислення протягом 5 діб) унаслідок глибшого окислення. Таким чином, величина БПК прагнучиме до деякої стабільної величини, що позначається, як величина БПК повна (БПК<sub>п</sub>). БПК<sub>п</sub> води господарсько-питних і рибогосподарських водоймищ в кисні при 20°C не повинна перевищувати 3 мгО<sub>2</sub>/л.



**Під хімічною потребою в кисні (ХПК)** розуміють ту кількість кисню в міліграмах на літр стічної води, яке потрібне для окислення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в 1 л стічної води, яким-небудь окислювачем. При визначенні ХПК звичайно приймають як окислювач гарячий кислий розчин біхромату калія. Величина ХПК є найважливішою характеристикою промисловості стічних вод. Очевидно, що величина ХПК завжди буде більше величини БПК повної унаслідок глибшого окислення хімічним шляхом в порівнянні з біологічним. Порядок величини БПК міняється від 10-20 мгО<sub>2</sub>/л – для порівняно чистої води до 1000 і більш мгО<sub>2</sub>/л — для сильно забруднених стічних вод.

Відношення величини БПК/ХПК називають **біологічним показником води**. Оскільки величина БПК завжди менше величини ХПК, то величина біохімічного показника ніколи не перевищує одиницю. По величині БПК судять про можливість і ступінь очищення стічної води біологічним шляхом. Так, побутові стічні води, якнайповніші що очищаються біологічним шляхом, мають БПК близько 0,5. Величина БХП для промислових стічних вод коливається від 0,05 до 0,3.

В окремих випадках проводять класифікацію та оцінку якості природних вод за індивідуальними показниками, як правило, це високо небезпечні сполуки, зокрема іони важких металів, пестициди, радіонукліди тощо. Але така оцінка, як і попередні, дають уяву про перебіг тих чи інших процесів у водоймах або характеризують ступінь їх забруднення, але не показують загальний екологічний стан природних водойм.

В Україні використовується "Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями", яка набула чинності з 1 січня 1999 року. Екологічна оцінка якості природних вод дає інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу складову частину природного середовища людини.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. Розкрийте основні задачі, які вирішуються при спостереженні за навколишнім середовищем.
2. Розкрийте поняття *екологічний моніторинг*. Які задачі вирішуються при проведенні екологічного моніторингу? Класифікація моніторингу.
3. У чому полягає загроза забруднення повітряного басейну?
4. Наведіть класифікацію забруднювальних атмосфери речовин.
5. Дайте оцінку критеріям нормування якості повітря.
6. Чому джерела прісної води поділяють на категорії? Як нормується якість води в місцях водокористування?
7. Що таке якість води? Охарактеризуйте джерела формування хімічного складу природних вод.
8. Наведіть класифікацію природних вод за інтегральними та сумарними характеристиками. Яка їх роль?
9. Розкрийте три ознаки шкідливості (загальносанітарний, органолептичний, санітарно-токсикологічний).
10. Розкрийте поняття БПК і ХПК.

## Тема 6. Правові аспекти охорони навколишнього середовища

- 6.1. Загальні аспекти охорони навколишнього середовища.
- 6.2. Нормативно-правові основи охорони навколишнього середовища.
- 6.3. Водний кодекс України.

### **6.1. Загальні аспекти охорони навколишнього середовища**

У необхідності охорони природи і охорони довкілля людини не виникає сумніву, але ці аспекти мають дещо різне підґрунтя і реалізуються на різних ділянках з різними пріоритетами.

Охорона природи реалізується в умовах природних екосистем шляхом створення природно-заповідного фонду, основним пріоритетом даної ділянки є збереження природного біорізноманіття, первинного ландшафту тощо. Під *охороною природи* розуміють систему заходів, що скеровані на збереження, відновлення і раціональне використання природних ресурсів, підтримання природного видового біорізноманіття, попередження прямого чи опосередкованого впливу діяльності людини на природу.

Охорона довкілля людиною реалізується в межах природно-антропогенних та антропогенних екосистем. Основним пріоритетом даних територій є збереження життя і здоров'я людини. Під *охороною довкілля людини* розуміють систему заходів і дій, що направлені на підтримку взаємодії людини і довкілля з метою стабілізації якості об'єктів довкілля, що попереджує негативний вплив господарської діяльності людини на здоров'я і життя людей. Слід зазначити, що людина не є самим чутливим компонентом довкілля, хоча більшість функцій людини є консервативними. Тому кінцевою метою охорони природи і охорони довкілля людини є гармонізація відношення природи і суспільства, що є запорукою нормального функціонування природних екосистем, підтримання якості об'єктів довкілля з точки зору вимог людини та збереження цілісності екосистем, тобто охорона навколишнього природного середовища. Це є основою саморегуляції компонентів довкілля і основою сучасного підходу до проблем охорони природи і охорони довкілля людини є вчення про біосферу Землі. Все в довкіллі взаємозв'язане, отже при будь-якій господарській діяльності людини слід враховувати можливий комплексний характер впливу людини на довкілля і природу.

Людина своєю діяльністю прямо чи опосередковано впливає на зв'язки між компонентами біосфери (і її складових - екосистем) і може істотно їх порушувати. Промислове й сільськогосподарське виробництво, а також інші галузі діяльності людства протягом багатьох років надають негативного впливу на довкілля, проте ця дія до певної міри компенсувалась за рахунок саморегуляції природного середовища. Сучасні масштаби виробництва викликають негативні зміни в екосистемах, що призводить до виникнення негативних тенденцій, аж до екологічних криз. На початку третього тисячоліття навколишнє середовище нашої планети неухильно погіршується внаслідок антропогенного фактору і люди вже не спроможні адаптуватись до цих

швидких глобальних змін. Постало питання виживання людства як цивілізації.

Усвідомлення реальної можливості наближення регіональних та глобальних екологічних криз поставило питання необхідності розробки правової основи охорони навколишнього природного середовища.

## **6.2. Нормативно-правові основи охорони навколишнього середовища**

Державна політика в галузі охорони навколишнього природного середовища полягає у розробці необхідних заходів щодо охорони та науково-обґрунтованого раціонального використання землі та її надр, водних ресурсів, рослинного та тваринного світу, збереження чистоти повітря та води, забезпечення відтворюваності природних ресурсів та поліпшення оточуючого людину середовища. Цей підхід до охорони навколишнього природного середовища повинен бути підкріплений системою законодавчих актів та нормативно-технічних документів в галузі охорони природи.

З метою створення правової бази охорони навколишнього природного середовища, Верховна Рада України 25 червня 1991 року прийняла Закон "Про охорону навколишнього природного середовища", який передбачає систему гарантій екологічної безпеки людини і вносить певну впорядкованість в систему управління в галузі природокористування.

Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Цей Закон визначає правові, економічні та соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь. Відповідно до *статті 1* цього Закону, завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій і природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

У *статті 3* цього Закону визначені основні принципи охорони навколишнього природного середовища:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;
- запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;
- збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;
- та інші.

Цей Закон України закріплює екологічні права й обов'язки громадян України, визначає повноваження різних органів управління у галузі охорони навколишнього природного середовища, вимоги до спостереження, прогнозування, обліку та інформування в галузі навколишнього природного середовища, вимоги до проведення екологічної експертизи, вимоги щодо стандартизації і нормування в галузі охорони навколишнього природного середовища, вимоги щодо контролю у галузі охорони навколишнього природного середовища, регулювання використання природних ресурсів, економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища, вимоги щодо заходів забезпечення екологічної безпеки, природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, регулювання у випадках надзвичайних екологічних ситуацій, відповідальність за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища, регулювання міжнародних відносин України у галузі охорони навколишнього природного середовища.

Відповідно до Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища", розроблені відповідні інші законопроекти, які визначають політику держави при охороні окремих складових навколишнього природного середовища шляхом регулюванням відношень в галузі охорони навколишнього природного середовища, а саме:

- Закон "Про природно-заповідний фонд України" (1992 рік);*
- Закон України про охорону атмосферного повітря (1992 рік);*
- Закон України про рослинний світ (1999 рік);*
- Закон України про тваринний світ (2001 рік);*
- Закон України про Червону книгу України (2002 рік);*
- Лісовий кодекс України (1994 рік);*
- Кодекс України про надра (1994 рік);*
- Водний кодекс України (1995 рік);*
- Земельний кодекс України (2001 рік).*

Крім того, є законопроекти, що регулюють окремі галузі діяльності людини, які можуть впливати на екологічний стан довкілля. Зокрема, це *Закон України про екологічну експертизу (1995 рік).*

Державну політику в галузі охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання та відтворення природних ресурсів, захисту населення і навколишнього середовища від негативного впливу господарської діяльності шляхом регулювання екологічної, ядерної та радіаційної безпеки на об'єктах всіх форм власності здійснює Міністерство

екології та природних ресурсів України. У 2004 р. Указом Президента України це Міністерство розділено на Міністерство охорони навколишнього природного середовища України і Державний комітет України з природних ресурсів. На ці органи державної виконавчої влади з урахуванням їх регіональних структур покладено різноманітні завдання щодо охорони природи та охорони довкілля. Саме на них покладено проведення екологічної експертизи, організації системи державного моніторингу навколишнього природного середовища, природоохоронне інспектування та екологічна паспортизація території, тощо.

Крім того, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки та захист населення від негативного впливу факторів довкілля здійснюється санітарно-епідеміологічними станціями, які відносять до Міністерства охорони здоров'я України і які діють на підставі *Закону України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення"* (1994 рік).

При організації заходів з охорони природи слід враховувати ряд *методологічних принципів*, які базуються на знаннях екологічних законів і на розумінні цілісності природного середовища.

1. Всі явища природи мають безліч значень і повинні оцінюватись з різних точок зору. Жодне явище в природі не може мати тільки позитивні або тільки негативні наслідки для природи. До природних явищ слід відноситись, перед усім, з точки зору підтримання саморегуляції природи.
2. Необхідно максимально враховувати особливості місцевих умов при організації заходів по охороні природи, охороні довкілля людини та використанню природних ресурсів. Цей принцип називають правилом регіональності.
3. Охорона одного природного об'єкта вимагає одночасної охорони інших об'єктів, безпосередньо пов'язаних з ним. Цей принцип має певні протиріччя. Наприклад, інтенсивна охорона копитних тварин призводить до виснаження рослинності, що ставить під загрозу рівновагу в даній екологічній системі. В цілому цей принцип є справедливим і використовується в заповідній справі тощо.

Врахування цих правових і методологічних принципів охорони навколишнього природного середовища дозволить раціонально втілювати відповідні заходи з охорони природи і довкілля людини.

З метою захисту навколишнього природного середовища від негативних факторів впливу, необхідно встановлювати як нормативи якості природного середовища, так і норми антропогенного навантаження на природне середовище.

Важливе значення при організації заходів з охорони навколишнього природного середовища має єдність підходів до цих питань. Постала необхідність стандартизації ряду термінів, визначень, правил, вимог до якості об'єктів навколишнього природного середовища, вимог до методів і засобів контролю стану об'єктів довкілля, а також вимог до пристроїв, апаратів і споруд, які використовуються для захисту навколишнього середовища від

забруднення та інших негативних факторів.

З цією метою в Україні діє *Державна система стандартів* у галузі охорони природи. Ця система стандартів, яка залишилась нам у спадок від колишнього СРСР, складається із комплексів і груп взаємозв'язаних стандартів (міждержавних, країн СНД – ГОСТи), дотримання яких забезпечить збереження, відновлення та раціональне використання природних ресурсів. Виконання вимог стандартів у відповідності з областю його використання і сферою дії – охорона природи є обов'язковим для всіх господарюючих суб'єктів, незалежно від форми їх власності. Кожний стандарт містить позначку: «Несоблюдение стандарта преследуется по закону».

Державна система стандартів України складається із дев'яти комплексів стандартів та восьми груп стандартів, які поділені за об'єктами стандартизації та за галуззю їх використання.

До системи стандартів входять такі комплекси стандартів з індексами:

- 0 – комплекс стандартів організаційно-методичного характеру в області охорони природи;
- 1 – комплекс стандартів в області охорони та раціонального використання вод, "Гідросфера";
- 2 – комплекс стандартів в області захисту атмосфери;
- 3 – комплекс стандартів в області охорони та раціонального використання ґрунтів;
- 4 – комплекс стандартів в області покращення використання земель;
- 5 – комплекс стандартів в області охорони флори;
- 6 – комплекс стандартів в області охорони фауни;
- 7 – комплекс стандартів в області охорони й перетворення ландшафтів;
- 8 – комплекс стандартів в області охорони й раціонального використання надр.

Залежно від галузі використання стандарту, система стандартів передбачає класифікацію їх за групами:

- 0 – основні положення;
- 1 – терміни, визначення, класифікації;
- 2 – правила охорони природи та раціонального використання природних ресурсів;
- 3 – методи визначення параметрів стану природних об'єктів та інтенсивності господарських дій;
- 4 – вимоги до пристроїв, апаратів і споруд, що використовуються для захисту навколишнього середовища від забруднень;
- 5 – показники якості природних середовищ, параметри забруднюючих речовин та показники інтенсивності використання природних ресурсів;
- 6 – вимоги до засобів контролю і вимірів параметрів природного середовища;
- 7 – інші стандарти.

Номер стандартів у галузі охорони природи за загальним класифікатором - 17. Структура позначення державних стандартів наступна:

ГОСТ 17. *Номер комплексу. Номер групи. Порядковий номер стандарту та рік його реєстрації.*

Наприклад:

ГОСТ 17.2.6.01-86. "Охорона природи (17). Атмосфера (2). (6) Вимоги до пристроїв відбору проб повітря". 01 - порядковий номер стандарту. 86 - рік реєстрації стандарту.

ГОСТ 17.1.5.02-80. "Охорона природи (17). Гідросфера (1). (5) Гігієнічні вимоги до зон рекреації водних об'єктів". 02 - порядковий номер стандарту. 80 - рік реєстрації стандарту.

Введення стандартів – це здійснення заходів, які забезпечують виконання вимог, зазначених у стандарті у відповідності із сферою його використання. Дотримання цих вимог при організації господарської діяльності забезпечить відповідну якість природного середовища та мінімізує наслідки антропогенного впливу на природне середовище.

Якщо в майбутньому Україна приєднається до Європейського Союзу, необхідно буде переглянути державну систему стандартів в галузі охорони природи. Це може бути здійснено шляхом прийняття (визнання) Міжнародних стандартів (ISO) або наближення власних українських стандартів (ДСТУ) до вимог Міжнародних.

Власна система стандартів України (ДСТУ) у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів немає чіткої структури, що ускладнює пошук деяких нормативних документів. Номера відповідних стандартів (ДСТУ) приймаються в порядку їх прийняття. Наприклад, ДСТУ 3041-95 "Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення".

Крім системи стандартів з охорони природи, в Україні діє система санітарних правил і норм (СанПіН). Наприклад: СанПіН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения», які введені в дію з 01.01.1989 року. Виконання вимог СанПіН є також обов'язковим для всіх господарюючих суб'єктів, незалежно від форм їх власності, але основна мета СанПіН - захист людини від впливу негативних факторів довкілля. Система санітарних правил і норм також не має чіткої структури.

### **6.3. Водний кодекс України**

**Водний кодекс України** (6 червня 1995 р.) забезпечує раціональне використання вод за умови першочергового задоволення питних і побутових потреб при розміщенні, проектуванні, будівництві й введенні в експлуатацію нових і реконструйованих підприємств та інших об'єктів, а також при впровадженні нових технологічних процесів, що впливають на стан вод.

Водний кодекс у комплексі із заходами організаційного, правового, екологічного і виховного впливів забезпечує формування водно-екологічного правопорядку і екологічної безпеки населення України. Він визначає основні терміни, регулює правові відносини, встановлює власність на воду (через

Верховну Раду України і місцеві Ради депутатів здійснює право власності на воду), визначає компетенцію Верховної Ради України районних, сільських, міських і районних Рад депутатів у області регулювання водних відносин, встановлює державні, міждержавні і регіональні програми використання, управління і охорони вод і відновлення водних ресурсів.

Контроль за використанням і охороною вод і відновленням водних ресурсів здійснюється таким чином:

- державний — Кабінетом Міністрів України, державними органами охорони навколишнього середовища;
- суспільний — суспільними інспекторами охорони навколишнього середовища.

Водний кодекс передбачає здійснення державного моніторингу вод, проведення екологічної експертизи в порядку, визначуваному законодавством.

Водний кодекс регламентує завдання державного обліку вод, водного кадастру, регулює економіку раціонального використання і охорони вод і відновлення водних ресурсів, визначає стандартизацію і нормування, види і порядок водокористування, умови скидання у водні об'єкти речовин, на які не встановлені нормативи в області використання і охорони вод, встановлює порядок експлуатації водогосподарських систем.

Кодекс визначає види і порядок водокористування.

**Водокористувачами** (Ст. 42) в Україні можуть бути підприємства, установи, організації і громадяни України, а також іноземні юридичні і фізичні особи і особи без громадянства, які здійснюють забір води з водних об'єктів, скидають в них оборотні води або користуються водними об'єктами.

Водокористувачі можуть бути *первинними* і *вторинними*.

*Первинні водокористувачі* - це ті, які мають власні водозабірні споруди і відповідне устаткування для забору води.

*Вторинні водокористувачі (абоненти)* - це ті, які не мають власних водозабірних споруд і одержують воду з водозабірних споруд первинних водокористувачів і скидають стічні води в їх системи на умовах, які встановлюються між ними, і за узгодженням з органом, який видав дозвіл первинному водокористувачу.

Вторинні водокористувачі можуть здійснювати скидання стічних вод у водні об'єкти також на підставі дозволів на спеціальне водокористування.

**Водокористувачі мають право** (Ст. 43):

- 1) здійснювати загальне, спеціальне водокористування і користування водами для потреб гідроенергетики, водного і повітряного транспорту;
- 2) користуватися водними об'єктами місцевого значення на умовах оренди;
- 3) користуватися поверхневими, підземними, внутрішніми морськими водами і територіальним морем для задоволення питних, господарсько-побутових, сільськогосподарських, промислових та інших потреб;
- 4) вимагати від власника водного об'єкта або водопровідної системи підтримки належної якості води за умовами водокористування;
- 5) споруджувати гідротехнічні та інші водогосподарські об'єкти, здійснювати



- їх реконструкцію і ремонт;
- б) передавати в користування воду іншим водокористувачам за платню і на певних умовах;
- 7) здійснювати також інші функції щодо водокористування і користування водними об'єктами в порядку, встановленому законодавством.

Права водокористувачів охороняються законом;

Порушені права водокористувачів підлягають відновленню в порядку, встановленому законодавством.

#### **Види водокористування (Ст. 46).**

Використання вод здійснюється у порядку загального і спеціального водокористування, для потреб гідроенергетики, водного і повітряного транспорту.

#### **Право загального водокористування (Ст. 47).**

Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їх потреб (купання, плавання на човнах, любительське і спортивне рибальство, водопій тварин, забір води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв і з колодязів) безкоштовно, без закріплення водних об'єктів за окремими особами і без надання відповідних дозволів.

З метою охорони життя і здоров'я громадян, охорона навколишнього природного середовища і інших передбачених законодавством підстав районні і міські Ради народних депутатів з представлення державних органів охорони навколишнього природного середовища, водного господарства, санітарного нагляду і інших спеціально уповноважених державних органів встановлюють місця, де забороняється купання, плавання на човнах, забір води для питних або побутових потреб, водопій тварин, а також за певних підстав визначають інші умови, які обмежують загальне водокористування на водних об'єктах, розташованих на їх території.

Місцеві Ради народних депутатів зобов'язані повідомляти населення про встановлені ними правила, які обмежують загальне водокористування.

**Спеціальне водокористування (Ст. 48)** – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв і скидання в них оборотних вод.

Спеціальне водокористування здійснюється юридичними і фізичними особами, перш за все для задоволення питних потреб населення, а також для господарсько-побутових, лікувальних, оздоровчих, сільськогосподарських, промислових, транспортних, енергетичних, рибогосподарських і інших державних і суспільних потреб.

**Вимоги до якості вод, використовуваних для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення (Ст. 58).**

Для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення використовуються води, якісні характеристики яких відповідають встановленим державним стандартам, нормативам екологічної безпеки водокористування і санітарним нормам.

Водокористувачі мають право вимагати від власника вод

(водопостачальника) зведення про якість питної води.

У разі невідповідності якісних характеристик цих вод встановленим стандартам, нормативам екологічної безпеки водокористування і санітарним нормам їх використання припиняється за рішенням державних органів санітарного нагляду.

### **Централізоване водопостачання населення (Ст. 59).**

Під час здійснення спеціального водокористування для задоволення питних і побутових потреб населення у порядку централізованого водопостачання підприємства, установи і організації, у віданні яких знаходяться питні і господарсько-побутові водопроводи, здійснюють забір води безпосередньо з водних об'єктів відповідно затвердженим в установленому порядку проектам водозабірних споруд, нормативів якості води і дозволів на спеціальне водокористування.

На централізованих водозаборах підземних вод в межах їх родовищ і на довколишніх територіях водокористувачі повинні облаштовувати локальну мережу спостережуваних бурових свердловин.

### **Децентралізоване водопостачання населення (Ст. 60).**

Під час використання води для питних і господарсько-побутових потреб населення у порядку децентралізованого водопостачання юридичні і фізичні особи здійснюють її забір безпосередньо з поверхневих або підземних водних об'єктів у порядку загального і спеціального водокористування.

Періодичний контроль за якістю води; використовуваної для децентралізованого водопостачання населення, здійснюється державними органами санітарного нагляду за рахунок водокористувачів.

### **Використання підземних вод питної якості (Ст. 61).**

Підземні води питної якості повинні використовуватися в першу чергу для задоволення потреб питного і господарсько-побутового водопостачання населення, а також харчової промисловості і тваринництва.

Кодекс також затверджує обов'язковість встановлення округів і зон санітарної охорони з жорстким режимом використання і водозахисних зон лісів для охорони вод, використовуваних для пиття, побуту, курортів, лікувальних і оздоровчих потреб.

Кодекс встановлює дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або карну відповідальність за порушення водного законодавства і відшкодування збитків завданих його порушенням.



**Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі запитання:**

1. У чому особливості охорони навколишнього середовища як галузі діяльності людини?
2. Охарактеризуйте правові основи та принципи охорони навколишнього середовища. Дайте характеристику методологічним принципам охорони довкілля.
3. Покажіть роль державної системи стандартів в галузі охорони природи, охарактеризуйте їх структуру.
4. Що визначає Водний кодекс України?
5. Назвіть права й обов'язки водокористувачів згідно з Водним кодексом України.
6. Назвіть види водокористування згідно з Водним кодексом України.

## Рекомендована література

1. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др., под ред. Е.А. Заика. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 252 с.
2. Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. – М.: «Экспертное бюро-М», 1998. – 224 с.
3. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. – Львов: Афиша, 2001. – 336 с.
4. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Центр навч. літ-ри, 2006. – 394 с.
5. Контроль качества воды: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФПА-М, 2004. – 154 с.
6. Мусієнко М.М. та ін. Екологія: Тлумачний словник / М.М.Мусієнко, В.В.Серебряков, О.В.Брайон. – К.: Либідь, 2004. – 376 с.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. Учебное пособие. – Львов: Афиша, 2001. – 336 с.
2. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основы екології та охорони довкілля. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.
3. Вода в нашей жизни / Авторы-составители Н.И. Зотов, Н.В. Моисеенко. – Донецк: Изд-во «Норд-Пресс», 2007. – 245 с.
4. <http://www.o8ode.ru/> – Сайт про воду.
5. <http://bseu-04rff.noka.ru/liter> - Сайт Белорусского государственного экономического университета.
6. [www.ecolife.org.ua](http://www.ecolife.org.ua) – Общественный экологический Internet–проект EcoLife.
7. <http://biology.asvu.ru> – Портал Вся Биология.
8. <http://www.informeco.ru> – Сайт информационно-аналитического агентства «Информ Экология».
9. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др., под ред. Е.А. Заика. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 252 с.
10. Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. – М.: «Экспертное бюро-М», 1998. – 224 с.
11. Контроль качества воды: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФПА-М, 2004. – 154 с.
12. Мусієнко М.М. та ін. Екологія: Тлумачний словник / М.М.Мусієнко, В.В.Серебряков, О.В.Брайон. – К.: Либідь, 2004. – 376 с.

## ПОКАЖЧИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ



**Абіотичні фактори** - це компоненти і явища неживої, неорганічної природи, які прямо чи опосередковано впливають на організм або екосистему.

**Агроекосистема** - нестійка, штучно створена і регулярно підтримувана людиною екосистема з метою виробництва сільськогосподарської продукції.

**Агроценоз** - перетворене й регулярно підтримуване людиною угруповання організмів, яке зазвичай мало видове (часто з одним видом висіяних культурних рослин). Створюється для вирощування сільськогосподарської продукції.

**Адаптація** - процес пристосування живих організмів до певних умов середовища.

**Аероби** - організми, які здатні до існування тільки в середовищі, що містить вільний кисень.

**Аерозолі** - зважені в повітрі часточки твердих (дим) або рідких (туман) речовин.

**Акліматизація** - морфологічні або фізіологічні зміни організму у відповідь на тривалу зміну середовища або пристосування організмів до нового середовища.

**Активність водообміну** - швидкість поновлення окремих компонентів гідросфери, яка виражається кількістю років, які необхідні для їх повного поновлення.

**Активний мул** - мул, який насичений бактеріями та іншими мікроорганізмами, що здатні розкладати забруднювальні воду речовини (переважно органічної природи).

**Алергія** - стан підвищеної реактивності організму на певні речовини, переважно органічної природи.

**Альтернативні джерела енергії** - одержання енергії не з традиційних її джерел (вугілля, нафта, газ тощо), а з поновлюваних, з використанням енергії Сонця, вітру, приливів і відливів, геотермальних джерел тощо.

**Амплітуда екологічна** - межі пристосованості (толерантності) виду або угруповання до умов середовища, що змінюються.

**Анабіоз** - здатність організму пристосовуватись до вкрай несприятливих умов життя в стані, коли значно знижується обмін речовин і відсутні видимі ознаки життя.

**Анаероби** - організми, які здатні до існування в середовищі без вільного кисню.

**Антропогенний об'єкт** – об'єкт, створений людиною для забезпечення його соціальних потреб і що не володіє властивостями природних об'єктів.

**Антропогенні фактори** - різноманітні форми людської діяльності, які прямо або опосередковано змінюють біотичні та абіотичні елементи природи.



**Баланс екологічних компонентів** - кількісне співвідношення екологічних компонентів, що забезпечує екологічну (природну) рівновагу певного типу і дає змогу формуватись і утримуватися екосистемі певного типу.

**Безвідходне виробництво** - організація і технологія виробництва, за яких відходи зведено до мінімуму або їх повністю переробляють на вторинні матеріальні ресурси.

**Безпека екологічна** - стан, при якому відсутня загроза нанесення збитків природному середовищу та здоров'ю населення.

**Безпечність у природокористуванні** - сукупність умов, які забезпечують мінімальний рівень несприятливих впливів природи і технологічних процесів на здоров'я людей.

**Біогеоценоз** - природна система функціонально взаємопов'язаних живих організмів і навколишнього абіотичного середовища, що характеризується певним енергетичним станом, типом і швидкістю обміну речовин та інформації.

**Біоіндикатори** - це група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких в тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів чи умов навколишнього їх середовища.

**Біологічна продуктивність** - здатність природних угруповань або їх окремих компонентів підтримувати певну швидкість репродукування живих організмів, що входять до їх складу. Мірою біологічної продуктивності є біомаса, що утворюється за одиницю часу.

**Біологічне забруднення** - привнесення в середовище нових, не властивих йому раніше, організмів; надмірне збільшення чисельності організмів, що перевищує норму в природних умовах.

**Біологічне накопичення** - це концентрування ряду хімічних речовин (пестицидів, важких металів, радіонуклідів тощо) в трофічних ланцюгах екосистем.

**Біота** - історично утворений комплекс живих організмів, що існують на великій території, яка ізольована будь-якими бар'єрами.

**Біотичні фактори** - сукупність впливу життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на середовище існування.

**Біохімічне споживання кисню (БСК)** - сумарний показник ступеня забрудненості вод органічними речовинами, що виражається кількістю кисню, який витрачається на біохімічне окислення органічних речовин мікроорганізмами, не включаючи процеси нітрифікації, за певний проміжок часу (наприклад, протягом 5 діб - БСК<sub>5</sub>).

**Біоценоз** - угруповання продуцентів, консументів і редуцентів, які входять до складу одного біотопу.

**Болота** - особливий тип прісноводних екосистем, для якого характерно надлишкова вологість, наявність вологолюбних рослин і процес формування торфу (не менше 30 см).



**Вапнування** - внесення вапна в ґрунти на сільськогосподарських угіддях з метою зниження їх кислотності.

**Вид** - сукупність особин, які мають спільні морфологічні ознаки, здатні схрещуватись між собою в природних умовах і мають певний ареал поширення.

**Вид зникаючий** - вид рослин або тварин, що знаходиться під загрозою повного вимирання, чисельність особин якого недостатня для самовідтворення популяції в природних умовах, а тому потребує спеціальних заходів по охороні, а іноді і по штучному відтворенню.

**Відтворення водних ресурсів** – перерозподіл у просторі та часі водних ресурсів відповідно до потреб людей, а також поліпшення складу і властивостей води з метою задоволення нормативних вимог до її якості на основі науково обґрунтованого управління охороною і використанням вод.

**Відходи** - непридатні для виробництва даної продукції види сировини: тверді, рідкі й газоподібні залишки, що утворюються у ході технологічних процесів.

**Водне господарство** – виробнича і природоохоронна система, метою функціонування якої є забезпечення потреб населення і народного господарства водою необхідної якості і в необхідному об'ємі, режимі і місці використання, яка здійснює відновлення водних ресурсів, їх охорону від забруднення, засмічення і виснаження, захист навколишнього середовища від шкідливої дії вод.

**Водні ресурси** – придатні для використання людиною запаси поверхневих і підземних вод, включаючи води льодовиків, ґрунтову вологу і водяні пари атмосфери.

**Водний баланс** – співвідношення між надходженням і витратою води з урахуванням її запасу за певний проміжок часу для ділянки території або водного об'єкту.

**Водний режим** – зміна в часі рівнів, витрат і об'ємів води у водних об'єктах.

**Водогосподарський баланс** – співвідношення між водними ресурсами, що є для використання, на даній території і потребою в них для розвитку економіки на різних рівнях.

**Водогосподарських об'єкт** – споруда, пов'язана з використанням, відновленням і охороною водних об'єктів і їх водних ресурсів.

**Вододіл** – територія, з якою поверхневі води стікають в одне море або океан; це також лінія, що з'єднує найвищі точки, що оточують басейн.

**Водоємкість виробництва** - кількість води, що споживається підприємством на виготовлення 1 т готової продукції.

**Водоохоронна система** – зв'язані між собою споруди і пристрої для підтримки необхідної кількості і якості води в заданих створах або пунктах водних об'єктів.

**Водокористування** – загальне, комунально-побутове, господарсько-питне, рибогосподарське або спеціальне використання водних об'єктів для задоволення різних потреб населення і галузей промисловості.

**Водоспоживання** - це споживання води з водного об'єкту чи системи водопостачання.

**Водосховище** – штучне водоймище місткістю більше 1 млн. куб. метрів, побудований для створення запасу води і регулювання її стоку.

**Вплив на навколишнє середовище** (негативний) - будь-які потоки речовини, енергії та інформації, що безпосередньо виникають в навколишньому середовищу або плануються як наслідок антропогенної діяльності, які призводять до негативних змін в навколишньому середовищі.

**Вторинне засолення ґрунтів** - це процес накопичення в поверхневих шарах ґрунтів легкорозчинних солей, що надає згубного впливу на рослинні угруповання.



**Галофіти** - рослини, які пристосовані до життя на засолених ґрунтах.

**Геліофіти** - світлолюбіві види організмів, як правило дерева першого ярусу і грави-ефемери, холоднокровні організми - ящірки, змії тощо.

**Геліофоби** - організми, які уникають світла.

**Геоекологія** (ландшафтна екологія) - розділ сучасної екології, який займається вивченням особливостей функціонування екосистем (геосистем) в залежності від їх географічного положення і топографічних умов.

**Гербіцид** - хімічна речовина, яка використовується для вибіркового або суцільного знищення рослин.

**Гетеротрофні організми** - консументи, які не здатні самостійно синтезувати органічні речовини з неорганічних, тому використовує для живлення органічні речовини, що утворені іншими видами.

**Гідробіонти** - водні організми, які поділяють на *бентос* (мешканці дна водойми), *планктон* (мешканці товщі води) та *нектон* (активно плаваючі мешканці поверхневої плівки води).

**Гідросфера** - перервна водна оболонка Землі, яка сукупність океанів і морів (Світовий океан), континентальних (річки, озера, льодовики) та підземних вод.

**Гомеостаз** - стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи, який підтримується за рахунок регулярного поновлення основних її структур, речовинно-енергетичним складом і постійною функціональною саморегуляцією її компонентів.

**Граничнодопустима концентрація (ГДК)** - це така концентрація шкідливої речовини в об'єктах довкілля, яка при впливі на людину не викликає негативних змін в стані її здоров'я.

**Граничнодопустиме антропогенне навантаження** - це такий вплив на екосистеми, що при тривалому навантаженні на неї ще не викликає негативних змін, які можуть бути причиною деградації екосистеми або зниження її



продуктивності.

**Граничнодопустимий викид (ГДВ)** - це норматив, який встановлюється для стаціонарних або пересувних джерел забруднення атмосфери з метою забезпечення в приземному шарі атмосфери санітарно-гігієнічних вимог. ГДВ (г/с) встановлюється з тих міркувань, щоб максимальна приземна концентрація ( $C_m$ ) забруднювальної атмосфери речовини, яка створена викидом за умов максимально несприятливих для розсіювання, разом з фоновією концентрацією цієї речовини в повітрі не створили концентрацію шкідливої речовини, що перевищує ГДК.

**Граничнодопустимий скид (ГДС)** - це норматив, що встановлює максимальну кількість шкідливих речовин у стічних водах ( $г/год$ ), яка допустима для відведення в установленому режимі у водний об'єкт з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті.

**Грунт** - біокосна речовина, що утворилася в результаті взаємодії живих організмів та косної речовини. Відрізняється від гірських порід складом мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і має важливу відмінність - родючість.

**Гумус** - темнозабарвлена органічна речовина ґрунту, що утворюється внаслідок біохімічного розкладу рослинних і тваринних рештків і яка накопичується в поверхневому ґрунтовому горизонті.



**Деградація ґрунтів** - поступове погіршення властивостей ґрунтів (пониження вмісту гумусу, зниження родючості, руйнування структури тощо), яка викликана зміною умов ґрунтоутворення внаслідок дії природних або антропогенних факторів.

**Демекологія** - розділ загальної екології, який вивчає прямі та зворотні зв'язки популяцій з середовищем, а також процеси в середині популяцій.

**"Демографічний вибух"** - періодичне різке збільшення чисельності населення, яке пов'язане з покращенням соціально-економічних і загально екологічних факторів.

**Дефляція** - вітрова ерозія ґрунту.

**Дефоліанти** - речовини, що застосовуються для знищення листя рослин.

**Добрива** - речовини, які вносяться в ґрунт або водойми з метою прискорення росту та розвитку рослин і мікроорганізмів.

**Доза граничнодопустима** - максимальна кількість шкідливого агента, проникнення якого в організм ще не завдає йому шкоди.

**Дощ кислотний** - атмосферні опади, з величиною рН менше за 5,6.



**Еволюція** - незворотній спрямований процес розвитку живої природи.

**Евтрофікація** - підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок зростання у воді концентрації біогенних елементів (азот, фосфор) та

органічних сполук, що надходять у воду внаслідок антропогенної діяльності.

**Екологізація** - послідовний процес впровадження технологічних, управлінських систем та рішень, які дають змогу підвищувати ефективність використання природних ресурсів поряд із збереженням якості природного середовища.

**Екологічна безпека** – стан захищеності природного середовища і життєво важливих інтересів людини від можливої негативної дії господарської і іншої діяльності, надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, їх наслідків.

**Екологічна ніша** - місце виду в екосистемі, яке визначається його біотичним потенціалом і сукупністю факторів навколишнього середовища, до яких він пристосований.

**Екологічна політика** - система заходів, що спрямовані на забезпечення відповідної якості навколишнього природного середовища, відтворення природних ресурсів і створення належних екологічних умов для життя населення.

**Екологічна експертиза** - превентивний захід екологічної безпеки, тобто встановлення відповідності запланованої та іншої господарської діяльності людини екологічним вимогам і визначення можливості реалізації об'єкта екологічної експертизи з метою попередження можливих несприятливих впливів цієї діяльності на навколишнє середовище і пов'язаних з ними соціальними, економічними та іншими наслідками.

**Екологічна ситуація** - це сукупність станів екологічних об'єктів в межах певної території в певний проміжок часу.

**Екологічний аудит** – незалежна, комплексна, документована оцінка дотримання суб'єктом господарської і іншої діяльності вимог, зокрема нормативів і нормативних документів, у області охорони навколишнього середовища, вимог міжнародних стандартів і підготовка рекомендацій по поліпшенню такої діяльності.

**Екологічний моніторинг** - комплексна система спостереження, оцінки і прогнозування стану навколишнього природного середовища під впливом антропогенних факторів.

**Екологічний ризик** – ймовірність настання події, що має несприятливі наслідки для природного середовища і викликаного негативною дією господарської і іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного і техногенного характеру

**Екологічні фактори** - це будь-яка умова середовища, яка діє на організм протягом хоча б однієї із стадій його життя.

**Екологія** - це комплексна наука, яка використовує знання різних природничих, технічних, гуманітарних і соціальних наук для вивчення взаємозв'язку суспільства і довкілля, впливу людини на природу з метою збереження і покращення природи і довкілля людини.

**Екосистема** - сукупність живих істот і середовища їх існування, поєднані в систему взаємозумовлених біотичних і абіотичних явищ та процесів.

**Екотип** - сукупність особин певного виду організмів, пристосованих до умов існування із спадковими екологічно зумовленими ознаками.

**Ерозія** - руйнування ґрунту, гірських порід водними потоками і вітром з порушенням їх цілісності і зміною фізико-хімічних властивостей.



**Ємність середовища** - 1) число особин або угруповань, потреби яких можуть бути задовільне ні ресурсами даного середовища без помітних збитків для подальшого його благополуччя; 2) здатність природного середовища включати в себе різноманітні забруднювальні речовини, зберігаючи свою стійкість.



**Жива речовина** - сукупність організмів усієї біосфери або будь-якої її частини, які виражаються у одиницях маси, енергії та інформації.

**Життєва форма** - зовнішній вид рослин і тварин, який відображає їх пристосування до умов навколишнього середовища.



**Забруднення навколишнього середовища** – надходження в навколишнє середовище речовини і (або) енергії, властивості, місцеположення або кількість яких чинять негативну дію на навколишнє середовище.

**Заказник** - ділянки природних територій, в межах яких постійно або тимчасово заборонені певні види і форми господарської діяльності людини для забезпечення охорони одного або кількох цінних об'єктів живої природи або мальовничих типів ландшафтів.

**Закон біогенної міграції атомів** - міграція хімічних елементів на земній поверхні в біосфері, в цілому, здійснюється під переважним впливом живої речовини.

**Закон взаємодії факторів** - зона оптимуму і критичні межі витривалості живих істот стосовно якогось екологічного фактора можуть змінюватись залежно від того, з якою силою і в якому поєднанні діють одночасно інші екологічні фактори.

**Закон екологічної кореляції** - в екосистемі всі живі компоненти та абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають одне одному і випадання однієї частини системи неминує викличе випадання інших частин екосистеми і призведе до функціональних змін.

**Закон константності** - кількість живої речовини біосфери за певний геологічний час є величиною сталою.

**Закон максимальної енергії та інформації** - у конкуренції з іншими екосистемами зберігається та, яка найбільше сприяє надходженню енергії та інформації і використовує їх кількість найефективніше.

**Закон максимуму біогенної енергії** - будь-яка біонедосконала система, що перебуває в стані стійкої нерівноваги, збільшує, при своєму розвитку, вплив на середовище.

**Закон максимуму енергії підтримання зрілої системи** - sukcesія йде в напрямку фундаментального зміщення потоку енергії в бік зростання її кількості з метою підтримки системи. Будь-яка sukcesія призводить до зростання біорізноманіття, але тільки до стадії екологічного клімаксу.

**Закон мінімуму** - якщо хоча б один із екологічних факторів наближається до критичної межі або перевищує її, то, незважаючи на оптимальну дію інших умов довкілля, організму загрожує загибель, а цей фактор стає для нього *обмежувальним* або *лімітуючим*.

**Закон незворотності еволюції** - організм не може повернутися до попереднього стану, який реалізований у його предків.

**Закон необхідної різноманітності** (основний закон кібернетики) - кібернетична система лише тоді володіє стійкістю до блокування зовнішніх і внутрішніх збурень, коли вона має достатнє внутрішнє різноманіття (розбиття).

**Закон однонапрявленого потоку енергії** - енергія, яку одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється або разом з їх біомасою незворотно передається консументам першого, другого, третього і інших порядків, а потім редуцентам, що супроводжується втратою певної кількості енергії на кожному трофічному рівні як наслідок процесів, які супроводжуються диханням.

**Закон оптимуму** - кожний екологічний фактор впливає на живі організми позитивно чи негативно, залежно від сили прояву його дії. Сприятливу силу впливу фактору, тобто таку, що забезпечує найкращі або оптимальні умови життєдіяльності організмів, називають *зоною оптимуму екологічного фактору*.

**Закон піраміди енергії** - з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить у середньому не більше 10% енергії, а зворотний потік енергії (з більш високих рівнів на нижчі рівні) набагато слабший (не більше 0,5-0,25%). При цьому, кількість консументів трофічного рівня обмежується правилом екологічної піраміди.

**I закон термодинаміки** - енергія в системі переходить із однієї форми в іншу, але вона не зникає і створюється знову. Енергія, яка надається системі, використовується на зміну внутрішньої енергії системи і виконання системою роботи.

**II закон термодинаміки** (закон ентропії) - процеси, які пов'язані з перетворенням енергії, можуть проходити самовільно лише у випадках, коли енергія переходить із концентрованої і розсіяну (деградує).

**Закон толерантності** - для нормального існування організмів їм потрібен комплекс факторів і певний їх режим з допустимими коливаннями величини дії в межах витривалості організмів або толерантності.

**Закон фізико-хімічної єдності живої речовини** - уся жива речовина Землі має єдину фізико-хімічну природу.



**Імунітет** - несприйнятливість організму до інфекції або отрути, а для рослин - це несприйнятливість або стійкість до захворювань або шкідників.

**Інвазія** - міграція популяцій в межах ареалу або поява в будь-якій місцевості істот, що не характерні для неї.

**Інгібітори** - речовини, які сповільнюють хімічні та біохімічні реакції.

**Індикатор** - фізичне явище, хімічна речовина або організм, наявність якого, його кількість або зміна стану свідчать про характер змін середовища.

**Індикація забруднення середовища** - якісне виявлення та кількісне визначення фізико-хімічних компонентів в об'єктах навколишнього природного середовища.

**Інженерна екологія** (техноекологія, промислова екологія) - наука, яка вивчає вплив різноманітних галузей промисловості на екологічний стан об'єктів довкілля, шляхи екологізації виробництва та вдосконалює інженерні методи захисту навколишнього природного середовища.

**Інсектицид** - речовина, яку використовують для знищення небажаних у господарстві або в природних угрупованнях комах.

**Інтродукція** - навмисне або випадкове розселення особин якогось виду істот за межі їхнього природного ареалу.

**Іригація** - штучне зрошення полів та інших агроценозів.



**Кадастр** - систематизоване зведення даних, яке включає якісний та кількісний опис об'єктів та явищ, в окремих випадках, з їх соціально-економічною оцінкою.

**Канцерогени** - фізичні, хімічні, біологічні речовини або агенти, які сприяють розвитку злоякісних новоутворень або їх виникненню.

**Катастрофа екологічна** - несприятлива екологічна ситуація, при якій проходять незворотні зміни в екосистемах, вичерпуються природні ресурси і різко погіршуються умови проживання населення. При цьому проходить втрата генофонду біоти, унікальних природних об'єктів та комплексів.

**Клімат** - багаторічний режим погоди, що сформувався в даних умовах.

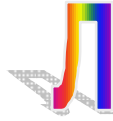
**Конкуренція** - суперництво або будь-які інші антагоністичні відносини між особинами одного чи різних видів.

**Криза екологічна** - несприятлива екологічна ситуація, що склалася в природних екосистемах в результаті порушення рівноваги під впливом стихійних лих або в результаті антропогенних факторів. При цьому зміни практично не компенсуються, що зумовлює наростання загрози виснаження та втрати природних ресурсів, унікальних природних об'єктів і комплексів, проходить погіршення умов проживання населення.

**Кругообіг біохімічний** - це перенесення та трансформація хімічних елементів біосфери при активній участі живої речовини.

**Кругообіг води** - процес безперервного, взаємопов'язаного переміщення води на Землі, який проходить під впливом сонячної енергії, сили тяжіння, життєдіяльності організмів та господарської діяльності людини.

**Ксенобіотики** - сторонні для живої природи шкідливі речовини.



**Ландшафт** - відносно однорідна географічна ділянка, з природними межами: відрізняється від інших ділянок своєю структурою, характером взаємозв'язків і взаємодій між природними компонентами.

**Ланцюг живлення** (трофічний ланцюг) - послідовність чергування груп організмів, кожна із яких є їжею для наступної ланки.

**Лімітуючий фактор** - це екологічний фактор, який при певному наборі умов навколишнього середовища обмежує будь-які прояви життєдіяльності організмів.



**Макроелементи** - хімічні елементи, які широко використовуються живою речовиною, вони є основними складовими живої речовини і їх кількість становить не менше 0,1% загальної маси тіла (Оксиген, Карбон, Фосфор, Нітроген, Сульфур, тощо).

**Метаболізм** - перетворення речовин та енергії, які становлять основу життєдіяльності організмів.

**Міграція** - переміщення тварин, зумовлене зміною умов у місцях їх існування або пов'язане з циклом їх розвитку.

**Мікроелементи** - хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в малій кількості і ці елементи становлять менше ніж 0,1% загальної маси тіла організмів (Купрум, Цинк, Бор, Манган, тощо).

**Мутаген** - будь який фактор (хімічна речовина, фізичний агент, тощо), що зумовлює мутацію.

**Мутуалізм** - форма симбіотичних відносин, коли взаємовідношення між організмами різних видів стають обов'язковими.



**Навантаження антропогенне** - ступінь прямого та опосередкованого впливу людей та їх господарської діяльності на природу в цілому або на її окремі екологічні компоненти (ландшафт, природні ресурси, організми).

**Навколишнє середовище** - сукупність компонентів природного середовища, природних і природно-антропогенних об'єктів, а також антропогенних об'єктів.

**Нейтралізація відходів** - обробка відходів з метою зниження або повного усунення їх шкідливого впливу на довкілля.

**Ніша екологічна** - місце виду в екосистемі, яке визначено його

біотичним потенціалом та сукупністю факторів навколишнього середовища.

**Ноосфера** - вища стадія розвитку біосфери, коли розумова діяльність людини стає головним фактором розвитку Землі. Передбачає становлення цивілізованого суспільства, яке гармонійно взаємодіє з природою.

**Нормативи у області охорони навколишнього середовища** – встановлені нормативи якості навколишнього середовища і нормативи допустимої дії на неї, при дотриманні яких забезпечується стійке функціонування природних екологічних систем і зберігається біологічна різноманітність.

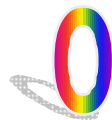
**Нормативи якості навколишнього середовища** – нормативи, які встановлені відповідно до фізичних, хімічних, біологічних і іншими показниками для оцінки стану навколишнього середовища і при дотриманні яких забезпечується сприятливе навколишнє середовище.

**Нормативи допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище** – нормативи, які встановлені величиною допустимої сукупної дії всіх джерел на навколишнє середовище і (або) окремі компоненти природного середовища в конкретних територій і (або) акваторій і при дотриманні яких забезпечується стійке функціонування природних екологічних систем і зберігається біологічна різноманітність.

**Нормативи допустимих викидів і скидань хімічних речовин**, зокрема радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів – нормативи, які встановлені для суб'єктів господарської і іншої діяльності відповідно до показників маси хімічних речовин, зокрема радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів, допустимих для надходження в навколишнє середовище від стаціонарних, пересувних і інших джерел у встановленому режимі і з урахуванням технологічних нормативів, і при дотриманні яких забезпечуються нормативи якості навколишнього середовища;

**Нормативи гранично допустимих концентрацій хімічних речовин**, зокрема радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів – нормативи, які встановлені відповідно до показників гранично допустимого вмісту хімічних речовин, зокрема радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів в навколишньому середовищі і недотримання яких може привести до забруднення навколишнього середовища, деградації природних екологічних систем.

**Нормативи допустимих фізичних дій** – нормативи, які встановлені відповідно до рівнів допустимої дії фізичних факторів на навколишнє середовище і при дотриманні яких забезпечуються нормативи якості навколишнього середовища.



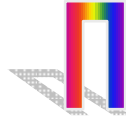
**Обмеження екологічне** - ландшафтно-біологічна або фізико-хімічна заборона, пов'язана з несприятливим впливом господарської діяльності людини на середовище життя.

**Обмін речовин** - споживання, перетворення, використання,

нагромадження і виведення речовин і енергії в живих організмах, завдяки якому вони самозберігаються, ростуть, розвиваються і розмножуються в умовах навколишнього середовища, а також адаптуються до нього.

**Опустелювання** - процес, який призводить до втрати природної екосистемної цілісності рослинного покриву з подальшою неможливістю її відновлення без участі людини. Причиною опустелювання є зміна гідрологічного режиму територій.

**Організм** - це біологічний індивід, цілісна жива система, що підтримує самостійне існування завдяки пристосувальній взаємодії з середовищем існування.



**Паразитизм** - форма взаємовідношень між організмами різних видів, при якій один з них (паразит) живе за рахунок живлення тканинами або соками іншого (господаря), і при цьому вони тісно пов'язані між собою в життєвому циклі.

**Параметри екосистеми** - величини або показники, які відображають функціональні або консервативні властивості екосистеми. За цими критеріями проводять оцінку стану екосистем.

**Пестициди (отрутохімікати)** - хімічні препарати, що використовуються для захисту сільськогосподарської продукції (рослин, тварин, тощо) від шкідників, збудників хвороб або небажаної рослинності.

**Піраміда екологічна** - графічна модель співвідношення між продуцентами, консументами і редуцентами в природних екосистемах, яке виражається в їх біомасі, чисельності особин або енергії.

**Планктон** - сукупність організмів (водорості, найпростіші, тощо), які вільно плавають у товщі води і не здатні самостійно пересуватись на велику відстань.

**Планування екологічне** - розрахунок потенційно можливого вилучення або іншої експлуатації природних ресурсів чи територій без помітного порушення існуючої екологічної рівноваги і без істотних збитків, які завдала одна господарська галузь іншим у разі сумісного використання ними природних ресурсів.

**Популяція** - сукупність особин одного виду, які існують у межах однієї території і вільно схрещуються між собою, але так чи інакше ізольовані від особин інших сукупностей (популяцій) того самого виду. Популяція є елементарною структурною одиницею виду.

**Потреби людини** - потреба або нестача в будь-чому необхідному для підтримання життєдіяльності організму, людської особистості, соціальних груп і суспільства в цілому.

**Правила екологічні** - сукупність природних закономірностей, які визначають функціонування популяцій та екосистем, а також реакції живих організмів на стійкі зміни природного середовища.

**Природне середовище** – сукупність компонентів природного



середовища, природних і природно-антропогенних об'єктів.

**Природний об'єкт** – природна екологічна система, природний ландшафт і складові їх елементи, що зберегли свої природні властивості.

**Природно-антропогенний об'єкт** – природний об'єкт, змінений в результаті господарської і іншої діяльності, і (або) об'єкт, створений людиною, що володіє властивостями природного об'єкту і що має рекреаційне і захисне значення.

**Природно-заповідний фонд** - ділянки суші або водного простору, природні комплекси та об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, охороняються як національне надбання і для цих територій встановлено особливі режими охорони, відтворення і використання.

**Природно-ресурсний потенціал** - внутрішнє розбиття екосистеми і її здатність протистояти зовнішньому впливу. Це здатність природних систем без шкоди для себе віддавати необхідну для людини кількість своєї продукції або виконувати корисну роботу в рамках народного господарства.

**Проблема екологічна** - явища, пов'язані з істотним негативним впливом людини на природу, із зворотним впливом природи на людину та економіку суспільства.

**Прогнозування екологічне** - наукове передбачення можливого стану природних екосистем і навколишнього середовища, яке визначається природними процесами і антропогенними факторами.

**Продуктивність біологічна** - загальна кількість органічних речовин, яка утворюється популяцією або угрупованням за одиницю часу на одиницю площі.

**Продуценти** (автотрофні організми) - організми, здатні утворювати організму речовину з неорганічної з використанням енергії Сонця або хімічних реакцій.

**Прокаріоти** - організми, клітини якого не мають ядра.



**Редуценти** - організми, які живляться мертвою органічною речовиною та переробляють її в неорганічну, що використовуються продуцентами.

**Рекультивация земель** - комплекс заходів, направлених на відновлення продуктивності порушених земель, а також на покращення умов навколишнього природного середовища (проводиться в два етапи: технічний і біологічний).

**Релікти** - це види або угруповання рослин та тварин, що збереглись на невеликих територіях від зниклих, які в минулому були поширені.

**Ресурси природні** - важливіші компоненти навколишнього природного середовища, які використовуються для створення матеріальних і культурних потреб суспільства.

**Ресурсозбереження** - виробництво і реалізація кінцевих продуктів з мінімальними витратами речовини і енергії на всіх етапах виробничого циклу і

з найменшим впливом на природні екосистеми та людину.

**Реутилізація** - одержання із використаної готової продукції шляхом її переробки нової продукції того ж або близького виду (наприклад, одержання паперу із макулатури, металу із металобрухту, тощо).

**Рівновага динамічна** - рівновага системи, яка підтримується за рахунок постійного відтворення її компонентів і структури.

**Рівновага екологічна** - баланс природних або змінених людиною природних компонентів і процесів, який веде до тривалого існування даної екосистеми.

**Рівновага природна** - первинна екологічна рівновага, яка виникає на основі балансу незмінених або слабо змінених людською діяльністю природних компонентів і процесів.



**Самоочищення середовища** - природне руйнування або знешкодження забруднювальних навколишнє середовище речовин в результаті фізичних, хімічних та біологічних процесів.

**Саморегуляція** - здатність екологічної системи до поновлення внутрішніх властивостей і структур після природного або антропогенного впливу, які змінили ці властивості та структури.

**Санітарно-захисна зона** - смуга, що відділяє промислове підприємство від місць постійного або тимчасового перебування людини.

**Світловий режим** - один з основних абіотичних факторів, що визначає особливості розповсюдження та зміну інтенсивності сонячної радіації, яка потрапляє до природних екосистем.

**Середовище навколишнє** - сукупність взаємопов'язаних природних, видозмінених природних, штучно утворених та соціальних компонентів в оточенні якої живе організм і з якою він безпосередньо взаємодіє.

**Симбіоз** - тісне співжиття двох і більше організмів різних видів, при якому організми (симбіонти) приносять один одному користь. Якщо таке співжиття є обов'язковим, його називають мутуалізмом, а якщо необов'язковим - протокооперацією.

**Система екологічного управління (екологічного менеджменту)** - частина системи управління, що включає в себе організаційну структуру, планування, діяльність, обов'язки, відповідальність, практику, процедуру, процеси, ресурси для формування, впровадження, досягнення, аналізу та реалізації екологічної політики.

**Смог фотохімічний** - суміш високотоксичних речовин, що спричиняє алергії, задуху, подразнення, тощо, яка утворюється внаслідок фотохімічних реакцій за певних фізико-географічних умов.

**Соціальна екологія** - інтегральна наука, що вивчає закономірності взаємодії суспільства і природи та розробляє наукові основи і принципи гармонізації цієї взаємодії.

**Стандарт екологічний** - кількісний або якісний показник природних

об'єктів, який має юридичну значимість.

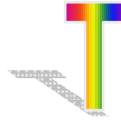
**Стійкість екосистем** - здатність екосистем та її окремих складових протистояти коливанням зовнішніх факторів і зберігати свою структуру і функціональні особливості.

**Стічні води** - води, що відводяться після використання в побуті, виробничій та сільськогосподарській діяльності людини.

**Стратифікація** - розподіл атмосфери або водного середовища на шари за певними ознаками (температура, густина, солоність, тощо).

**Стрес** - неспецифічна реакція організму на будь-яку сильну дію.

**Сукцесія** - послідовна, як правило, незворотна зміна біо(гео)ценозів, що спадково замінюють один одного на тій же території внаслідок впливу внутрішніх або зовнішніх факторів.



**Терморегуляція** - адаптації організмів до змін температури.

**Толерантність** - здатність виду переносити відхилення будь-якого екологічного фактору від оптимальних значень, причому діапазон між екологічним мінімумом і максимумом фактору складає межу толерантності (витривалості) організму.

**Транспірація** - випаровування води зеленими частинами рослин, причому випаровування проходить у всіх частинах рослин, які мають контакт з повітрям.

**Трофічна мережа** - система переплетених між собою ланцюгів живлення в межах екосистеми.

**Трофічний рівень** - сукупність організмів, які займають певне положення в загальному ланцюгу живлення. Співвідношення трофічних рівнів зображують у вигляді екологічних пірамід.



**Умови існування** - сукупність природних особливостей існування організмів (абіотичних та біотичних факторів) та антропогенних впливів.

**Урбанізація** - соціально-демографічний процес, який полягає у рості чисельності міського населення, формування великих міст (мегаполісів).

**Урбанізація природи** - перетворення природних ландшафтів в штучні під впливом міських забудов.

**Урбоекологія (екологія міста)** - це наука, що вивчає особливості формування та функціонування міських екосистем, їх взаємодію з навколишнім середовищем та їх вплив на людину.

**Утилізація** - повторне використання сировини шляхом переробки відходів виробництва, що втратили свої корисні (споживчі) якості.



**Фауна** - еволюційно-історично складена сукупність усіх видів тварин певної території або акваторії.

**Фенологія** - система знань про сезонні явища в живій природі.

**Філогенез** - процес історичного розвитку виду.

**Фітонциди** - біологічно активні продукти життєдіяльності рослин, що пригнічують розвиток мікроорганізмів, в тому числі й хвороботворні.

**Фітопланктон** - сукупність мікроскопічних рослинних організмів (здебільшого одноклітинних водоростей), які є складовою планктону.

**Флора** - еволюційно-історично складена сукупність усіх видів рослин певної території або акваторії.

**Фотоперіод** - тривалість світлового дня.

**Фотоперіодизм** - реакція організмів на зміну співвідношення тривалості дня і ночі.

**Фотосинтез** - окисно-відновна реакція, що призводить до утворення органічних речовин з неорганічних, яка протікає у вищих зелених рослинах за участю хлорофілу з використанням енергії сонячного випромінювання.

**Фреони** (хлорфторвуглеводні) - леткі, хімічно інертні біля земної поверхні речовини, що використовувались на виробництві і побуті як холодоагенти, розчинники в аерозолях та піноутворювачі.

**Фунгіциди** - хімічні речовини, що використовуються для знищення шкідливих мікроскопічних грибків.

**Футурологія** - наука про майбутній розвиток людського суспільства.



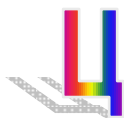
**Хвостосховище** - ділянка, де складаються і зберігаються відходи гірничо-збагачувальних фабрик ("хвости").

**Хемосинтез** - тип живлення бактерій, що ґрунтується на засвоєнні ними CO<sub>2</sub> за рахунок енергії хімічних реакцій окислення неорганічних речовин.

**Хімічне забруднення** - потрапляння в середовище невластивих йому хімічних інгредієнтів або зміна (як правило збільшення) кількості хімічних компонентів даного середовища.

**Хижацтво** - форма біотичних взаємозв'язків, в основі яких лежать трофічні зв'язки і при цьому один вид (хижак) поїдає особин другого виду (жертва).

**Хлороз** - захворювання рослин при якому порушується утворення хлорофілу (внаслідок нестачі заліза), що зумовлено дією забруднювальних речовин антропогенного та природного походження (наприклад, дія кислотних дощів, тощо).



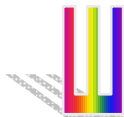
**Цвітіння води** - масовий розвиток фітопланктону, що викликає зміну забарвлення води від зеленої і жовто-бурої до червоної.

**Цикл біохімічний** - кругообіг хімічних елементів із неорганічної природи через рослинні і тваринні організми знову в неорганічне середовище. Реалізується як на рівні екосистем, так і на рівні біосфери в цілому.



**"Червона книга"** - книга, в яку занесені рідкісні та зникаючі види тварин, створена Міжнародним союзом охорони природи і природних ресурсів.

**Чисельність організмів** - загальна кількість особин у популяції виду або на певній території.



**Шельф** - прибережна, мілководна (до 200м глибиною) ділянка моря або океану, яка вважається освітленою і тому найбільш заселеною живими організмами.

**Штам** - культура мікроорганізмів одного виду, виділена або одержана в лабораторії шляхом селекції.

**Шум** - одна з форм параметричного (енергетичного) забруднення навколишнього середовища, яка являє собою зростання рівня шуму поверх природного фону і яка негативно діє на живі організми і людину. Адаптація до шуму неможлива.



**Якість об'єктів навколишнього природного середовища** - сукупність властивостей природних об'єктів, які забезпечують нормальне функціонування природних екосистем, кругообіг речовини і які сприятливо впливають на життя та розвиток живих організмів.

**Ярусність угруповань** - вертикальне розшарування природних угруповань на яруси, що зумовлено потребами організмів в сонячному світлі, воді та їжі.

**Навчальне видання**

**КОВАЛЬОВА** Олена Олександрівна

**ДЕГТЕРЕВА** Людмила Іванівна

**“ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ”**

**Конспект лекцій**

(для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки  
6.060103 - Гідротехніка (Водні ресурси) спеціальності «Водопостачання та  
водовідведення»)

Відповідальний за випуск: проф. кафедри ВВ і ОВ, д.т.н. *С.С. Душкін*

Редактор *М.З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *О.О. Ковальова*

План 2010, поз. 54Л

Підп. до друку 29.04.2010

Формат 60x84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 5,0

Тираж 100 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731  
від 19.12.2001