

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
з нормативної навчальної дисципліни  
**ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ**  
для студентів усіх напрямів підготовки  
денної та заочної форми навчання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
з нормативної навчальної дисципліни  
**ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ**  
для студентів усіх напрямів підготовки  
денної та заочної форми навчання

**РОЗГЛЯНУТО**

на засіданні кафедри ГіОП

Протокол № 7 від 23.01.2013 р.

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

на засіданні Навчально-видавничої  
Ради ДонНТУ

Протокол № 1 від 21.02.2013р.

УДК 574 (075.8)  
ББК 28.081я73

Конспект лекцій з нормативної навчальної дисципліни «Основи екології» (для студентів усіх напрямів підготовки денної та заочної форми навчання)/уклад. Беляєва І.В., Придятько С.П. – Донецьк: КП ДонНТУ, 2013. - 59 с., 9 табл., 15 рис.

Конспект лекцій з дисципліни «Основи екології» призначений допомогти засвоїти основні положення даного курсу, ознайомитися з екологічними проблемами сучасності.

Укладачі:

доцент Беляєва І.В.  
доцент Придятько С.П.

Відповідний за випуск:

доцент Ляшок Я.О.

ВСТУП	4
Лекція № 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЗАКОНИ ЕКОЛОГІЇ	5
Лекція № 2. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ	12
Лекція № 3. КРУГООБІГ ЕНЕРГІЇ ТА БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ПРИРОДІ	17
Лекція № 4. АТМОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ. ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ	21
Лекція № 5. ГІДРОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ. СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	37
Лекція № 6. ЛІТОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ ЛІТОСФЕРИ	43
Лекція № 7. ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ. НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ	49
Лекція № 8. ОХОРОНА ТВАРИННОГО ТА РОСЛИННОГО СВІТУ. ЗАПОВІДНА СПРАВА	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	61

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку цивілізації проблема виживання людства, забезпечення оптимальних умов безпеки життєдіяльності може бути досягнута завдяки збереженню сталого стану біосфери. Серед багатьох застережень та прогнозів щодо майбутнього стану природного середовища визначається, що рушійними силами змін у навколишньому природному середовищі є населення, споживання і технології. На планеті, яка має граничні розміри, не можливо вести постійно екстенсивне господарство

Більшість глав держав та представників урядів дійшли до згоди, що у світі, де так багато лишень, де навколишнє середовище погіршується, неможливе здорове суспільство і економіка. Економічний розвиток не може зупинитися, але він повинен піти по другому шляху, не руйнувати природне середовище - сферу проживання людини. Проблема складається з того, що це усвідомлення потрібно перетворити у конкретні діла і завершити перехід до сталих форм розвитку та способу життя. Кожна держава і людське суспільство в цілому має право та повинно взяти участь виборі сценарію розвитку цивілізації, оцінити можливості та зважити наслідки діяльності, відповідно до існуючих соціальних, економічних, політичних та науково-технічних умов, розробити концепцію сталого розвитку. Все це потребує широкого кола знань, тому екологічна освіта повинна бути складовою частиною усіх ступенів освіти, включити концепції розвитку і охорони навколишнього природного середовища в усі учбові програми з аналізом причин, які зумовлюють основні проблеми. Особливу увагу слід звернути на підготовку майбутніх керівників.

## ЛЕКЦІЯ № 1

## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЗАКОНИ ЕКОЛОГІЇ



Розвиток взаємовідносин людства з навколишнім природним середовищем супроводжувався рядом екологічних криз, обумовлених протистоянням людського суспільства природі. Основними принципами розвитку суспільства в кінці XVIII ст. – першій половині XX ст. були: боротьба з природою, її підкорення, впевненість, що природні ресурси невичерпні, - це призвело в ті часи до локальних і регіональних криз.

Останні 40–50 років характеризуються розвитком глобальної екологічної кризи. Сьогодні людина виступає як могутня геологічна сила, що змінює стан еко-

системи всієї планети. Щорічно видобувається понад 10 млрд. т гірських порід з земних надр. Наслідком викидів в повітря та гідросферу великої кількості промислових відходів, хімізації сільського господарства є зникнення на планеті різноманітних видів тварин та рослин (20 років тому на Землі щоденно зникав один вид тварин, а зараз, за даними Всесвітнього фонду охорони живої природи, - один вид на годину).

Особливістю екологічної кризи XX століття є те, що вона має якісно іншу природу порівняно з усіма попередніми кризами. Це криза, яка охопила всю планету і зумовлена не природними, а виробничими процесами. Особливість сучасної екологічної кризи - в глобальних масштабах деградації природного середовища, коли темпи зміни параметрів біосфери в сотні і тисячі разів перевищують темпи природної еволюції.

Таким чином, визначити сучасну **екологічну кризу** можна як глибоке порушення природної екологічної рівноваги та напружений стан взаємин між людиною та природою, що пов'язане з невідповідністю виробничих сил та виробничих відносин в людському суспільстві ресурсним можливостям біосфери.

Техногенний тип розвитку цивілізації в умовах швидкого росту населення призвів до **наслідків сучасної екологічної кризи**, якими є:

- деградація природи;
- ріст хвороб населення (генетичних, онкологічних, хвороб серцево-судинної системи, алергічних, інфекційних);
- різка зміна санітарно-гігієнічних умов життя людини;
- голод в деяких регіонах планети.
- соціальні лиха;
- глобальні зміни клімату (потепління клімату та викликане цим підняття рівня Світового океану);
- руйнування озонового шару атмосфери;

- знищення природних ресурсів;
- кислотні опади;

забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами;

- ерозія ґрунтів;
- руйнування екологічних ніш багатьох видів, що призвело до зниження стійкості біоценозу планети.

### **Екологічна ситуація в Україні**

Екологічний стан України характеризується як критичний. Велика кількість підприємств металургійної, машинобудівної, хімічної, енергетичної промисловостей, велика кількість промислових міст надзвичайно ускладнили екологічний стан довкілля. Дуже гостро стоять проблеми забруднення повітряного басейну більшості регіонів України, найважливіших рік - Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Азовського та Чорного морів.

Лише в басейн Дніпра щорічно скидається близько 10 млрд. м<sup>3</sup> неочищених стічних вод, які містять надмірні кількості амонійного та нітритного азоту, нафтопродуктів, фенолів, солей важких металів та хлорорганічних пестицидів, при цьому слід враховувати, що дніпровською водою користується більше половини населення України. В останні десятиріччя екосистема Дніпра повністю деградована через порушення всіх зв'язків між біотичними й абіотичними елементами. Основними причинами кризової ситуації на Дніпрі є спорудження водосховищ, меліорація земель, будівництво цілого ряду промислових комплексів у басейні ріки, величезні об'єми водозабору для промисловості й зрошення, дуже великі обсяги забруднень. Штучно річковий режим Дніпра трансформовано на озерний, це призвело до різкого уповільнення водообміну, з'явилися зони застою, розповсюдилось таке явище як евтрофікація водойм. В останні часи негативним і дуже небезпечним явищем стало постійне зростання радіоактивності донних відкладень, особливо у Київському водосховищі.

На Україні проблема водосховищ, якими було затоплено майже 700 тис га родючих земель, дуже складна. Водосховища значно погіршили стан довкілля – піднявся рівень ґрунтових вод далеко від берегів, посилюється засолення ґрунтів, в десятки разів збільшився об'єм підземного стоку, а це, в свою чергу, обумовило зростання забруднення підземних вод, знизився вміст гумусу в ґрунті, посилюється ерозія берегової зони.

Подібні негативні наслідки характерні і для басейну Дністра. Крім того, політика природокористування призвела до загибелі в Україні за останні 30 років близько 20 тис. малих річок. Азовське море перетворилося на зону екологічної катастрофи. Вміст отрутохімікатів, важких металів в донних відкладеннях моря набагато перевищує допустимі концентрації. Зменшився видовий склад мешканців моря, в декілька разів зменшилися вилови промислової риби.

**Головними причинами катастрофічного стану Азова є:**

- хижацький вилов риби, який розпочався з 50-х років;
- будівництво гребель і водосховищ на живлячих ріках – Дон, Кубань, перетворення цих водосховищ у гігантські промислові відстійники;
- інтенсивний розвиток у сусідніх регіонах зрошувального землеробства;

- забруднення довкілля викидами хімічної та металургійної промисловості у містах Маріуполь, Ростов, Таганрог та інших;
- будівництво на узбережжі моря будинків відпочинку, що призвело до катастрофічного збільшення побутових відходів;
- неконтрольоване збільшення кількості пестицидів, які потрапляють у море з прилеглих сільськогосподарських масивів.

Тяжка екологічна ситуація характерна і для басейна Чорного моря. З водами Дніпра, Південного Бугу, Дністра, Дунаю у басейн Чорного моря щорічно потрапляють мільйони кубічних метрів забруднених стоків, дуже великим є забруднення шельфової зони побутовими, каналізаційними стоками. У північно-західній частині Чорного моря у зв'язку з розробкою підводних нафтогазових родовищ має місце забруднення води нафтопродуктами. Дуже серйозною катастрофою загрожує поступове підняття верхньої межі насичених сірководнем глибинних вод моря. Зміна гідрохімічного, теплового балансу водних мас призвела до зникнення дуже цінних видів риб та інших гідробіонтів. Зоною підвищеного ризику є припортові потужні заводи й Південний порт поблизу Одеси, де виробляються великі об'єми рідкого аміаку, функціонує потужний аміакопровід Одеса-Тольятті.

**Забруднення атмосферного повітря** в таких містах, як Запоріжжя, Макіївка, Лисичанськ, Дніпродзержинськ досягло небезпечного для життя людини рівня: концентрація деяких шкідливих речовин перевищує ГДК в 25-100 разів.

Наслідки планетарного характеру має аварія на ЧАЕС. З 1987 року лише в Києві збільшилася кількість захворювань: онкологічних – в 3 рази; захворювань ендокринної системи – в 6,5 разів; органів дихання – в 31 раз. Майже 1,5 млн. чоловік проживає на території, де радіоактивний фон у десятки разів перевищує допустимі норми (Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Чернівецька, Кіровоградська, Івано-Франківська області).

Порушення природних процесів, забруднення навколишнього середовища мешкання людини з одночасним розвитком стресових ситуацій від соціальних стресів призвели до катастрофічного погіршення стану здоров'я населення України. Під серйозною загрозою - генофонд нації, з 1992 року рівень смертності населення України перевищує рівень народжуваності.

Складна екологічна ситуація у будь якому регіоні планети примусила людство вирішувати проблеми довкілля. Тому сучасний період розвитку суспільства має ще ту особливість, що змінилося ставлення людей планети до природи, розширюється громадський рух за охорону довкілля, розвиваються альтернативні традиційним джерела енергії, дехімізація та ресурсозберігаючі технології, приймаються нові національні і міжнародні закони про охорону природи, почалася демілітаризація в найбільш розвинених країнах.

**Головними шляхами виходу з сучасної екологічної кризи** можна назвати такі як:

- організація загальної екологічної освіти;
- формування екологічної свідомості у кожної людини й суспільства в цілому;



- зміна економічної моделі суспільства - включення у вартість продукції виробництв вартості витрат, які потребує відновлення природи;
- зміна стратегії і тактики користування навколишньою природою - при формуванні взаємовідносин людини з природним середовищем врахування законів природи, відтворення умов для самовідновлення природних екосистем.

### **Визначення та основні поняття екології**

Термін екологія вперше вжив у 1866 році німецький вчений Е. Геккель. Він походить від грецьких слів oikos, що означає дім, помешкання, місце перебування та logos — наука. Так Геккель назвав науку, що вивчає організацію та функціонування надорганізмених систем різних рівнів: видів, популяцій, біоценозів (спільнот), екосистем (біогеоценозів) та біосфери.

**Екологія** – це наука про відносини організмів або груп організмів до навколишнього середовища або наука про взаємовідносини між живими організмами та середовищем, де вони існують.

**Об'єкт досліджень екології.** Екологія займається вивченням 3-х рівнів організації життя:

- окремими організмами (особинами);
- популяціями (сукупністю особин одного виду на певній території);
- біоценозами (сукупністю особин різних видів).

Таким чином, об'єктами екології в залежності від рівня досліджень є екологічні системи або елементи екосистем.

**Мета загальної екології:** розробка тактики і стратегії збереження і стабільного розвитку життя на Землі.

#### **Найважливіші задачі загальної екології:**

- вивчення закономірностей існування і функціонування біологічних систем всіх рівнів.
- розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства з природою. Забезпечення можливості самовідновлення і саморегулювання біосфери.
- прогноз динаміки стану біосфери в часі та просторі.

### **Закони Коммонера**

Були сформульовані на початку 70-х років ХХ ст. американським ученим Б. Коммонером у вигляді афоризмів.

Перший закон. **Все пов'язано зі всім.** Це закон про екосистеми і біосферу, що звертає увагу на загальний зв'язок процесів і явищ в природі. Він покликаний застерегти людину від необдуманого дії на окремі частини екосистем, що може привести до непередбачених наслідків. (наприклад, осушення боліт призводить до обміління річок).

Другий закон. **Все повинно кудись діватися.** Закон говорить про необхідність замкнутого кругообігу речовин і забезпечення стабільного існування біосфери. Це закон про господарську діяльність людини, відходить від якої неминучі, і тому необхідно думати як про зменшення їх кількості, так і про подальше їх використання.

Третій закон. **Природа "знає" краще.** Це закон розумного, свідомого природокористування. Не можна забувати, що людина - теж біологічний вид, що він - частина природи, а не її володар. Це означає, що не можна намагатися підкорити природу, а треба співпрацювати з нею. Поки ми не маємо повної інформації про механізми і функції природи, а без точного знання наслідків перетворення природи недопустимі ніякі її "поліпшення".

Четвертий закон. **Ніщо не дається дарма.** Закон говорить про те, що кожне нове досягнення неминуче супроводжується втратою чогось колишнього. Це закон раціонального природокористування. Платити треба енергією за додаткове очищення відходів, добривом - за підвищення урожаю, санаторіями і ліками - за погіршення здоров'я людини і т.д.

**Екосистема** - це система, що складається з живих істот і місця їх існування, об'єднаних в єдине функціональне ціле.

Основні властивості екосистем - здатність здійснювати кругообіг речовин, протистояти зовнішнім дії, робити біологічну продукцію.

Екосистеми (біогеоценози) зазвичай включають два блоки. Перший з них складається зі взаємозв'язаних організмів різних видів і носить назву **біоценоз**. Другий блок складає місце існування, яке в даному випадку називають **біотоп** або **екотоп**.

Прикладом екосистеми можуть бути і крапля води, з її мікробним населенням, і ліс, що займає сотні гектарів.

Виділяють **мікроекосистеми** (наприклад, стовбур гниючого дерева), **мезоекосистеми** (ліс, ставок) і **макроекосистеми** (океан, континент).

## **Біосфера**

**Біосфера** - область поширення життя на Землі, до складу якої входить нижній шар атмосфери, гідросфера і верхній шар літосфери, які ще не випробували техногенної дії.

Межі біосфери. Живі організми нерівномірно поширені в геологічних оболонках Землі: літосфері, гідросфері і атмосфері (рисунок 1.1). Тому біосфера зараз включає верхню частину літосфери, усю гідросферу і нижню частину атмосфери.

### **Основні властивості біосфери**

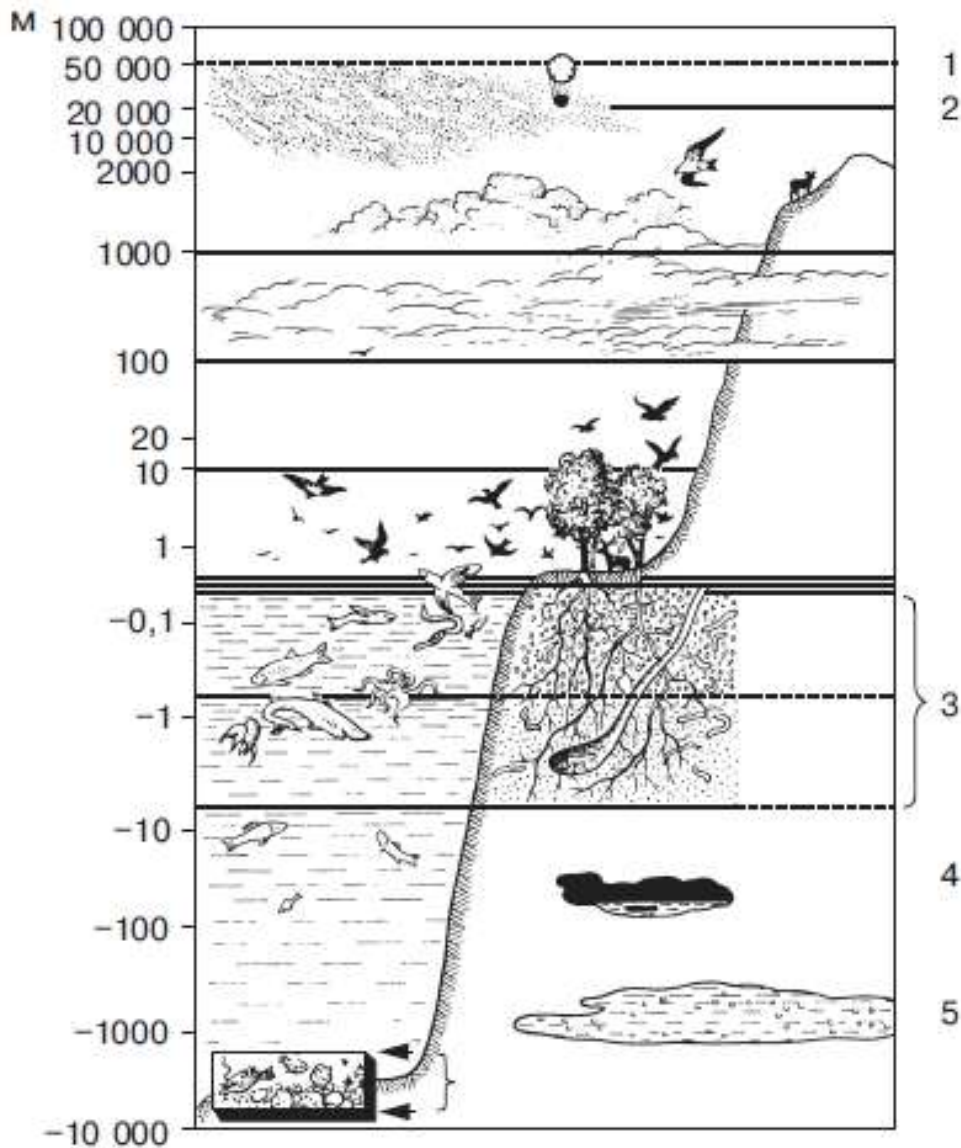
- біосфера - централізована система. Центральною ланкою її виступають живі організми(жива речовина). Ця властивість часто недооцінюється людиною і нині в центр біосфери ставиться тільки один вид – людина (антропоцентризм);

- біосфера - відкрита система. Її існування неможливе без вступу енергії ззовні. Вона випробовує дію космічних сил, передусім сонячній активності. Все більше накопичено даних, що свідчать, що різке збільшення чисельності окремих видів або популяцій - результат сонячної активності. Висловлюються думки, що сонячна активність чинить дію на багато геологічних процесів, а також на соціальну активність людського суспільства або окремих її представників;

- біосфера - саморегульована система, для якої характерна організованість. Нині цю властивість називають гомеостазом, розуміючи під ним здатність повертатися в початковий стан, гасити виникаючі обурення включенням ряду механіз-

мів. Біосфера за свою історію пережила ряд таких обурень, як виверження вулканів, зустрічі з астероїдами, землетруси завдяки дії гомеостатичних механізмів і зокрема, принципу, який нині носить назву принципу Ле Шательє-Брауна: при дії на систему сил, що виводять її із стану стійкої рівноваги, останнє зміщується в тому напрямі, при якому ефект цієї дії ослабляється;

- біосфера - система, що характеризується великою різноманітністю. Це різні середовища життя: водне, наземно-повітряне, ґрунтове, організмене, а також - різноманітність природних зон, що розрізняються по кліматичних, гідрологічних, ґрунтових і іншим властивостям.



1 - рівень озонового шару, що затримує жорстке ультрафіолетове випромінювання; 2 - межа снігів; 3 - ґрунт; 4 - тварини, що мешкають в печерах; 5 - бактерії в нафтових свердловинах

Рисунок 1.1 - Область поширення організмів у біосфері

Важливою властивістю біосфери є наявність в ній механізмів, що забезпечують кругообіг речовин і пов'язану з ним невичерпність окремих хімічних еле-

ментів і їх з'єднань. За відсутності кругообігу, наприклад, за короткий час був би вичерпаний вуглець, який утворює величезну кількість органічних сполук. Тільки завдяки кругообігу і наявності джерела сонячної енергії забезпечується безперервність процесів у біосфері.

**Техносфера** - частина біосфери у минулому, перетворений людьми за допомогою прямої або непрямой дії технічних засобів в цілях найкращої відповідності своїм матеріальним і соціально-економічним потребам

### Запитання для самоконтролю

1. Дати визначення поняття екології.
2. Назвіть основні екологічні закони.
3. Поясніть суть основних екологічних законів.
4. Дати визначення поняття організму.
5. Дати визначення поняття середовища.
6. Які типи середовища ви знаєте?
7. В чому полягають екологічні особливості водного, ґрунтового, повітряного та паразитичного середовища?
8. Охарактеризуйте основні типи рівнів організації живого.

## ЛЕКЦІЯ № 2

### ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ

При взаємодії між собою живі організми взаємодіють і з навколишнім середовищем. Будь-яка умова середовища, яка здійснює прямий або побічний вплив на живі організми, називається **екологічним фактором**.

Організм реагує на екологічний фактор специфічними пристосувальними реакціями. Екологічні чинники поділяються на дві категорії:

- **абіотичні** - чинники неживої природи;
- **біотичні** - чинники живої природи;
- **антропогенні** – наслідки діяльності людини.

#### Абіотичні фактори

До абіотичних факторів середовища відносять:

- **кліматичні** (світло, вологість, температура, тиск, рух повітря);
- **едафічні** (механічний склад ґрунтів, вологостійкість, повітропроникність, щільність ґрунтів);
- **орографічні** (рельєф місцевості, висота над рівнем моря);
- **хімічні** (газовий склад атмосфери, сольовий склад вод, концентрація, кислотність, склад розчинів).

Кожний чинник має лише певні межі позитивного впливу на організми. Результат дії чинника залежить перш за все від сили його прояву. Як додатна, так і від'ємна дія чинника впливає на життєдіяльність організму. Сприятлива сила

впливу називається зоною оптимуму екологічного чинника або просто оптимумом для організмів даного виду. Чим сильніше відхилення від оптимуму, тим більше виражена пригноблююча дія даного чинника на організми (зона песимуму). Максимальне та мінімальне перенесення значення чинника - це критичні точки, за межами яких існування неможливе, а відтак настає смерть (рисунок 2.1). Межі між критичними точками називають екологічною валентністю.

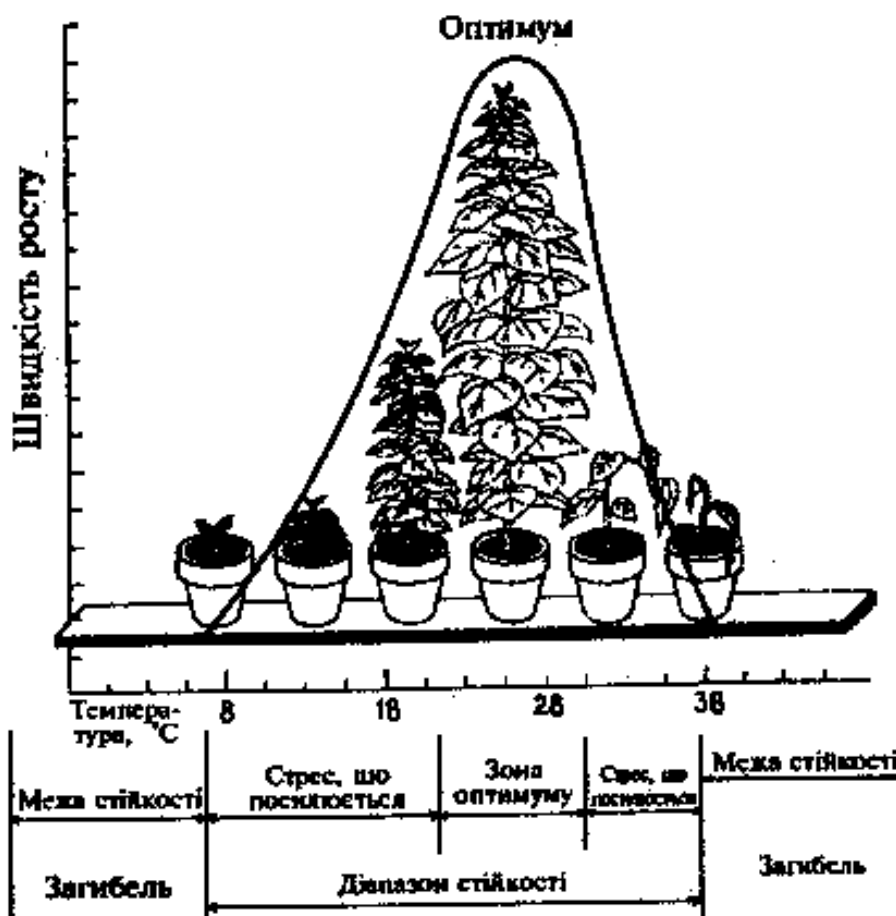


Рисунок 2.1 - Відношення рослинності до температури

У кожного чинника, який впливає на ріст, розмноження і виживання організму, є оптимальний, тобто найкращий для нього рівень виживання. В міру віддалення від оптимуму вниз і вгору по шкалі посилюється стрес, в кінцевому рахунку при досягненні межі стійкості цей організм гине. Загальний інтервал значення чинника між верхньою і нижньою межею стійкості називається діапазоном стійкості. Оптимум і межі стійкості у різних видів неоднакові.

**Закон лімітуючих чинників.** У попередньому прикладі ми розглядали зміну тільки одного чинника, вважаючи, що інші як би відповідають зоні оптимуму. Ми спостерігали дію так званого закону лімітуючих чинників : навіть єдиний чинник за межами зони свого оптимуму призводить до стресового стану організму, а в межі - до його загибелі. Такий закон називається лімітуючим або законом Лібіха.

В якості лімітуючих нерідко виступають і біотичні чинники, тобто дія одних видів тваринних рослин на інших. Оптимальними можуть бути абіотичні умови і

для дерев, і для злакових. Але зростаючі дерева затінюють злакові, лишають їх світла, що може привести до загибелі останніх (дерево - біотичний чинник).

**Закон толерантності.** Пізніше виявилось, що навіть мінеральні речовини, дуже корисні для рослин, можуть знижувати урожай, якщо знаходяться в надлишку. Значить, чинники можуть бути лімітуючими і знаходяться в максимумі. Це відбито в законі В. Шелфорда(1913): лімітуючим чинником процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічної дії. Отже, організми характеризуються екологічним мінімумом і екологічним максимумом; діапазон між цими двома величинами складає межу толерантності або стійкості.

Закон толерантності Шелфорда якнайповніше і в найбільш загальному вигляді відбиває усю складність впливу екологічних чинників на організм. Закон толерантності спільно із законом Лібіха об'єднуються в принцип лімітуючих чинників. Лімітуючим чинником може бути будь-який екологічний чинник, але найчастіше найважливішими є температура, світло, вода, їжа, фізичні і хімічні чинники повітряного середовища та ін.

## Біотичні фактори

Під біотичними факторами розуміють сукупність впливу життєдіяльності одних організмів на інші.

Розглянемо форми біотичних відносин.

**Конкуренція** — такий тип міжвидових і внутрішньовидових взаємовідносин, за якого популяція або особини у боротьбі за харчування, місце проживання і інші необхідні для життя умови, діють один на другого від'ємно.

Виділяють внутрішньовидову, міжвидову, пряму і непрямую конкуренцію.

**Хижацтво** — відносини між хижаком і жертвою. Хижаки — це тварини або рослини, які ловлять і поїдають один одного як об'єкт харчування. По суті, хижаками є консументи всіх порядків як травоядні, так і ті, котрі споживають тваринну їжу.

**Паразитизм** — форма біотичних зв'язків організмів різних видів, за яких один живе за рахунок іншого, знаходячись у середині або на поверхні його тіла.

При цьому організм-споживач використовує живого господаря не тільки як джерело харчування, але як і місце постійного або тимчасового проживання. До них належать паразитичні комахи (оводи, кліщі, комарі), паразитичні рослини, паразитичні черв'яки (аскариди).

**Аменсалізм** — форма біотичної взаємодії двох видів, за якої один з них чинить шкоду іншому і не отримує при цьому відчутної користі для себе. (Деревні рослини і трав'яниста рослинність під їх кронами).

**Симбіоз** (мутуалізм) — представляє собою тривале, нероздільне і взаємовигідне співжиття двох або більше видів організмів (наприклад, лишайники – це симбіоз гриба та водорості).

**Коменсалізм** — тип біотичних взаємовідносин між двома видами-коменсалами, коли діяльність одного з них постачає харчування або притулок (коменсалу). (Рибка-прилипайло пересувається на великі відстані прилипаючи до акул).

**Алелопатія** (антибіоз) — хімічний взаємовплив одних видів рослин на інші

за допомогою продуктів метаболізму (ефірних масел, фітонцидів).

Сюди можна віднести “цвітіння води” за участю синьо-зелених водоростей, явище “червоного моря” — виділення гігантськими скупченнями мікроорганізмів токсичних речовин, які викликають загибель риби.

### **Приклади біотичних чинників**

1) Кожна рослина виділяє у довкілля — через листя, коріння, квіти — складну суміш найрізноманітніших сполук. Для деяких рослин-сусідів ці сполуки є ворожими, оскільки гальмують ріст і розвиток рослин. Наприклад, капуста, редька або кущі лавру пригнічують ріст виноградної лози, а деякі сорти винограду навіть гинуть; липа гальмує ріст бузини та білої акації; насіння фіалки в суміші з житом взагалі не проростає. Рідко які рослини здатні вижити поруч з полином, який виділяє ефірну олію, котра сильно діє на рослини-сусіди. Пригнічує ріст сусідніх рослин хімічна “газова атака” — з листя волоського горіха. Біла акація позбавляється конкурентів, виділяючи отруйні речовини в ґрунт. Пирій позбавляє сусідні злакові рослини (хлібні культури) світла, поживних речовин і своєю “хімічною зброєю” гальмує їх ріст. Жито, в свою чергу, пригнічує розвиток вівсяга.

2) Виноград добре росте поруч з фіалками. Овес та люпин, кукурудза та горох або квасоля добре ростуть поруч. Яблуня поруч з чорними тополями або кленами краще росте й стає стійкішою до морозів. Для горобини корисне сусідство з липою, для жовтої акації — з бузиною, для фіалки — з пшеницею.

3) Не треба додавати конвалію в букет до інших квітів, оскільки ті швидко зів'януть. Квіти незабудки не терплять сусідства тюльпанів, “не вживаються” в одній вазі бузок та фіалки. Троянди і гвоздики погано зберігаються в присутності будь-яких інших квітів у букеті. Сусіди по букету в'януть від резеди або нарцисів.

### **Антропогенні чинники**

Антропогенні чинники з часу свого виникнення у біосфері значно поступаються природним чинникам. Проте, вони вже давно мають глибокий вплив на живу природу і середовище проживання.

Екологічна роль людини зросла з розвитком її трудової діяльності. Вона стала потужним і досить різноманітним чинником, який діє на рослини і тварини, середовище проживання.

За А. Шенниковим, основні типи впливу людини на рослинність – це:

- прямий вплив (у тому числі, який зв'язаний з трудовою діяльністю): збір рослин, витоптування, скошування і ін.;
- і непрямий вплив. Він здійснюється через зміну середовища проживання. Ось тільки деякі людські дії, що ведуть до зникнення безлічі живих істот:
  - повне знищення природних екосистем заради власних потреб, наприклад, вирубування лісів для вирощування сільгосппродукції і будівництва житла;
  - прокладення каналів і загачування річок, що призводять до осушення одних і затопленню інших територій;
  - забруднення повітря, води, ґрунти викидами і відходами виробництва;
  - умисне знищення хижаків;

- використання пестицидів з непередбачуваними побічними ефектами;
- надмірно інтенсивне полювання, рибальство, вилов дикого вигляду.

Наприклад, найбільш значним і масштабним є хімічне забруднення середовища невластивими йому речовинами хімічної природи. Серед них — газоподібні і аерозольні забруднювачі промислово-побутового походження. Прогресує нагромадження вуглекислого газу в атмосфері. Продовжується забруднення світового океану нафтою і нафтопродуктами. Безпосередній вплив людини на організми привів до зникнення з лиця Землі багатьох видів рослин і тварин. Серед тварин: дикий бик-тур, дикий кінь-тарпан, стеллерова корова, безкрила гагарка, степлерів баклан, багато видів антилоп, тасманійський сумчастий вовк і ряд інших.

Однак, найбільш постраждала фауна океанських островів. Так, на Гавайських островах вимерло 26 форм птахів, або 60 % всієї фауни.

До прямого впливу людини на живі організми необхідно віднести завезення багатьох видів рослин і тварин з одного материка на інший. Особливо багато нових видів було завезено в Америку, Австралію, острови Нової Зеландії. Фауна і флора багатьох островів стала дуже подібною завдяки розселенню там супутників людей. Так, завезення на Нову Зеландію ссавців, у тому числі домашніх свиней, привело майже до повного зникнення древнього плазуна — гатерії і до різкого скорочення чисельності безкрилих птахів — страуса, совиного папуги і інших. В Новій Зеландії проживає 31 новий вид птахів і 34 види ссавців, завезених з Європи, Азії, Америки.

Опосередкований вплив людини проявляється у зміні середовища існування рослин і тварин за рахунок винищення або різкої зміни тих угруповань, в яких ці рослини чи тварини існують. Так, вирубка лісу докорінно змінює можливості існування тіньюлюбних рослин нижніх ярусів. Заодно зникає ряд видів птахів, пов'язаних з кронами дерев, які були місцями гніздування і добування їжі.

В результаті склад флори і фауни даних регіонів стає більш одноманітним.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Назвіть основні абіотичні чинники.
2. Які види називають еврибіонтними і стенобіонтними?
3. Поясніть дію закону Лібіха.
4. Які типи біотичних чинників Ви знаєте?
5. Назвіть основні форми біотичних відносин.
6. Обґрунтуйте роль харчових ланцюгів у розвитку основних форм біотичних відносин.
7. Наведіть приклади (позитивні і негативні) антропогенного впливу на довкілля.

## **ЛЕКЦІЯ № 3**

### **КРУГООБІГ ЕНЕРГІЇ ТА БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ПРИРОДІ**

Незважаючи на величезну різноманітність екосистем - від дощових тропічних лісів до тундри, з точки зору екології усім їм властива приблизно однакова



біотична структура. Тобто, усі вони включають одні і ті ж основні категорії організмів, що взаємодіють один з одним стереотипним чином: продуценти, консументи, детритофаги і редуценти.

**Продуценти** – це в основному зелені рослини, що здійснюють фотосинтез – складний процес перетворення води й атмосферного діоксиду вуглецю в цукри, що відбувається в зелених листах рослин. При цьому як побічний продукт в атмосферу виділяється кисень. Для фотосинтезу необхідна світлова енергія Сонця. З утворених у такий спосіб цукрів і мінеральних елементів харчування, одержуваних із ґрунтів і води, рослини синтезують складні речовини, що входять до складу їхніх організмів. Мінеральні елементи харчування рослин називають біогенами. Молекула, за допомогою якої рослини уловлюють світлову енергію, необхідну для фотосинтезу – це зелений пігмент хлорофіл. Тому фотосинтезуючі рослини мають зелений колір. Вони дуже різноманітні: від мікроскопічних одноклітинних водоростей, лугових трав і злаків до гігантських дерев. Фотосинтез – процес складний, у ньому неорганічні, тобто прості хімічні речовини, з яких складається повітря, вода і мінерали гірських порід і ґрунту, перетворюються в складні з'єднання типу білків, жирів і вуглеводів, названих органічними. З цих органічних речовин і утворюються тканини рослин і тварин. Таким чином, фотосинтезуючі рослини використовують енергію сонячного світла, щоб продуциувати усі складні органічні сполуки свого тіла з простих неорганічних, присутніх у навколишнім середовищі. Усю сукупність органічних речовин, створених продуцентами, називають біотой. Фотосинтезуючі рослини продуциують їжу для всіх інших організмів екосистеми. Тому їх називають продуцентами.

Всі інші тварини й організми – **консументи** - харчуються органічною речовиною, використовуючи його як джерело енергії і матеріал для формування свого тіла.

**Редуценти** – це організми, що переводять органічні речовини в неорганічні. Крім того, є такі гриби і рослини, що не є продуцентами, а як тварини, харчуються органікою. Їх також називають **редуцентами**. (Росичка, що росте на болотах, харчується комарами, тропічні рослини з красивими квітами у виді глечиків залучають комах, що сідають у яскраву, що добре пахне квітку, що відразу закривається і переварює цю комаху. Це тропічна рослина – непентес. На землі близько 500 різних рослин-хижаків).

Отже, усі живі організми біосфери можна розділити на дві категорій. Ті з них, що за допомогою енергії навколишнього середовища здатні синтезувати необхідні їм органічні сполуки з неорганічних, відносяться до продуцентів. Все інше, що споживає органіку, як джерело речовини й енергії, називають консументами.

Кролик, що їсть морквину, є первинним консументом. Лисиця, що з'їдає кролика, є вторинним консументом. Первинні консументи, тобто тварини, що харчуються тільки рослинами, називаються рослиноїдними. Консументи більш високих порядків – м'ясоїдними.

**Детритофаги** – це організми, що харчуються детритом, тобто в ході своєї життєдіяльності розкладають складні органічні речовини на більш прості. Детрит – це мертві рослинні і тваринні останки (наприклад, що обпали листи, трава і т. ін.). Детритофаги – це гриби, раки, мурахи, що харчуються падаллю.

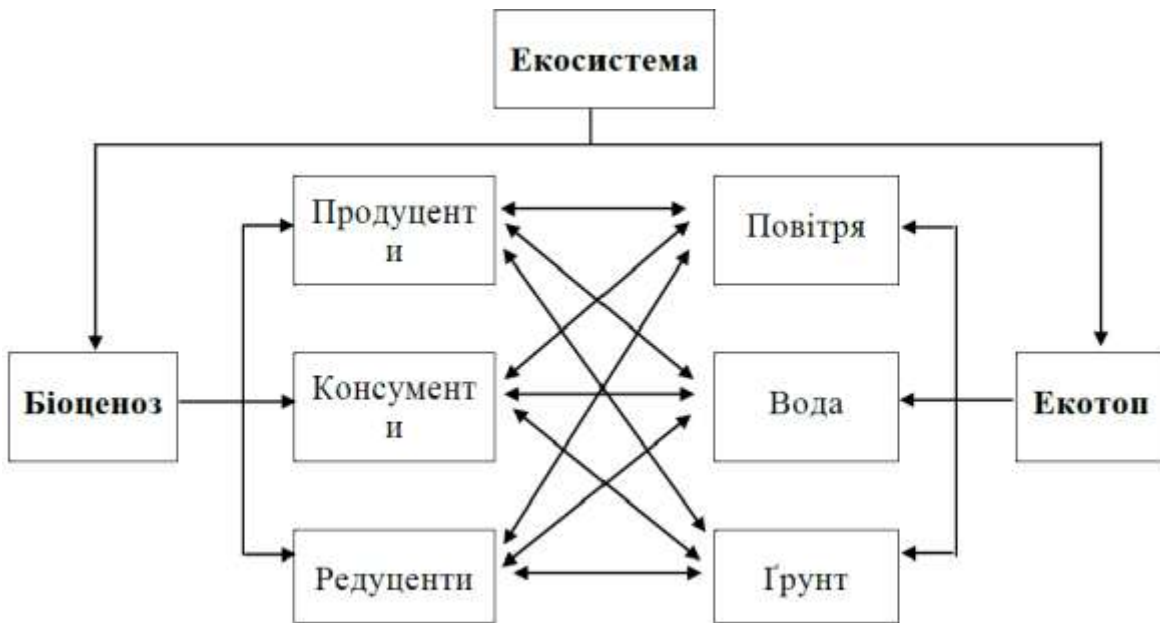


Рисунок 3.1 - Структура екосистеми

Перенесення речовини і енергії здійснюється за рахунок трофічних зв'язків.

Трофічні ланцюги - це кормові взаємовідносини між організмами, зв'язки живлення. Для живих організмів нашої біосфери характерні різні трофічні ланцюги (навіть в межах однієї екосистеми). Трофічні ланцюги (ланцюги живлення) показують взаємовідносини між організмами, в результаті яких в екосистемі відбуваються перетворення речовини і енергії. Трофічний рівень - це місце кожної ланки в харчовому ланцюзі.

Якщо в ланцюгу живлення перший трофічний рівень представлений первинними продуцентами – автотрофами, то такий ланцюг зветься пасовищний. Наприклад, *трава - коник - просянка - вуж – сова*.

У основі трофічних ланцюгів іншого типу - детритних - знаходиться нежива органічна речовина - детрит. Детрит - це дрібні органічні частинки, залишки процесів розкладання тварин і рослин разом з бактеріями, які в них селяться. У таких ланцюгах в ролі консументів виступають детритоїдні організми різних груп (наприклад, черв'яки, личинки, стоноги), що живляться опалим листям, живуть в ґрунті, а також бактерії, гриби, розкладаючі органічні речовини. Наприклад: *Детрит - дощові черв'яки - комахоїдні птахи - хижі птахи*.

Детритні ланцюги широко поширені у біосфері, зазвичай вони функціонують як би пліч-о-пліч з ланцюгами живлення пасовищного типу. Проте, і в цих випадках у біоценозі переважає той або інший із згаданих типів ланцюгів, зокрема, їм може бути детритний. Наприклад, у біоценозі мілководдя тільки 30% усієї енергії проходить через детритні ланцюги, а в екосистемах лісу зі значною фітомасою і порівняно невеликою зоомасою через детритні ланцюги проходить до 90% енергії.

Таким чином, є 2 основні типи трофічних ланцюгів: автотрофні (пасовищні) і детритні.

На рисунку 3.2 наведено схему структури трофічного ланцюга. .



Рисунок 3.2 - Схема структури трофічного ланцюга

В екологічних системах (біогеоценозах) у процесі еволюції в ланцюгах живлення визначилась важлива закономірність, що дістала назву *правила екологічної піраміди*: кількість рослинної маси приблизно в 10 разів більша за масу рослиноїдних тварин, а маса травоядних у стільки ж разів більша за масу хижаків (рис. 4.5). Завдяки тому, що при переході від однієї ланки трофічного ланцюга до іншої втрачається до 80-90 % зв'язаної енергії у вигляді теплоти, довжина ланцюгів невелика. Найефективнішим є передавання енергії від одного консумента до іншого, і тому ці ряди найдовші.

Співвідношення чисельності організмів, величини біомас або зв'язаної в біомасі енергії зображають у формі екологічних пірамід (рис. 3.3). Відповідно розрізняють піраміди чисельності, біомаси та енергії. В основі піраміди розміщують відповідні значення першого трофічного рівня екосистеми, а на вершині – останнього. Від основи піраміди до її вершини числові значення, як правило, зменшуються, тому вона спрямована вістрям догори. В енергетичних екологічних пірамідах таке звуження спостерігається завжди. Екологічні піраміди наочно характеризують не лише кількість біомаси, а й інтенсивність її переробки.

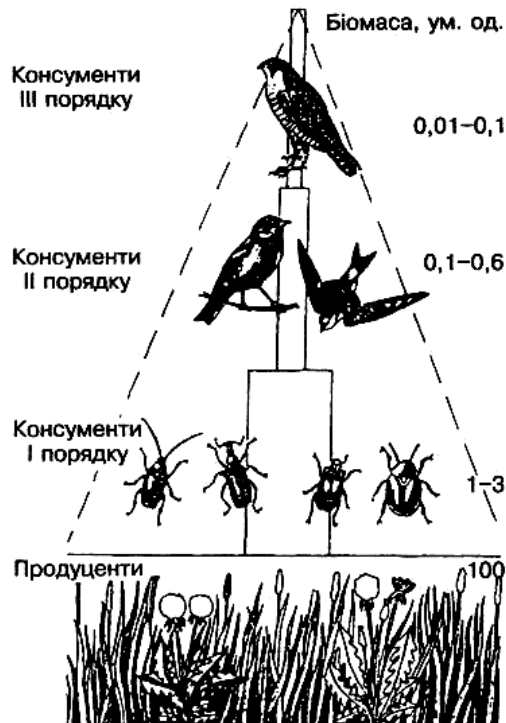


Рисунок 3.3 – Екологічна піраміда

У трофічних ланцюгах усі речовини послідовно переходять від одного виду організмів до іншого. Проте якщо біогенні речовини активно засвоюються і беруть участь у біологічному колообігу, то ксенобіотики, синтезовані людиною і не властиві природі, накопичуються при переході від одного виду трофічного ланцюга до іншого. Оскільки величина біомаси в екологічних пірамідах закономірно зменшується приблизно в 10 разів при переході на новий трофічний рівень, концентрація ксенобіотиків на одиницю біомаси збільшується. Так, якщо концентрація пестициду ДДТ, який використовували для знищення комах, у тілі водяних комах становила 0,04 г на один кілограм біомаси, то у рослиноїдних риб вона дорівнювала 10, у хижих риб досягала 50 і у птахів, які харчувалися рибою, – до 75 г на один кілограм біомаси. Отже, впродовж чотирьох ланок трофічного ланцюга концентрація ДДТ зростає в 1875 разів. Аналогічно концентруються й інші ксенобіотики, проте числові значення їх відрізняються, але закономірно збільшуються від основи екологічної піраміди до її вершини.

Концентрування речовин у трофічних ланцюгах слід враховувати в разі забруднення біосфери ксенобіотиками, тому що при споживанні в їжу тварин і птахів концентрації цих забруднювальних шкідливих речовин можуть бути значними. Трофічні ланцюги виконують ще й бар'єрну функцію, що сприяє самоочищенню завдяки концентруванню речовин і виведенню їх з біологічного колообігу.

Енергія надходить в екосистеми завдяки фотосинтезу. Частина її розсіюється у вигляді тепла при забезпеченні життєдіяльності організмів. Тому необхідно, щоб енергія безперервно надходила до екосистеми. На відміну від цього вода та мінеральні речовини здійснюють безперервний кругообіг: з ґрунту або водойми в рослину, від неї до тваринних організмів і через редуцентів знов повертаються в ґрунт.

Кількість речовини, що переміщується в такому кругообігу, визначає загаль-

ну кількість організмів даної екосистеми. Наприклад, кімнатна рослина, що росте у квітковому вазоні, поступово витрачає мінеральні речовини з ґрунту вазона. Відмерла органіка практично відсутня, мінеральні речовини не встигають повертатися в ґрунт і ріст рослини призупиняється. Якщо внести в цей ґрунт добрива, то це викличе бурхливий ріст. Ці ж самі явища можна спостерігати і на городніх культурах, коли в збіднений ґрунт вносять добрива.

Встановлено, що живим організмам в найбільшій кількості потрібні шість елементів: вуглець, водень, кисень, азот, фосфор, сірка.

### **Кругообіг речовин**

Найважливішою умовою стійкості існування екосистем всіх рівнів є кругообіг речовини на планеті.

Виділяють два основних кругообіги речовини та енергії на Землі: **великий** (геологічний) і **малий** (біотичний).

**Великий кругообіг** триває сотні тисяч або мільйони років. Гірські породи підлягають руйнуванню, вивітрюванню, розчинні у воді живильні речовини зносяться потоками води у Світовий океан. Тут вони утворюють морські напластування. Великі повільні геотектонічні зміни, процеси опускання материків і підняття морського дна, переміщення морів і океанів протягом тривалого часу, призводить до того, що ці напластування вертаються на сушу, і процес починається знову.

**Малий кругообіг**, що є частиною великого кругообігу, відбувається на рівні біогеоценозу (екосистеми). Полягає в тому, що живильні речовини доквілля - вода, вуглець, кисень, нітроген, фосфор, сірка - акумулюються в речовині рослин, витрачаються на побудову їх тіла і життєві процеси, а далі передаються іншим ланкам трофічного ланцюга (організмам – консументам і організмам – редуцентам. Редуценти розкладають органічні речовини до мінеральних компонентів, які доступні рослинам і знову втягуються ними в потік речовини).

Іншими словами, малий (біотичний) кругообіг характеризується багаторазовим включенням атомів речовин в тіла живих організмів і виходом їх в безпосередньо навколишнє середовище, звідки вони знов можуть бути використані організмами.

Кругообіг хімічних речовин з неорганічного середовища через рослинні і тваринні організми назад в неорганічне середовище, з використанням сонячної енергії для біохімічних реакцій, носить назву **біогеохімічного циклу**.

### **Кругообіг вуглецю**

На рисунку 3.4 наведено схему кругообігу вуглецю

Вуглець – це елемент, що дуже широко розповсюджений у навколишнім середовищі. Його здатність утворювати міцні хімічні зв'язки між атомами вуглецю лежить в основі всіх органічних сполук. Він входить до складу атмосфери, де є присутнім у виді  $\text{CO}_2$ . Зміст його в повітряному середовищі поступово збільшується внаслідок антропогенного впливу (спалювання палива, вирубки лісів і ін.).

Усі живі істоти на Землі мають у своєму складі вуглець. У результаті життєдіяльності більшості живих організмів утворюється  $\text{CO}_2$  і вода. Це процес називається подихом. Протилежний йому процес – фотосинтез у рослин, тобто включення вуглецю до складу органічних сполук. З  $\text{CO}_2$  і води утворюються цукри, що надалі перетворюються в білки і ліпіди, що живі організми використовують для побудови своїх тканин і одержання енергії для підтримки життя. Усі живі організми після смерті піддаються розкладанню, органічні речовини розщеплюються на більш прості фрагменти, перетерплюють перетворення, у результаті яких вуглець у виді  $\text{CO}_2$  знову надходить у круговорот і цикл замикається. Таким чином, в основі біогенного круговороту вуглецю в біосфері Землі лежить хімічна речовина  $\text{CO}_2$ .

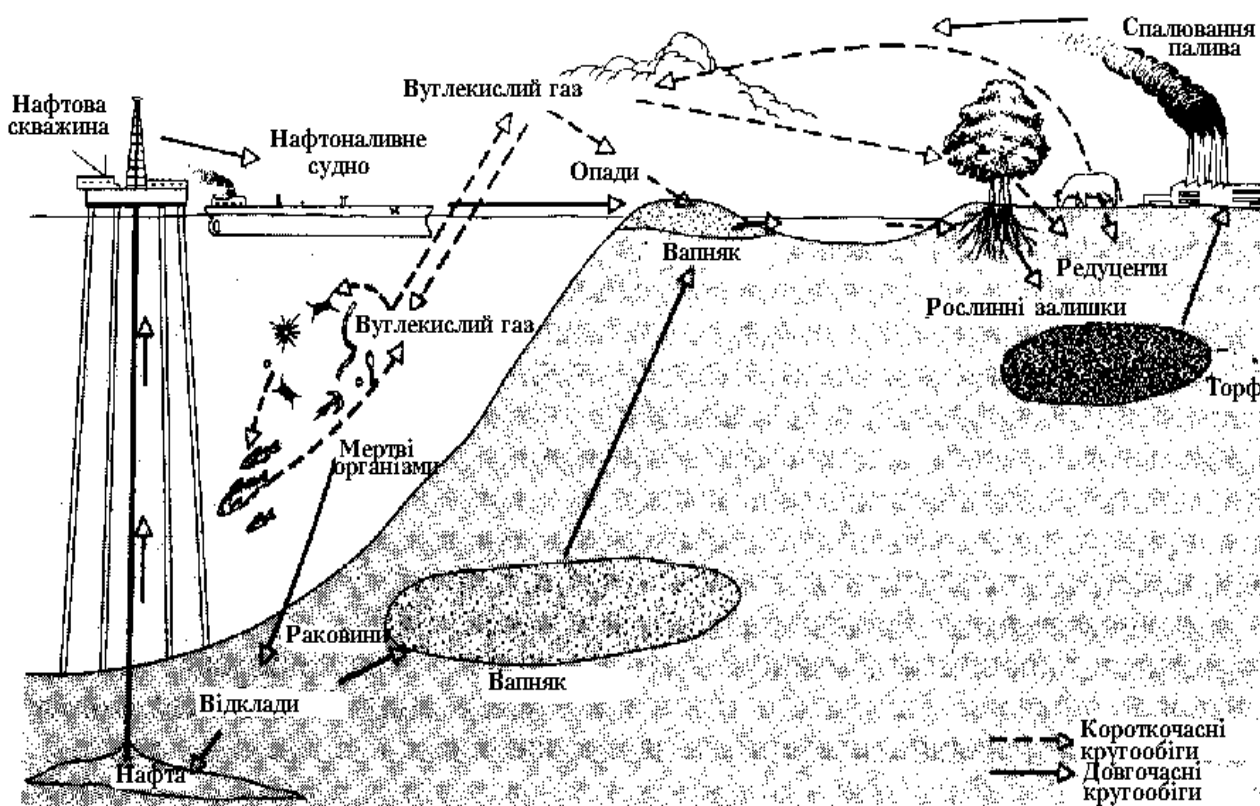


Рисунок 3.4 – Схема круговобігу вуглецю. Вуглець проходить через декілька екосистем. Пунктирними стрілками показані процеси, в яких перетворення вуглецю проходить повільніше, а суцільними - швидше

За певних умов круговорот вуглецю може сповільнюватися. Так, наприклад, при недоліку кисню мінералізація (розкладання) органічних речовин у ґрунті сповільнюється, виділення діоксиду вуглецю припиняється і вуглець не вивільняється в навколишнє середовище. У цих умовах вуглець у виді органічних залишків може накопичуватися у виді торфу, кам'яного вугілля, нафти. У гідросфері  $\text{CO}_2$  знаходиться в розчиненому стані. Він може утворювати солі кальцію: вапняки, крейда. Корали будують своє тіло з вуглекислого кальцію. Ці процеси приводять до порушення круговороту вуглецю і нагромадженню його в екосистемах.

У круговороті вуглецю беруть участь також гірські породи. Він виділяється в навколишнє середовище при вилуживанні вапняків атмосферними опадами.

Важливу роль у круговороті вуглецю грає світовий океан. Прийнято вважати, що океан “вдихає”  $\text{CO}_2$  з атмосфери – біля половини його поглинається океаном (розчиняється у воді), а поховання вуглецю в донних опадах приводить до виведення його з круговороту. Океан, таким чином, як би компенсує приплив вуглецю від палива, що спалюється, і разом з наземною рослинністю виробляє необхідний для життя кисень.

### Кругообіг азоту

Відіграє важливу роль у життєдіяльності організмів. Він входить до складу багатьох органічних речовин, насамперед білка. Джерелом азоту для продуцентів (автотрофам) є нітрати, а також молекулярний азот атмосфери. Нітрати через кореневу систему попадають у листи, де використовуються для синтезу рослинного білка.



Рисунок 3.5 – Кругообіг азоту

Другий шлях, яким азот попадає в організми – пряма фіксація азоту з атмосфери. Це явище унікальне і притаманне прокариотам, тобто без'ядерним мікроорганізмам (бактерії, синьо-зелені водорості). Азотвміщуючі органічні сполуки, що утворяться в рослинах, по трофічним (харчовим) зв'язкам попадають в організм консументів (гетеротрофів), а також у ґрунт після відмирання рослин. У ґрунті вони піддаються розпаду і використовуються іншими рослинами. Кінцевим продуктом розкладання є аміак, що переходить у нітрити, а потім у нітрати, що служать джерелом для продуцентів.

Частина азоту повертається в атмосферу завдяки діяльності бактерій-денітрифікаторів, що розкладають нітрати до молекулярного азоту. У результаті



цього процесу з ґрунту щорічно з 1 га іде до 50-60 кг азоту.

Призупинення круговороту азоту може відбуватися внаслідок його нагромадження в глибоководних океанічних опадах. При цьому азот виключається з круговороту на кілька мільйонів років. Утрати компенсуються надходженням газоподібного азоту при вулканічних виверженнях.

В даний час в атмосферу надходять великі кількості азоту у виді оксиду і діоксиду азоту, що утворюються при спалюванні палива, при високотемпературних технологічних процесах. Діоксид азоту розчиняється в краплях атмосферної вологи, утвориться слабкий розчин суміші азотної й азотистої кислот. Таке походження кислотних дощів, що містять крім цих кислот ще сірчану і сірчисту кислоти.

### **Кругообіг фосфору**

Фосфор є елементом необхідним для харчування живих організмів, відіграє найважливішу роль у розвитку організмів.

Фосфор міститься в гірських породах. У гідросферу попадає в результаті ерозії гірських порід, відкладається у виді опадів на дрібній воді, частково осаджується в глибоководних мулах.

У тварин фосфор у виді органічних сполук входить до складу кісток і інших тканин. Він відіграє роль в енергетичних процесах запасу енергії кліток у виді аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ).

У результаті розкладання мертвих організмів і мінералізації органічних сполук фосфор у виді фосфатів знову використовується рослинами і тим самим знову утягує в круговорот. Виведення фосфору з круговороту відбувається внаслідок його нагромадження в донних опадах.

В даний час росте концентрація у водних екосистемах, що приводить до їхнього інтенсивного заростання, деградації і до загибелі. Фосфор широко використовується у виді фосфорних добрив. У поверхневій водойми потрапить шляхом вносу добрив з полів і скидання недоочищених стічних вод.

### **Кругообіг сірки**

Мінеральна сірка потрапить у ґрунт у результаті природного розкладання сірчаного і мідного колчеданів у гірських породах. Вона переноситься з атмосферними опадами і попадає в наземні і водяні екосистеми.

Сірка є компонентом білків і ряду амінокислот: цистина, цистеїну, метіоніну. Ці амінокислоти синтезуються рослинами, що використовують мінеральну сірку. В організм тварин сірка попадає з рослинною їжею. Сульфатредуцируючі мікроорганізми руйнують органічні сполуки в ґрунті, відновлюють сірку до сірководню або до мінеральної сірки. Сульфатоокислюючі мікроорганізми окисляють сірку, перетворюючи її в сульфати, що поглинаються рослинами і знову попадають у круговорот.

В даний час в атмосферу надходять великі кількості сірки у виді діоксиду сірки, що утвориться при спалюванні палива. Діоксид сірки, частково розчиняється воді з утворенням сірчистої кислоти, частково окисляється до триоксида сірки, що при розчиненні в атмосферній волозі утворить сірчану кислоту. Дощі, у воді



яких міститься сірчана і сірчиста кислота, називаються “кислотними”. Їхнє випадання приводить до закислення природних вод і ґрунтів.

**Стан рухомо-стабільної рівноваги екосистеми носить назву гомеостазу** (від «гомео» – той же, «стазіс» – стан).

Гомеостатичність – найважливіша умова існування будь-якої екологічної системи.

Важливіші чинники, які є основою стійкості біосфери:

- **піраміда енергій**. Потoki енергії, що надходять в біосферу і виходять з неї, збалансовані. Еволюційно склався енергетичний баланс в біосфері.

- **кругообіг речовин**. Біогеохімічні цикли елементів відпрацьовані еволюційно і не призводять до накопичування шкідливих речовин. В природі немає відходів, які не можуть бути утилізовані.

- **видова різноманітність**. Різноманітність видів величезна і складає приблизно 1,5-5 млрд. Види зв'язані між собою різноманітними відношеннями. Конкурентні і хижацькі відношення між видами сприяють встановленню між ними рівноваги.

- **приспосованість видів**. Біосистеми примушені пристосовуватися до навколишніх умов, що постійно змінюються. Кожний вид адаптований до строго певної специфічної для нього сукупності умов існування – екологічної ніші.

- **стабільність чисельності популяцій**. В природі є механізми, що забезпечують стабільність чисельності популяцій. Чисельність популяцій обмежена виснаженням харчових ресурсів і умов розмноження. З іншого боку, мінімальна чисельність строго специфічна для кожної популяції. Вихід за межі мінімуму веде популяцію до загибелі: вона вже не буде спроможна самовідновитися.

### **Запитання для самоконтролю:**

1. Наведіть визначення продуцентів, консументів, редуцентів, детритофагів.
2. Наведіть визначення трофічних ланцюгів. Які є види трофічних ланцюгів? Наведіть пояснення і приклади.
3. Як проходить передача енергії по трофічним ланцюгам?
4. Охарактеризуйте вплив антропогенної складової на порушення рівноваги в кругообігу вуглецю.
5. Охарактеризуйте кругообіг сірки. За рахунок яких виробничих процесів проходить збільшення сірки діоксиду в атмосферному повітрі?
6. Охарактеризуйте кругообіг азоту і вплив на нього антропогенного чинника.
7. Приведіть визначення гомеостазу та перелічіть важливіші чинники стійкості біосфери.
8. Охарактеризуйте кругообіг фосфору.
9. Охарактеризуйте великий і малий кругообіг енергії і речовин.

## ЛЕКЦІЯ № 4

## АТМОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ. ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

### Будова й склад атмосфери

Біосфера складається з атмосфери, гідросфери, ґрунту, рослинного і тварини світу.

Атмосфера – газова оболонка Землі масою приблизно  $5 \cdot 10^{15}$  т. Однак компоненти атмосфери розподілені нерівномірно.

По характері розподілу температури з висотою атмосфера розділяється на кілька шарів:

- Тропосфера
- Стратосфера
- Мезосфера
- Термосфера
- Екзосфера

Потужність тропосфери в наших широтах досягає 10-12 км. У тропосфері знаходиться основна частина маси атмосфери, тому тут найбільше яскраво виявляються найрізноманітніші явища погоди. У цьому шарі спостерігається безупинне зниження температури з висотою. Воно складає в середньому  $6^{\circ}\text{C}$  на кожні 1000 м. Сонячні промені сильно нагрівають земну поверхню і прилягаючі нижні шари повітря. Тепло, що йде від землі, поглинається водяною парою, вуглекислим газом, частками пилу. Вище повітря більш розріджене, водяної пари в ньому менше, а випромінюване знизу тепло вже поглинуто нижніми шарами – тому повітря там холодніше. Звідси поступовий спад температури з висотою. Тропосфера – це місце постійного формування хмар, опадів і інших явищ природи.

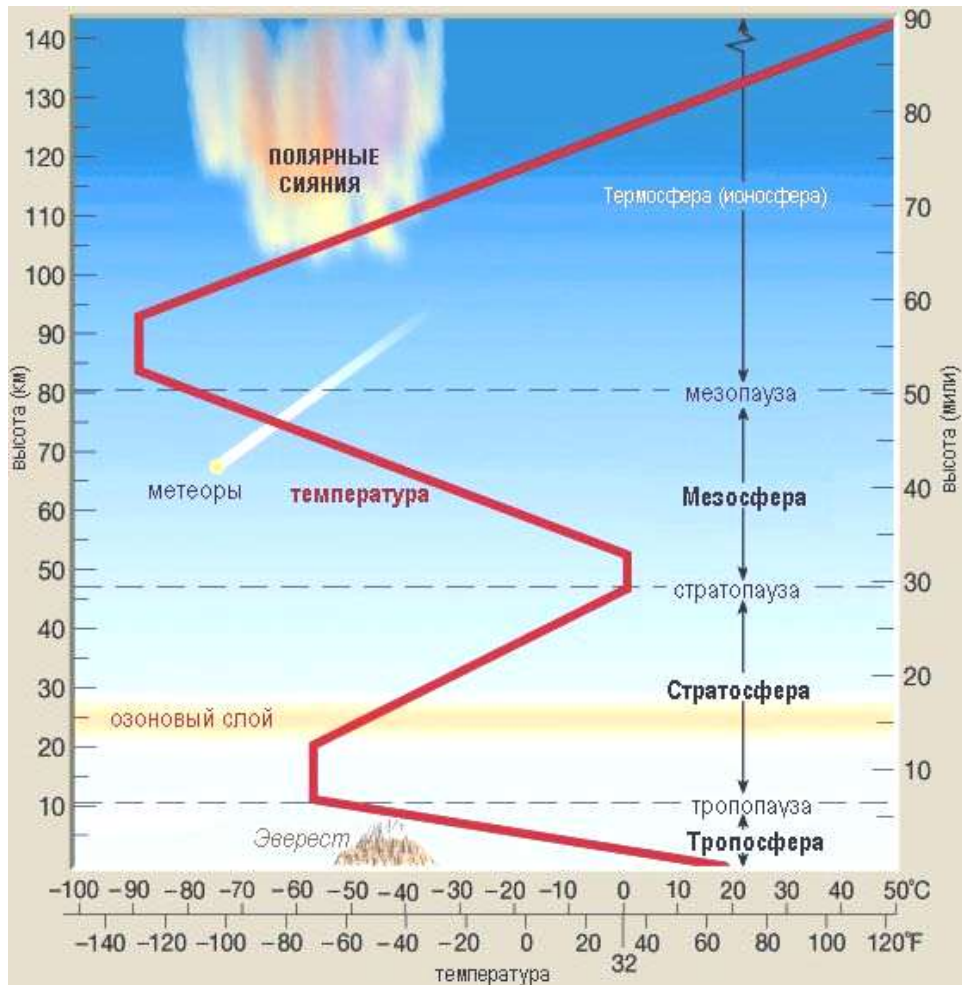
Стратосфера простирається до висоти 50 км. Повітря тут більш розріджене, вологість невисока. Температура до висоти 30 км постійна, біля  $-50^{\circ}\text{C}$ , потім підвищується до  $+10^{\circ}\text{C}$  на оцінці 50 км. У стратосфері сконцентрована основна частина атмосферного озону і, саме ця обставина обумовлює підвищення температури. Справа в тім, що озон поглинає ультрафіолетові промені Сонця, що і викликає розігрів атмосфери. Озоновий шар дуже тонкий (товщина 2-4 мм). Розрідження повітря в стратосфері приводить до того, що небо там майже чорного кольору. У стратосфері завжди гарна погода. Небо безхмарне і лише на висоті 25-30 км з'являються перламутрові, а на висоті більш 80 км – срібlistі хмари.

За стратосферою на висоті більш 50 км знаходиться мезосфера, де температура знову знижується. На висоті близько 80 км вона дорівнює  $-70^{\circ}\text{C}$ . За мезосферою (більш 80 км над земною поверхнею) розташована термосфера, що не має визначеної верхньої границі, де температура збільшується і досягає на висоті 500-600 км  $(+1600)^{\circ}\text{C}$ . Гази тут сильно розріджені, молекули рідко зіштовхуються один з одним. На висоті від 800 до 1600 км знаходиться екзосфера. У ній виявляються гази і спостерігається витік атомів (в основному водню і гелію) у космос.

Хімічний склад нижніх шарів повітря: % об.

Азот – 78,09;

Кисень – 20,94;  
 Аргон – 0,93;  
 Діоксид вуглецю – 0,033;  
 Інші газы – 0,007.



### Забруднення атмосфери

У результаті антропогенної діяльності відбувається забруднення атмосферного повітря, що призводить до зміни хімічного складу атмосферного повітря. Під забрудненням атмосферного повітря розуміють рідкі і тверді часточки та газоподібні речовини, що надходять в атмосферне повітря внаслідок побутової та промислової діяльності людей, а також фізіологічного життя людей і тварин у понад нормованій кількості.

Забруднення атмосфери буває природне та антропогенне.

Природне забруднення відбувається за рахунок природних факторів: курні бури, виверження вулканів, видування ґрунтів, лісові пожежі.

Антропогенні джерела забруднення атмосфери поділяються на групи:

- промислові підприємства;
- транспорт;
- побутове і комунальне господарство.

У промисловості обсяг викидів забруднюючих речовин розподіляється по галузях промисловості (для Донецької області) в такий спосіб:

- теплоелектростанції – 27 %;

- чорна металургія – 24 %;
- кольорова металургія – 10 %;
- нафтовидобуток і нафтохімія – 15 %;
- автотранспорт – 13 %;
- підприємства будіндустрії (цементні, цегельні заводи) – 8,5;
- хімічна промисловість – 1 %.

До основних речовин, що постійно надходять в повітря відносять:

- діоксид сірки;
- оксиди азоту;
- пил неорганічний, який містить важкі метали;
- оксиди вуглецю;
- вуглеводні.

Під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації, перенесення повітряних мас, взаємодіє з гідросферою й літосферою та діяльності мікроорганізмів атмосферне повітря позбавляється від забруднюючих речовин. Проте в результаті антропогенної діяльності утворюється така велика кількість забруднюючих речовин, що атмосфера вже не здатна самоочищуватися і відбувається значне накопичення забруднюючих речовин в повітрі.

В зв'язку з цим в світі виникли такі глобальні екологічні проблеми:

- кислотні дощі;
- озонові діри;
- смог;
- глобальні зміни клімату;
- захворювання людей, пов'язані з загальним забрудненням атмосфери;
- зменшення кількості окремих видів рослин та тварин, а також їх повне зникнення.

### **Глобальні зміни клімату**

Клімат на нашій планеті в минулому періодично змінювався. За тисячі й мільйони років чергувалися періоди значного похолодання й навіть зледеніння та теплі епохи. Нині ж учені дуже занепокоєні: схоже на те, що Земля розігрівається значно швидше, ніж це було будь-коли в минулому. Це спричинено швидким збільшенням вмісту в атмосфері вуглекислого газу. В земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в парнику: пропускає сонячне світло, але затримує тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі. Це викликає розігрівання планети, відоме під назвою парникового ефекту.

Причиною зміни клімату є динамічні процеси на Землі зумовлені природними та антропогенними чинниками. Природні чинники зміни клімату можуть бути космічного походження та не космічного характеру. Космічні процеси, що формують клімат, це зміни світимості Сонця; сонячного випромінювання; зміни параметрів орбіти Землі; катастрофи, наприклад падіння астероїду чи комети.

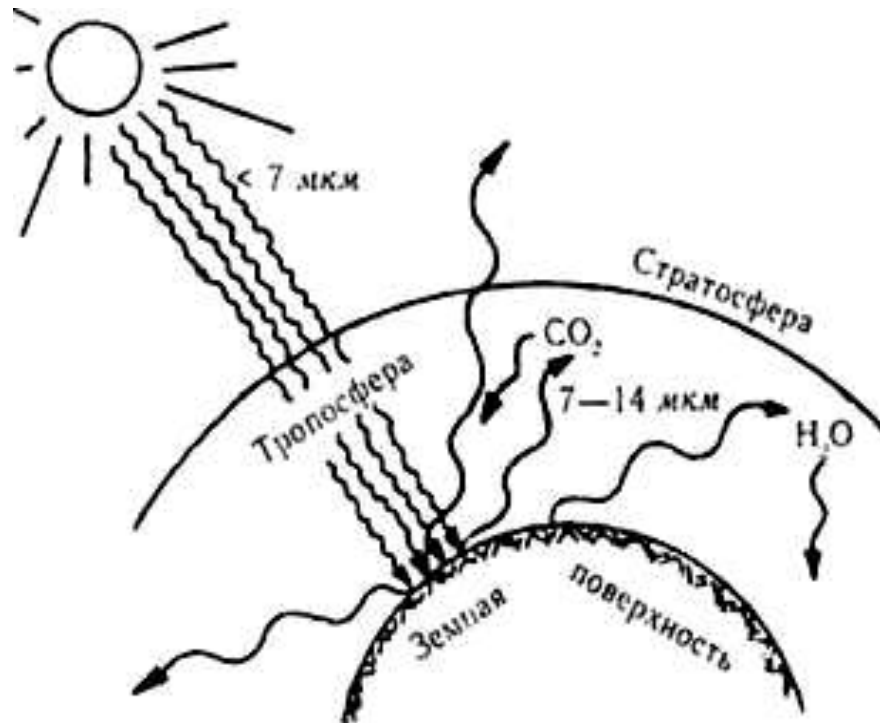


Рисунок 4.1. Явище парникового ефекту в атмосфері Землі

Природні некосмічні фактори зміни клімату на Землі це:

- зміна прозорості атмосфери та її складу в результаті змін вулканічної активності;
- зміна відбивної здатності атмосфери та поверхні Землі альбедо;
- зміна кількості тепла, наявного в глибинах океану.

До антропогенних причин зміни клімату відноситься, в першу чергу, збільшення концентрації парникових газів в атмосфері утворених в наслідок діяльності людини, головним чином спалювання викопного палива. Також антропогенний вплив на клімат здійснюється від вирубки лісів, через діяльність сміттєвих звалищ та урбанізацію територій, викидів аерозольних частинок в результаті діяльності людини і т.п.

Клімат Землі залежить від багатьох факторів—одні зумовлюють потепління, інші—похолодання, а які переважають, сказати з певністю не можна. Крива природних коливань клімату нині прямує донизу, тобто до похолодання, що перевищує тенденцію до збільшення температури за рахунок парникового ефекту. Проте найближчим часом результат взаємовпливу цих факторів має зміститися в бік зростання температури.

У чому ж небезпека парникового ефекту? Як свідчать розрахунки вчених, підвищення середньої річної температури Землі на  $2,5\text{ }^\circ\text{C}$  викличе значні зміни на Землі, більшість яких для людей буде мати негативні наслідки. Парниковий ефект змінить такі критично важливі перемінні величини, як опади, вітер, шар хмар, океанські течії, а також розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть більш сухими, а узбережжя вологішими, зими—коротшими й теплішими, а літо—тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони змістяться на північ (у північній півкулі) приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти у високих широтах. З одного боку, покращаться умови судноплавства в полярних морях, які значною мірою звільняться

від криги, з іншого—значно зросте кількість небезпечних для судноплавства айсбергів, особливо в Атлантичному й Індійському океанах, тобто на найбільш напружених судноплавних трасах.

Найнеприємнішими для людства є два наслідки глобального потепління клімату. Перший—значне збільшення посушливості в середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, “зернові” штати США). Клімат тут стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться. Другий—це підйом рівня Світового океану на 2—3 м за рахунок танення полярних льодових шапок. Це викличе затоплення багатьох прибережних ділянок, де живуть мільйони людей, міст, портів тощо. Наприклад, така густонаселена (150 млн. чоловік) держава, як Бангладеш, майже повністю буде затоплена, піде під воду Венеція тощо.

Моделлю “парникового ефекту” є клімат на Венері. Її щільна атмосфера, що на 98 % складається з вуглекислого газу, за рахунок цього явища розжарена до 500° С (за такої температури залізо стає червоним).

Кліматичні зміни можуть відбуватися не лише завдяки впливу людства на склад атмосфери, а й внаслідок зміни ним типу поверхні Землі. Заміна лісів культурними плантаціями призводить до зниження випаровування й збільшення прямої тепловіддачі. Зменшується жорсткість поверхні, що впливає на циркуляцію шарів атмосфери.

Крім того, людство ще й безпосередньо підігріває атмосферу Землі за рахунок спалювання великої кількості нафти, вугілля, торфу тощо, а також роботи АЕС. Промисловість світу нині виділяє в атмосферу понад  $3 \cdot 10^{14}$  МДж тепла щорічно. Ця кількість поки що становить лише 0,01 % енергії Сонця, що досягає атмосфери Землі. Проте в деяких промислових районах концентрація теплової енергії за рахунок промисловості збільшилася вже в сотні разів. З'явилися теплі ореоли над містами й промисловими центрами, де теплові аномалії вже на кілька градусів перевищують норму. Такі теплі плями добре помітні з Космосу під час теплової зйомки.

Швидко зростаюче населення африканських і латиноамериканських країн дуже активно вирубує тропічні ліси. За підрахунками експертів ООН, у найближчі 20 років буде знищено 12—15 млн. км<sup>2</sup> цих лісів, тобто більше половини їх площі. Крім зменшення кількості кисню, що надходить у атмосферу з цього джерела, відбудеться глобальне охолодження атмосфери. Підраховано, що за всю історію людства винищення лісів вже охолодило поверхню Землі майже на 1 °С.

Глобальне потепління зовсім не означає потепління скрізь і в будь-який час. Зокрема, в будь-якій місцевості може збільшитися середня температура літа і зменшитися середня температура зими, тобто клімат стане більш континентальним. Глобальне потепління можна виявити, тільки усереднивши температуру по всіх географічних локаціях і всім сезонах. Згідно з однією з гіпотез, глобальне потепління призведе до зупинки або серйозного ослаблення Гольфстріму. Це викличе істотне падіння середньої температури в Європі (при цьому температура в інших регіонах підвищиться, але не обов'язково у всіх), так як Гольфстрім прогріває континент за рахунок перенесення теплої води з тропіків.

Відповідно до гіпотези кліматологів М. Юінга і У. Донна, існує коливальний процес, в якому заледеніння (льодовиковий період) породжується потеплін-

ням клімату, а дегляціація (вихід з льодовикового періоду) — похолоданням. Це пов'язано з тим, що в кайнозої, що є кріоерою, при відтаванні крижаних полярних шапок збільшується кількість опадів у високих широтах, що взимку призводить до локального підвищення альbedo. Надалі відбувається зниження температури глибинних районів континентів північної півкулі з подальшим утворенням льодовиків. При замерзанні крижаних полярних шапок льодовики в глибинних районах континентів північної півкулі, не отримуючи достатнього підживлення у вигляді опадів, починають відтавати.

### Руйнування озонового шару Землі

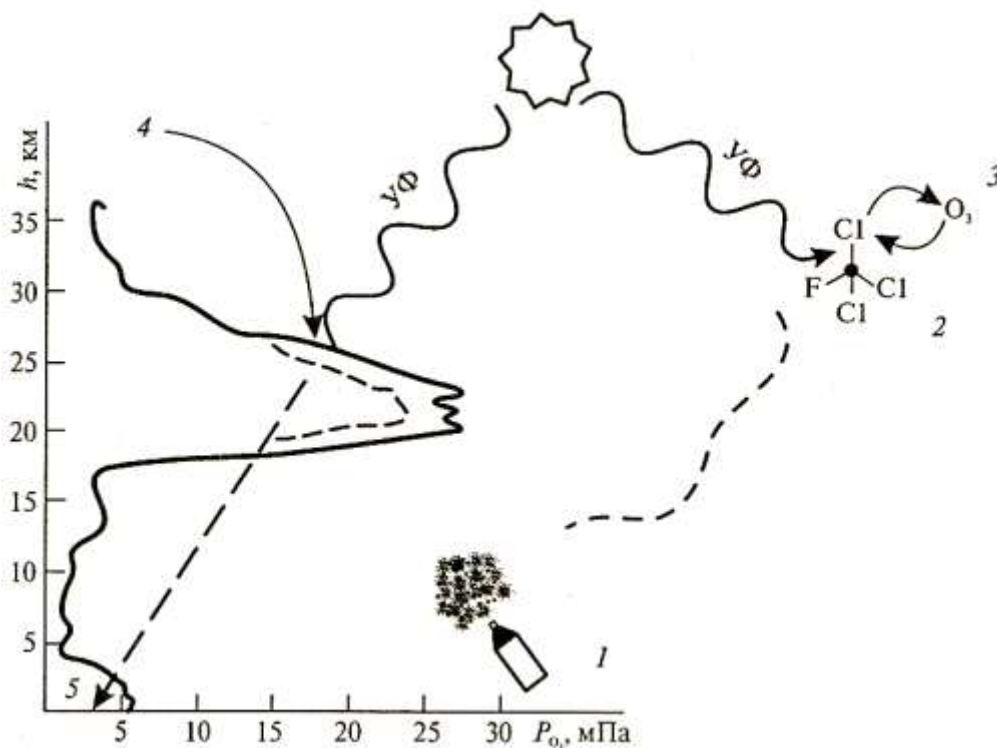
Розташований в атмосфері на висоті 20—35 км озоновий шар є природним захисним бар'єром від проникнення на поверхню Землі жорсткого ультрафіолетового випромінювання Сонця з довжиною хвилі 325—400 нм. Цей шар має відносно невелику товщину, він надійно захищає живу речовину біосфери від згубного впливу такої радіації. Якби не існувало озонового шару, то життя на суходолі Землі було б неможливим, як це було на світанку його зародження.

Як уперше помітили метеорологи США (М. Моліна і Ш. Роуленд), останнім часом озоновий шар атмосфери зазнає руйнування. Цей небажаний і небезпечний процес інтенсивно відбувається під дією деяких хімічних речовин — хлор- і бромпохідних вуглецю (фреони), тетрахлориду вуглецю, метилхлороформу та ін. Особливо небезпечними є фреони (CFCI<sub>3</sub> — фреон 11, C<sub>2</sub>FCI — фреон 12, CP<sub>2</sub>CIVг — галон 1211), які широко застосовують у техніці й побуті як холодоагенти, розпорошувачі в аерозольних упаковках тощо. Світове виробництво фреонів на початку 90-х років ХХ ст. перевищило 1,4 млн. т за рік. Під дією ультрафіолетового випромінювання фреони розкладаються з виділенням атомарного хлору, який є ефективним каталізатором розщеплення озону на кисень. Так, один атом хлору призводить до розкладання 100 тис. атомів озону. Руйнування озонового шару спричинюють також космічна і ракетна техніка та сучасні надзвукові літаки. Викиди продуктів згоряння палива з їхніх двигунів розкладають озон до кисню та інших сполук.

Внаслідок руйнування озонового шару концентрація озону почала зменшуватися, а в деяких місцях, зокрема над Антарктидою, в ньому часто виникає “пульсівна дірка”. Вміст озону в ній менший від звичайного на 40—50 %. Ця “дірка” чітко виявляється із серпня по жовтень (антарктична весна), а нині вона не зтягується і влітку і має надзвичайно велику площу, що дорівнює площі Антарктиди. Внаслідок цього в країнах південної півкулі Землі спостерігається підвищений ультрафіолетовий фон. Це спричинює збільшення кількості захворювань людей на рак шкіри та катаракту. “Озонову дірку” виявлено і в північній півкулі над Антарктикою (Шпіцберген). За оцінками НАСА (США), з 1978 по 1990 рік кількість озону в озоновому шарі зменшилася на 45 %. Цей процес зменшення концентрації озону невпинно триває. Так, за спостереженнями з канадського супутника “Німбус 7”, за період з 1980 по 1991 рік швидкість руйнування озону становила 0,224 % за рік. Як показали супутникові спостереження, за останні 15 років ультрафіолетове випромінювання на поверхні Землі зросло більш ніж на 10 %, а в районах Антарктиди – більш ніж на 40 %. Це призводить до зниження імунітету та

збільшення частоти інфекційних захворювань людей та тварин. Як стверджує "Грінпіс", зменшення товщини озонового шару на 10 % призводить до збільшення захворювання на рак шкіри 300 тис. населення.

З метою запобігання руйнуванню озонового шару атмосфери уряди багатьох країн підписали в 1985 р. у Відні Конвенцію про охорону атмосферного озону і скорочення виробництва фреонів та інших речовин, що руйнують озон.



1 - фреони вивільняються людиною; 2 - фреони руйнуються тільки в стратосфері; 3 - атом хлору руйнує озон; 4 - тонший озоновий шар пропускає більше УФ-випромінювання; 5 - збільшена кількість УФ небезпечно для живих організмів

Рисунок 4.2 - Зміна по висоті концентрації озону

У 1985 році в Монреалі уряди більшості країн світу підписали протокол по охороні атмосферного озону, де зобов'язали всі країни до початку XXI століття зменшити використання фреонів на 50 % для того, щоб надалі зовсім відмовитися від них.

Руйнують озоновий шар і польоти висотних літаків, вихлопні гази яких містять окис азоту, а також запуски космічних кораблів, що працюють на твердому паливі. Підраховано, що 300 запусків "Спейс Шатлів" підряд могли б цілком зруйнувати весь озоновий шар Землі.

### Кислотні дощі

Оксиди сірки і азоту, що потрапили в атмосферу, окислюються і, сполучаючись з водою, утворюють туманоподібні краплини сульфатної та нітратної кислот.



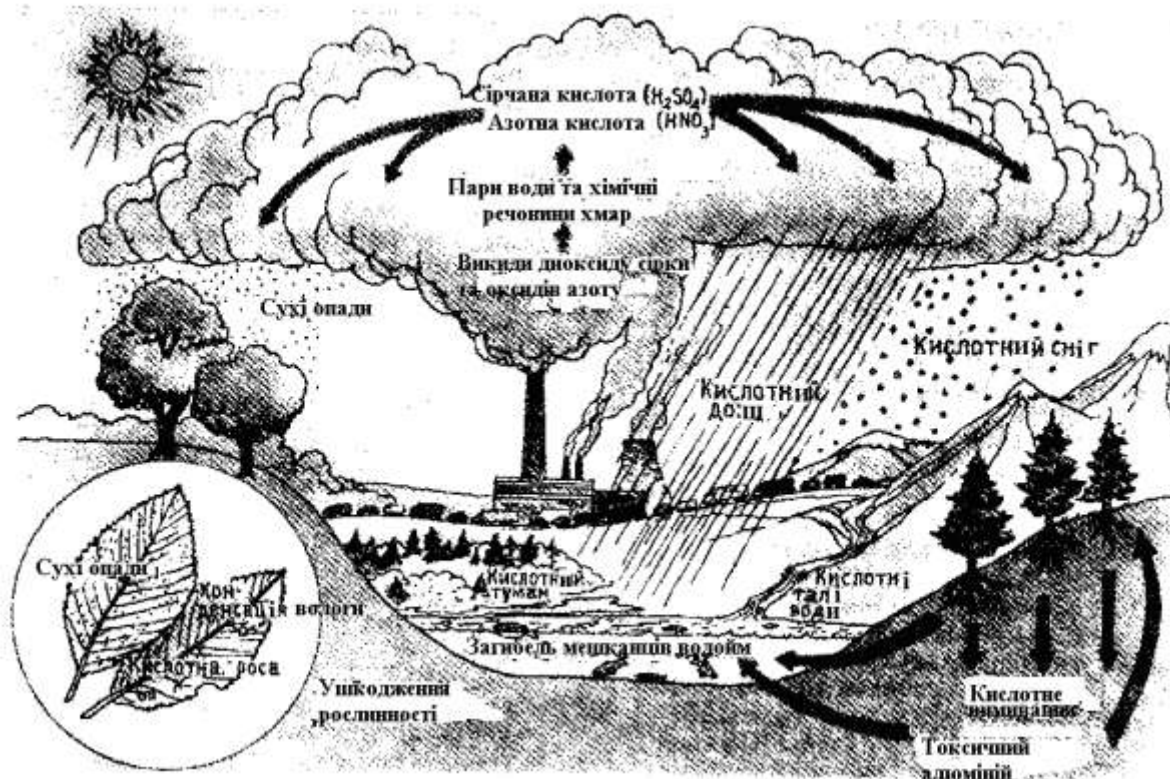


Рисунок 4.3 – Схема утворення кислотних дощів

Переносячись вітрами на значні відстані, вони згодом випадають разом з дощем, який має кислу реакцію. Кислотними називають взагалі будь-які опади — дощ, сніг, туман, якщо значення їх рН становить менш ніж 7,0. Кислотні дощі мають значення рН частіше в межах 4,1—2,1, а в деяких випадках навіть менш як 2,1. Спостереження свідчать, що ще 100 років тому дощова вода мала рН = 7,0, тобто осадки були нейтральними. Вперше кислотні дощі зареєстровані в Англії в 1972 р., вони були наслідком потрапляння в атмосферу оксидів сірки і азоту. Поступово індустріалізація охоплювала все більше число країн, а надходження оксидів сірки і азоту безперервно збільшувалось, особливо загрозливих масштабів набувши в наш час. Тому кислотні опади випадають всюди. У Західній Європі кислотність дощів у 1990 р. знизилась на 0,2 одиниці рН порівняно з 1989 р. В Україні кислотні дощі часто випадають у Сумській, Черкаській та Рівненській областях, де в повітря викидається значна кількість оксидів сірки і азоту. Україна забруднена також за рахунок транскордонного перенесення цих оксидів з країн Західної Європи.

Під впливом кислотних опадів відбувається закиснення водойм і ґрунтів, вимивання з ґрунту калію, магнію і кальцію та зменшення врожайності сільськогосподарських культур на 3—8 %, деградація флори і фауни. У закиснених водоймах гине риба і численні види комах. Внаслідок випадання кислотних дощів гинуть ліси, особливо букові, тисові та кедрові. Загибель лісів зумовлює гірські зсуви та селі. Кислотні опади прискорюють руйнування житлових будинків і архітектурних пам'яток, оздоблених мармуром і вапняком. Кислотний сніг завдає ще більшої шкоди, ніж дощ, оскільки він може накопичуватись упродовж тривалого часу, що призводить до значного закиснення ґрунту під час танення снігу навесні. Кислот-

ність талої води в десятки разів вища від кислотності дощової.

У багатьох країнах кислотні дощі завдають значних збитків. Так, у Швейцарії від кислотних дощів гине третина лісів, у Великій Британії висихають 69 % буквих і тисових лісів. Від кислотних опадів особливо потерпають закриті водойми — озера й ставки. У Швеції в 4 тис. озер риба повністю зникла. В Україні за останні 35 років площа кислих ґрунтів зросла на 33 %. Кислі ґрунти потребують вапнування, що підвищує собівартість сільськогосподарської продукції.

## Смог

Смог – це сполучення газоподібних та твердих забруднюючих речовин з туманом або аерозольним серпанком, що викликає інтенсивне забруднення атмосфери.

Є два види смогу:

- Лондонський (чорний)
- Лос-Анджелеський (білий або фотохімічний).

У грудні 1952 р. Звістка про смог облетіла весь світ, коли в Лондоні від нього загинуло близько 4 тис. чоловік. Це був так званий чорний смог, що виник внаслідок надлишку в повітрі міста комплексу шкідливих газів (в основному  $\text{NO}_2$  до 5—10  $\text{мг/м}^3$  і більше, в результаті спалювання вугілля, соляру й мазуту на промислових підприємствах і теплоцентралях Лондона. Цей смог утворюється в похмури дні, коли спостерігається висока вологість повітря та відсутній вітер. Цей туман знижує видимість до декількох метрів.

А ще перед другою світовою війною білий фотохімічний смог почав з'являтися над Лос-Анджелесом в результаті великої загазованості міста, спричиненої автотранспортом. Найбільшої шкоди він став завдавати в 70—80-х роках.

Останнім часом завдяки системі чіткого автоматизованого регулювання рухом автотранспорту, переходу на нові типи двигунів і нові види пального, застосування в машинах спеціальних газових фільтрів смог у Лос-Анджелесі став з'являтися значно рідше. У разі перевищення у повітрі встановленої норми забруднювачів автоматично включаються спеціальні сирени, зупиняється рух автотранспорту, виключаються двигуни. Завдяки заходам по охороні повітря в США, Японії, Франції, Великобританії, Канаді рівень загазованості міст щорічно знижується на 4—5 %.

А на території колишнього СРСР у 1989—1991 рр. у містах Ангарську, Оренбурзі, Нижньому Тагілі реєструвалися випадки масових отруень брудним повітрям.

Дослідження американських, англійських і японських вчених свідчать, що смог виникає в результаті складних фотохімічних реакцій у повітрі, забрудненому вуглеводнями, пилом, сажею і оксидами азоту під впливом сонячного світла, підвищеної температури нижніх шарів повітря й великої кількості озону (озон виділяється в результаті розпаду діоксиду азоту під дією олефінів). У сухому, загазованому й теплому повітрі внаслідок впливу сонячного проміння виникає синюватий прозорий туман, який складається з озону (понад 3  $\text{мг/м}^3$ ) й інших речовин, що значно більш токсичні за первинні забруднювачі повітря. Туман неприємно пахне, подразнює очі, горло, спричинює задуху, бронхіальну астму, порушення

вітамінного обміну, сну в дітей, емфізему легенів. Листя починає в'янути, стає плямистим, набуває сріблястого або бронзового кольору. Набагато прискорюється корозія металу, руйнування мармуру, вапняку, фарби, гуми, синтетичних виробів, швидко псується одяг, взуття, порушується рух транспорту. У фотохімічних реакціях беруть участь альдегіди, пероксиацетилнітрати (ПАН) та інші речовини. Самі вони сильно подразнюють оболонки очей, носоглотки, впливають на органи кровообігу навіть у зовсім малих концентраціях. Тобто головним діючим фактором смогу є різні суміші утворених у специфічних умовах органічних пероксидів.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика Лондонського та Лос-Анжелеського смогів

Характеристика	Лос-Анджелес	Лондон
Температура повітря	від 24 до 32° С	від –1 до 4° С
Відносна вологість	< 70 %	85 % (+ туман)
Інверсія температури	На висоті 1000 м	На висоті декількох сотень метрів
Швидкість вітру	< 3 м/с	Без вітру
Видимість	< 0,8–1,6 км	< 30 м
Місяці найбільш частого повтору	Серпень - вересень	Грудень - січень
Основні палива	Бензин	Вугілля та бензин
Основні складові	O <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, органічні речовини	Дрібні частки, CO, сполуки сірки
Час, коли спостерігається явище	Полудень	Ранок
Основний вплив на здоров'я людини	Роздратування очей, порушення дихання	Роздратування дихальних шляхів
Матеріали, які псуються	Резина	Залізо, бетон

### Заходи боротьби з забрудненням атмосферного повітря

- альтернативна енергетика: вітрова, сонячна, геотермальних джерел, приливів, атомна.
- на ТЕС провести заміну котлів, де спалюється вугілля. Поставити котли, де вугілля буде спалюватися в “киплячому шарі”. Це дозволить знизити викиди оксидів азоту.
- на ТЕС в вугілля, яке йде на спалювання до котлів, додавати карбонат кальцію для того, щоб зменшити викиди діоксиду сірки.
- в усіх технологічних процесах, де спалюється вугілля, провести його заміну на газ.
- більшу кількість джерел викидів на підприємствах оснастити пиловловлю-

ючим обладнанням.

- очищувати мінеральне паливо від піриту до його надходженню до топок котлів. Це дозволить знизити викиди діоксиду сірки;
- відмовлення від застосування етилованого бензину і впровадження як автомобільне паливо природного газу;
- збільшити площу озеленення міст і селищ.
- правильно планувати розташування житлових і промислових районів у містах. Вони мають знаходитись якомога далі одне від одного, а між ними обов'язково повинні створюватися зони зелених насаджень.

### **Питання для самоперевірки**

1. Будова і склад атмосфери.
2. Назвіть, які глобальні екологічні проблеми виникли в зв'язку з забрудненням атмосферного повітря.
3. За які умови утворюються кислотні дощі? Які негативні наслідки кислотних дощів?
4. Сформулюйте визначення озонної діри. За які умови утворюються озонні діри?
5. Назвіть види смогу та коротко їх охарактеризуйте.
6. Охарактеризуйте проблему глобального потепління клімату. За рахунок яких забруднюючих речовин іде посилення парникового ефекту?
7. Як можна зменшити забруднення атмосфери?

## **ЛЕКЦІЯ № 5**

### **ГІДРОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ. СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД**

У результаті інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються значні кількісні й якісні зміни в гідросфері. Кількісні зміни полягають у тому, що в певних районах змінюються кількість води, придатної для господарських потреб, водний баланс, режим рік тощо. Якісні зміни зумовлені тим, що більшість річок і озер є не лише джерелом водопостачання, а й тими басейнами, куди скидають промислові, сільськогосподарські й господарсько-побутові стоки. Це призвело до того, що нині на Землі вже практично не залишилося великих річкових систем з гідрологічним режимом і хімічним складом води, не спотворених діяльністю людей.

Основними джерелами забруднення гідросфери є:

- стічні води промислових і комунальних підприємств, води копалень, шахт, нафтопромислових підприємств;
- забруднення радіоактивними відходами, що становлять потенційну небезпеку;
- викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;
- змивання міндобрив і отрутохімікатів із сільськогосподарських угідь,

стоки з тваринницьких ферм тощо.

Забруднення гідросфери поділяють на:

- хімічне,
- фізичне,
- теплове,
- біологічне.

**Хімічне забруднення води** відбувається внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є токсичними (отруйними) для мешканців водойм. Це сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, хрому, фтору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі по харчових ланцюжках більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці харчового ланцюжка. Скажімо, в фітопланктоні вміст шкідливої сполуки буде в десять разів більшим, ніж у воді, в зоопланктоні (рачки, личинки тощо) підвищиться ще вдесятеро, в рибі, яка харчується зоопланктоном, ще вдесятеро. У результаті в тканинах хижої риби (щука, судак) концентрація отрути може в тисячі разів перевищувати її концентрацію у воді, що небезпечно для птахів, тварин і людей. Нещодавно, наприклад, було встановлено, що вміст ртуті в балтійській трісці подекуди досягає 800 мг/кг маси. Це означає, що, з'ївши п'ять—вісім таких рибин, людина одержує стільки ртуті, скільки міститься в медичному термометрі. Сумної слави набула хвороба Мінамата, вперше виявлена в людей, що їли рибу, виловлену японськими рибалками в затоці Мінамата, куди промислові підприємства безконтрольно скидали стоки з ртуттю.

Згубно впливають на стан водойм стічні води, що містять розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження. Більшість цих речовин сприяє зниженню вмісту кисню у воді. Особливої шкоди завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою й атмосферою й знижує вміст кисню у воді. Осідаючи на дно водойм, органічні суспензії замулюють його й затримують або повністю припиняють життєдіяльність донних мікроорганізмів, які беруть участь у самоочищенні. Під час гниття донних осадків, забруднених органічними сполуками, утворюються шкідливі й отруйні сполуки, зокрема сірководень, що забруднює всю воду в річці чи озері.

Основними постачальниками органічних речовин у стічних водах є підприємства целюлозно-паперової промисловості (одне з "найбрудніших" виробництв, створених людиною), нафтопереробні заводи, великі тваринницькі комплекси тощо.

Велику кількість органічних сполук, яких раніше не було в природі, містять стоки хімічних підприємств. Багато з цих речовин біологічно активні, дуже стійкі й важко видаляються із стоків. Останнім часом особливе місце серед них посідають синтетичні миючі засоби—детергенти. Більшість з них містять фосфор. Зростання кількості фосфатів у річках, озерах і морях спричинює інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей, "цвітіння" водойм, що супроводжується різким

зниженням вмісту у воді кисню, “заморами” риб, загибеллю інших водних тварин. Детергенти також надзвичайно утруднюють роботу каналізаційних споруд, уповільнюючи процеси коагуляції під час очищення стічних вод.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає. У 1992 р. їх зафіксовано вже 959 різновидів. Про шкідливу дію багатьох з них ми нині лише здогадуємося, оскільки вони мають пролонгований вплив, тобто їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо.

**Фізичне забруднення води** пов'язане із зміною її фізичних властивостей: прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, намул, глинисті частки) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських полів, особливо тоді, коли розорюються водозахисні смуги вздовж річок і орні ділянки наближаються до самого урізу води. Багато суспензій потрапляє у водотоки з діючих підприємств гірничорудної промисловості, таких, як промивочні установки, драги тощо. Пил надходить у водойми також з сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водних рослин, забивають зябра риб й інших водних тварин, погіршують смакові якості води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особливо під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

**Теплове забруднення водойм** є особливим видом забруднення гідросфери. Воно спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в ріки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС.

Як свідчать спостереження, у ріках, які розташовані нижче від діючих ТЕС і АЕС, порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами й паразитами. Вчені-гідробіологи встановили таку характерну послідовність дії підвищених температур, °С, на мешканців озер і штучних водойм:

- до 26 — шкідливого впливу не спостерігається;
- 26-30 — пригнічення життєдіяльності;
- понад 30 — шкідлива дія на біоценози;
- 34—36 — гине риба й деякі види інших організмів.

Слід додати, що АЕС, як правило, скидають у водойми воду, нагріту до 45 °С.

**Біологічне забруднення водного середовища** полягає у надходженні до водойм із стічними водами різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, грибки, найпростіші, черви), яких раніше тут не було. Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій тощо все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми.

Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

Особливої гостроти біологічне забруднення водойм набуває в місцях масового відпочинку людей (рекреаційні й курортні зони узбережжя морів і озер). Через поганий стан каналізаційних і очисних споруд останніми роками міське керівництво Одеси, Маріуполя та інших міст на узбережжі Чорного й Азовського морів неодноразово закривало пляжі, бо в морській воді були виявлені збудники таких небезпечних хвороб, як вірусний гепатит, дизентерія, холера тощо.

### **Самоочищення води**

У природних водоймах, розташованих далеко від населених пунктів, розвиваються типові для певних місцевостей біоценози: водорості, бактерії, гриби, найпростіші, вищі, рослини й тварини. Ці біоценози перебувають у певній біологічній рівновазі, властивій даним кліматичним та екологічним умовам. Стічні води, що потрапляють до водойм, призводять до зміни умов середовища і біологічного складу. Якщо хімічний склад та інші властивості стічних вод стали, у водоймі складається співтовариство організмів, що відповідає новим екологічним умовам. Різні групи організмів поетапно розкладають органічні речовини. У результаті складних біохімічних процесів бактерії та інші мікроорганізми розкладають вуглеводи, білки та жири на простіші сполуки. Кінцевими продуктами є мінеральні солі (сульфати, нітрати, фосфати), гази (вуглекислий газ, водень, сірководень, аміак) і вода. Ці сполуки споживають із води водорості та вищі рослини. Водорості за наявності сонячного випромінювання засвоюють вуглекислий газ і виділяють кисень, який використовується для окислення органічних сполук.

Дуже важливу роль у процесі самоочищення відіграють нижчі види тварин: найпростіші одноклітинні та ракоподібні. Вони живляться водоростями, грибами й бактеріями, запобігаючи надмірному розвитку останніх і можливості вторинного забруднення. Дрібні тварини поїдаються рибами, а риба використовується в їжу людиною та більшими тваринами. Так замикається ланцюг біологічних змін, пов'язаних із самоочищенням водойм. Якщо розкладання органічних речовин відбувається повністю, а його продукти використовуються для побудови нової органічної матерії, надлишок її постійно видаляється з води. У водоймі встановлюється біологічна рівновага, наслідком якої є чиста вода.

Однією з найважливіших умов, необхідних для перебігу біологічних та біохімічних процесів у напрямку самоочищення води, є наявність у ній розчиненого кисню. Якщо кількість кисню достатня для біологічних перетворень органічних забруднень, процес самоочищення води відбувається безперервно з підтриманням у середовищі достатнього вмісту кисню. Якщо ж кисню у воді міститься недостатньо, його може не вистачити для підтримання життєвих процесів: аеробне середовище в такому разі перетворюється на анаеробне. Органічні сполуки замість окислення зазнають анаеробного розкладання з виділенням сірководню, метану, водню, оксиду карбону (IV), що призводить до вторинного забруднення водойми.

Швидкість біологічних процесів у водоймі залежить від багатьох факторів. Так, з підвищенням температури вона зростає, що супроводжується швидшою витратою кисню у водоймі. Це спричинює певну небезпеку для водойм у разі ски-

дання в них значної кількості стічних вод улітку або теплих стоків. Влітку кисень витрачається значно швидше, ніж узимку.

### **Евтрофікація водойм**

Стічні води з сільськогосподарських полів і тваринницьких ферм та деякі промислові містять у своєму складі багато біогенних речовин — органічних сполук нітрогену та фосфору. Багато азоту і фосфору міститься в побутових стічних водах. В них міститься (в грамах на людину за добу):

- сполук азоту (в перерахунку на азот) — 7—8 ;
- фосфору (в перерахунку на P) — 1,5—1,8;
- калію (в перерахунку на K) — 3.

Зростання вмісту біогенних елементів, особливо фосфатів, у ріках, озерах та інших водоймах спричинює інтенсивний розвиток синьо-зелених та деяких інших водоростей (“цвітіння” водойм). Це супроводжується різким зниженням вмісту у воді кисню. Вода стає непридатною для життя, гинуть риба та інші водяні тварини. У водоймах починають переважати анаеробні процеси. Цей процес називають евтрофікацією.

**Евтрофікація вод** — накопичення у водоймах органічних речовин під впливом антропогенних факторів (забруднення стічними водами) або з природних причин. Підвищення біологічної продуктивності екосистеми відбувається внаслідок збагачення її поживними речовинами (фосфором, азотом та ін.). Природна евтрофікація спостерігається тисячоліттями, а антропогенна настає набагато швидше, особливо у водоймах з уповільненим обміном води — озерах, ставках, водосховищах тощо. Евтрофікація вод — процес оборотний. Ефективними засобами боротьби з евтрофікацією вод є припинення надходження біогенних елементів у водойми, очищення стічних вод, агротехнічні й лісогосподарські заходи, що зменшують винесення біогенних речовин з площі водозабору, і збагачення киснем води.

### **Очищення стічних вод**

Очищення стічних вод — це руйнування або видаленню з них забруднюючих домішок і знищення в них хвороботворних мікробів.

Нині використовуються два основних методи очищення стічних вод: очищення в штучних умовах (на спеціально створених спорудах, установках) і в природних умовах (на полях зрошення, фільтрації, біологічних ставках тощо). Останнім часом за рубежом дедалі частіше застосовують комбінацію цих двох методів. Забруднені стічні води послідовно очищають механічним, хімічним і біологічним способами.

**Механічне очищення** полягає у видаленні із стічних вод нерозчинних речовин (піску, намулу, глини), а також жирів, нафтопродуктів, смол тощо. Для цього використовують решітки, піскопастки, сита, відстійники, а також спеціальні фільтри й центрифуги. Сучасними передовими методами на кращих зарубіжних установках із стічних вод виділяється до 95 % твердих нерозчинних домішок.

**Хімічне очищення** стічних вод відбувається після їх механічного очищення. Цей спосіб передбачає внесення в забруднену різними сполуками воду спеціа-



льних речовин-реагентів, які, вступаючи в реакцію з забруднювачами, утворюють нешкідливі сполуки або нерозчинні речовини, що випадають в осад і видаляються. Хімічні методи очищення дуже часто доповнюють фізико-хімічними, такими як випарювання, екстракція, нейтралізація, поглинання домішок спеціальними речовинами-сорбентами тощо.

**Біологічний метод** застосовується для очищення вод, оброблених механічним і хімічним шляхом. Цей спосіб полягає у використанні природних або штучних водойм, у яких розводять спеціальні мікроорганізми, що харчуються органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, вуглеводами, фенолами тощо), розкладаючи їх на прості нешкідливі сполуки (воду, вуглекислий газ, мінеральні солі).

Слід додати, що деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не можна очистити сучасними методами, їх доводиться захороняти, закачуючи в підземні сховища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, бо завжди існує загроза прориву таких вод у підземні водоносні горизонти. В деяких країнах світу води, які не можна очистити, випарюють у відстійниках, різко зменшуючи об'єм і масу відходів, що підлягають захороненню.

Зазначимо, що ніякими сучасними методами очистити стічні води на 100% не вдається, бо після певної межі затрати на кожний додатковий відсоток очищення зростають по експоненті. Тому звичайно чинять так: очищають воду до певної економічно обґрунтованої межі, потім розбавляють її чистою природною водою так, щоб вміст домішок у суміші не перевищував ГДК, і скидають у водойму або використовують.

Для ілюстрації того, як працюють сучасні передові водоочисні споруди в розвинутих країнах світу, розглянемо схему роботи такої станції поблизу м. Вісбадена (Німеччина). Тут діє складна комплексна система очищення досить забрудненої води річки Рейн. По спеціальній трубі щодоби з Рейну відбирається й надходить на станцію 100 тис. м<sup>3</sup> води. Вона потрапляє в гігантські ванни, де пропускається крізь фільтр, що відокремлює пісок, намул, мазут тощо. Довжина цього фільтра—46 м. Після фільтрування воду “провітрюють” в каскаді резервуарів, підвищуючи вміст кисню. Далі вона зазнає багатоступінчастої обробки — коагуляції, фільтрування через пісок і активоване вугілля. Потім рейнська вода через інфільтраційні колодязі потрапляє в підземні шари ґрунту на глибину 6—10 м, де змішується з ґрунтовими водами. Під землею вона циркулює тижні й навіть місяці, після чого через забірні колодязі її знову піднімають на поверхню. На цьому етапі вона вже досить чиста. Проте її знову інтенсивно “провітрюють”, коагулюють і фільтрують. Останній етап очищення—18 герметичних фільтрів уповільненого циклу, де вода пропускається через пісок. Потім воду хлорують, щоб уникнути бактеріального ураження у водопровідній мережі, і в такому вигляді вона надходить до споживача.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які є види забруднення гідросфери?
2. Охарактеризуйте фізичне забруднення гідросфери.
3. Охарактеризуйте хімічне забруднення гідросфери.
4. Охарактеризуйте біологічне та теплове забруднення гідросфери.

5. Що означає процес евтрофікації водоймищ? Які забруднюючі речовини викликають цей процес?
6. Що означає термін очищення стічних вод? Які є методи очищення стічних вод?
7. Охарактеризуйте фізичні методи очищення.
8. Охарактеризуйте хімічні методи очищення.
9. Охарактеризуйте біологічні методи очищення.
10. Охарактеризуйте стан водних басейнів України.
11. Охарактеризувати вплив забруднених вод на стан здоров'я людей.

## ЛЕКЦІЯ № 6

### ЛІТОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ ЛІТОСФЕРИ

До складу літосфери входить суходіл, який займає 29,2 % (148 млн. км<sup>2</sup>) поверхні Землі і включає ґрунти різної категорії та корисні копалини на поверхні й у надрах. Близько 10 % суші займають льодовики (Антарктида, Гренландія та ін.). Сільськогосподарськими угіддями зайнято 33,1 % поверхні Землі, 30,1 — лісами і 36,8 % площі припадає на гори, тундру, болота, пустелі, промислові об'єкти та населені пункти. Загальна площа орних земель становить близько 1,5 млрд. га (приблизно 11 % площі суші). Нині на кожного мешканця планети припадає близько 0,4 га орної землі. Оскільки чисельність населення Землі постійно збільшується, то ця кількість невпинно зменшується.

Ґрунти перерозподіляють значну кількість атмосферної вологи і таким чином регулюють водний баланс суші. Вони є біологічним фільтром і нейтралізатором багатьох антропогенних забруднень і здатні до самоочищення. Самоочищення рослин від токсикантів здійснюється як за рахунок їх транспірації з поверхні листя й стебел, так і завдяки щорічному листопаду, що може сприяти вторинному забрудненню ґрунту в місцях накопичення листя наприкінці періоду вегетації. Встановлено, що перед осіннім листопадом у листі міститься до 10 г сірки на 1 кг сухої маси. Редуценти, переробляючи змертвіле листя, здатні утворювати сірку та її сполуки, що можуть мігрувати за допомогою ґрунтових вод, і сірководень, який може знову повертатися в атмосферу.

Забруднення літосфери відбувається як природним шляхом, так і в результаті антропогенної діяльності.

Під впливом природних процесів, які відбуваються в Космосі та земній корі і супроводжуються стихійними лихами (падіння метеоритів, землетруси, буревії, повені та ін.), руйнуються природні ландшафти, господарські будівлі, знищуються сільськогосподарські угіддя тощо. В результаті у величезній кількості гинуть представники флори й фауни, руйнуються господарські об'єкти, що призводить до значних матеріальних втрат.

Забруднення літосфери внаслідок антропогенної діяльності відбувається за рахунок:

- утворення великої кількості відходів, які складають на поверхні ґрунту або захоплюються у підземному просторі;

- внаслідок осідання забруднюючих речовин з атмосферного повітря;
- внаслідок нераціонального використання мінеральних добрив, пестицидів;
- внаслідок нераціонального ведення сільськогосподарських робіт.

### **Ерозія ґрунтів**

“Ерозія” походить від латинського роз'їдати. Вона являє собою руйнування і знос ґрунтового покриву потоками води або вітром. При цьому руйнується самий родючий шар ґрунту.

На еродованих ґрунтах врожай у 3-4 рази нижче, змиті ділянки часто заболочуються. Особливо небезпечна ерозія в горах, де при оголенні схилів розвиваються руйнівні селеві потоки.

Прийоми боротьби з ерозією різноманітні:

- у районах з вітровою ерозією – ґрунтово-захисні сівозміни з полосним розміщенням посівів і пари, буферні смуги з багаторічних трав, лісосмуги;
- у районах з водяною ерозією – обробка ґрунтів і посівів поперек схилів, зміцнення орного шару;
- у гірських районах – пристрій протисельових споруджень, залісення, регулювання випасу худоби, збереження гірських лісів.

### **Рекультивация порушених земель**

У результаті антропогенної діяльності утворюються порушені землі, тобто такі, що втратили свою господарську цінність або стали джерелом негативного впливу на природне середовище.

Найбільше порушення земель виникає внаслідок відкритих гірничодобувних робіт (картери, відвали). В Україні в тому ж Криворізькому залізорудному районі з'явилися великі ділянки “місячного ландшафту”, де не може рости жодна рослина, жити жодна тварина. Під час проведення підземних гірничодобувних робіт теж має місце порушення місцевості — обвали й деформація поверхні внаслідок просадок ґрунту над відпрацьованими ділянками родовищ. Землі порушуються також за рахунок відвалів, териконів, звалищ.

Крім того, що кар'єри й шахти спотворюють ландшафт земної поверхні, вони порушують також режим підземних вод на прилеглих територіях. Як встановили американські вчені, кожний кар'єр шкідливо впливає на прилеглі ділянки приблизно такої ж площі, як його власна. Шахти й кар'єри внаслідок інтенсивних відкачок підземних вод знижують рівень підземних вод на великих прилеглих ділянках.

Згідно з існуючим законодавством, порушені землі підлягають рекультивации, тобто відновленню їх цінних властивостей. Проведення рекультивацийних робіт є обов'язком тих гірничодобувних підприємств, які ці землі порушили, причому вартість рекультивации входить у собівартість одержаного вугілля, руди чи інших корисних копалин.

Послідовність рекультивацийних робіт така: спочатку виконується технічна

рекультивация, а потім біологічна.

Технічна, або гірничотехнічна, рекультивация полягає в підготовці порушених земель до наступного використання в народному господарстві. Залежно від того, як планується використовувати порушені землі, розрізняють такі види технічної рекультивации:

- сільськогосподарська (підготовка земель до використання як сільськогосподарських угідь);
- лісгосподарська (підготовка земель під лісопосадки);
- будівельна (підготовка земель до промислового й цивільного будівництва);
- водогосподарська (підготовка до створення на них водойм, зокрема для розведення риби);
- рекреаційна (підготовка земель під об'єкти відпочинку);
- санітарно-гігієнічна (консервация порушених земель, якщо їх рекультивация з іншою метою з якихось причин недоцільна).

Сільськогосподарська рекультивация є найдорожчим видом відновлення земель і здійснюється в районах розвинутого сільського господарства й сприятливих для сільського господарства кліматичних зонах на великих за площею відвалах або кар'єрах.

Лісгосподарська рекультивация здебільшого проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними породами дерев. Вартість її й вимоги до агрохімічних характеристик відновлюваних ґрунтів нижчі, ніж при сільськогосподарській рекультивации.

Водогосподарська рекультивация здійснюється у відпрацьованих кар'єрах, які часто заповнюються ґрунтовими водами.

Рекреаційна рекультивация проводиться неподалік від міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку для населення. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською й лісгосподарською.

Санітарно-гігієнічна рекультивация застосовується до тих об'єктів, які й до порушення були непридатними для використання в народному господарстві, а також на таких ділянках, як шламосховища збагачувальних фабрик тощо. Мета цього виду рекультивации — консервація об'єктів, запобігання їх шкідливому впливу на навколишнє середовище (скажімо, щоб шламосховище не забруднювало повітря й підземні води шкідливими речовинами).

Під час технічної рекультивации виконуються такі роботи:

- 1) планування поверхні порушеної землі;
- 2) формування відкосів відвалів і бортів кар'єрів;
- 3) зняття, перевезення, зберігання та повторне нанесення ґрунтів;
- 4) будівництво доріг, гідротехнічних і меліоративних споруд.

Найскладніший вид гірничотехнічної рекультивации — рекультивация відвалів кар'єрів, шахт, ТЕС і гірничо-збагачувальних фабрик. При цьому виположуються відкоси відвалів і борти кар'єрів (або ж їм надається терасовидний профіль), формуються похилі й горизонтальні поверхні. При плануванні відвалів під сільськогосподарські угіддя кути нахилу поверхні мають становити не більше 1—3°, при лісгосподарській рекультивации — 3—5 °С. У окремих випадках повністю розбирають старі відвали (терикони, породи з яких використовуються для застипки ярів, балок, боліт тощо або для виготовлення будівельних матеріалів).

Після планування відвали проходять період стабілізації (один-два роки), коли під дією сили тяжіння й вологи відвальні породи ущільнюються. Шар ґрунту наноситься на поверхню спланованого відвалу лише після його стабілізації. При цьому, якщо відвальні породи містять шкідливі для рослин речовин (скажімо, сульфідів), то вони попередньо вкриваються шаром інертних або потенційно придатних порід (пісок, глина, шлак тощо), а родючий ґрунт наноситься зверху.

На відвалах, що рекультивуються, проводяться меліоративні роботи, метою яких є створення сприятливих гідрогеологічних умов у поверхневій товщі порід, запобігання шкідливого впливу на біологічні властивості ґрунту кислих, лужних чи солоних розчинів з підстилаючих непридатних (отруйних) порід, а також покращення агрохімічних властивостей малопродатних порід. Комплекс меліоративних заходів включає такі роботи, як дренаж, гідроізоляція родючих ґрунтів від токсичних тощо.

Біологічна рекультивація здійснюється після технічної й передбачає заходи, що сприяють покращенню фізичних і агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях. Залежно від конкретних умов проводяться вапнування, піскування чи глинування ґрунтів, вносяться мінеральні й органічні добрива, а також зола, шлаки чи, скажімо, стічні води, збагачені поживними речовинами.

Часто порушені території, зокрема кар'єри, після відповідної обробки стінок та дна використовують для створення водосховищ, ставків, засаджуючи береги деревами, чагар-диками. Іноді їх відводять (після засипання відвальними породами) під будівництво житлових будинків, спортивних майданчиків, складів тощо.

Нині рекультивацію земель включають у основні виробничі процеси. Підприємства, які порушують землі, зобов'язані після закінчення робіт привести їх до стану, придатного для використання в сільському, лісовому чи рибному господарстві.

## **Проблеми зрошувального землеробства**

Крім водної ерозії, поливні ґрунти піддаються так названому вторинному засоленню. Сутність його полягає в тому, що на полючі часто подається більше води, чим її може удержати ґрунт у шарі, де знаходяться корені рослин, і й у наступному витратити на випар і транспірацію рослин. Ця волога поступово проникає до ґрунтових вод і обумовлює підвищення їхнього рівня. При ненормованому поливі ґрунтові води з глибини 20-30 м можуть підніматися так близько до поверхні ґрунту, що починають інтенсивно випаровуватися. Розчинені у воді солі при цьому накопичуються на поверхні ґрунтів. Таке засолення називають вторинним.

Первинне природне засолення (солончаки) здійснюється без участі людини. Таке можливо в районах з високо стоячими ґрунтовими водами. Ці ґрунти, як і вдруге засолені, практично непридатні для землеробства.

Вторинне засолення притаманне тільки посушливим районам. Основна міра запобігання вторинного засолення – помірні поливи, що виключають просочування вологи в глибинні обрії і підйом рівня ґрунтових вод. Повинні бути виключені такі методи, як напуск води. Його необхідно замінити більш прогресивними: локальне зволоження за допомогою крапельниць, підземне зрошення через пористі труби.

## **Виснаження земель**

Це третій масштабний фактор (після ерозії і зрошення), що приносить велику шкоду земельним ресурсам. Виснаження ґрунтів зв'язане з втратами органічної речовини – гумусу. Утрата ґрунтами родючості зв'язана з їхньою інтенсивною обробкою, ущільненням важкими сільськогосподарськими знаряддями, забрудненням і особливо підкисленням у результаті випадання кислотних дощів.

## **Екологічні наслідки використання мінеральних добрив**

Мінеральні добрива – неминучий наслідок інтенсивного землеробства. Маються розрахунки, що для досягнення бажаного позитивного ефекту від застосування мінеральних добрив світове споживання їхньої повинне скласти близько 90 кг/рік на людину. Сумарне виробництво добрив у цьому випадку досягає 450-500 млн. т/рік. В даний час світове виробництво добрив дорівнює приблизно 200-220 млн. т/рік або 35-40 кг/рік на людину.

При збільшенні кількості внесених добрив вище визначеної норми відбувається зниження врожайності, що викликано такими змінами в ґрунті, що приводять до втрати родючості: підвищується кислотність, змінюється видовий склад ґрунтових організмів, порушується круговорот речовин, руйнується структура ґрунту. Надмірне внесення добрив приводить до нагромадження важких металів у ґрунтах. Основний спосіб зменшити ці наслідки – помірне і науково обґрунтоване застосування добрив.

### ***Вплив мінеральних добрив на атмосферне повітря і воду***

Вплив добрив на атмосферне повітря, як і воду, у більшому ступені зв'язано з азотними добривами. Азот мінеральних добрив надходить у повітря або у вільному виді (у результаті денитрофікації), або у виді летучих сполук (наприклад, оксиду азоту (I)).

На водні джерела, крім азотних добрив, відчутний вплив роблять фосфорні добрива. Азот і фосфор виступають як лімітують фактори для автотрофної (рослинної) ланки екосистем. Збагачення вод азотом і фосфором супроводжується заростанням водойм, розмноженням у них водоростей, у тому числі таких, які роблять найбільший негативний ефект на якість води – синьо-зелених.

Поряд із забрудненням мінеральними добривами поверхневих вод, прогресує надходження їх у ґрунтові води. Є випадки, коли у воді зі шпарин і колодязів містилися великі кількості нітратів.

Винос добрив у водні джерела зводиться до мінімуму при правильному їхньому внесенні. Зокрема, неприпустиме розкидання добрив по сніговому покриві, розсіювання їх з літальних апаратів поблизу водоймищ, збереження під відкритим небом.

### ***Вплив мінеральних добрив на якість продукції і здоров'я людей***

При високих дозах азотних добрив збільшується ризик захворювань зеленої маси і різко зростає імовірність полягання рослин. Нітрати, які накопичуються в рослинній та тваринній продукції при надходженні до організму людини в кілько-

стях, які перевищують допустимі норми, перетворюються на нітрузоаміни, які є канцерогенними речовинами. Крім цього, харчова продукція, яка містить великі кількості нітратів викликає гостре отруєння.

Фосфор зм'якшує шкідливу дію азоту. Однак при високих дозах ці елементи можуть викликати отруєння рослин. Багато добрив, особливо хлорутримуючих, негативно діють на тварин і людину в основному через воду, куди надходить хлор, що вивільняється. Негативна дія фосфорних добрив зв'язано в основному з важкими металами, що містяться в них, і радіоактивними елементами.

### **Проблема пестицидів**

Поняття пестициди (лат. пестис – зараза, цедерс – убивати) поєднує групу речовин, що використовують для знищення або зниження чисельності небажаних для людини організмів. Практично всі ці речовини відносяться до ксенобиотиків. Це чужорідні речовини, які не були притаманні природі і з'явилися в наслідок діяльності людини. Тому, у природи немає системи захисту від таких речовин.

Звичайно з поняттям пестициди зв'язують речовини, використовують для знищення рослин – гербіциди, комах – інсектициди, грибів – фунгіциди, кліщів – аскаріциди; водоростей – альгіциди. До пестицидів відносяться також речовини, використовувані не тільки для знищення, але і відлякування організмів, що приносять шкоду людині і його продукції.

Останнім часом перевага віддається пестицидам високого ступеня отруйності, але з коротким періодом життя (пестициди третього покоління). До них відносяться фосфорорганічні сполуки: дихлофос, карбофос, хлорофос. Період їхнього життя звичайно коливається від декількох днів до тижнів.

Інші властивості характерні для пестицидів із групи галогенованих вуглеводнів (пестициди другого покоління). До них відноситься ДДТ (дихлордифенилди-хлоретан), що одержав широку популярність, а також дільдрин, ліндан і ін. Найважливіший їх негативний екологічний ефект – тривалий період життя, хоча при трохи більш низькій отруйності, чим у фосфорорганічних пестицидів. Так, ДДТ зберігається в навколишнім середовищі десятки років (період напіврозпаду – 20 років).

Поряд із тривалістю життя самих пестицидів варто враховувати ступінь впливу на організми або окремі елементи екосистем продуктів їхнього розпаду. У цьому відношенні найбільш показові пестициди, що містять важкі метали (свинець, миш'як, ртуть). Ці пестициди відносяться до першого покоління. Вони відрізняються значною стійкістю і ще більше негативним ефектом продуктів їхнього розпаду, якими є сполуки важких металів. Останні здатні накопичуватися в ґрунтах, ланцюгах харчування і відповідно в продуктах, уживаних у їжу.

### **Екологічні наслідки сучасних методів тваринництва**

Значний вплив на середовище роблять великі тваринницькі комплекси. Комплекс по вирощуванню 10 тис. голів поставляє в навколишнє середовище кількість забруднень, адекватна місту з населенням 100-150 тис. чоловік. Навіть вирощування 7 курчат по обсязі відходів порівнюється до однієї людини.

Є відомості, що свинарський комплекс на 100 тис. голів викидає в атмосферу щогодини близько 1,5 млрд. мікроорганізмів, 160 кг аміаку, 14 кг сірководню і близько 25 кг пилу. На відстані 100 м від комплексу концентрація аміаку в повітрі доходить до 3-4 мг/м<sup>3</sup> (ПДК – 0,2 мг/м<sup>3</sup>), а сірководню – до 0,112 мг/м<sup>3</sup> (ПДК – 0,008 мг/м<sup>3</sup>).

Антиекологічність великих тваринницьких комплексів зв'язана не з відходами тваринництва як такими, а їхньою кількістю. Відомо, що гній змішується із соломою і служить як добриво. Однак великі його кількості зв'язані з нагромадженням отрутих відходів, що впливають на екосистеми і різні елементи середовища.

Важливо не розміщати тваринницькі комплекси поблизу місць проживання людей, а також зберігати навколо них лісові екосистеми. Зони поблизу тваринницьких комплексів зуться санітарно-захисними. Наприклад, для птахофабрик на 400-500 тис. голів такі зони повинні мати розмір не менше 2,5 км, для свиноферм на 100 тис. голів – 5 км, а для свиноферм на 200-400 тис. голів – 10-15 км.

### Питання для самоперевірки

1. Які фактори впливають на забруднення земель?
2. Сформулюйте визначення ерозії. Які бувають види ерозії ґрунтів?
3. Перелічити заходи щодо боротьби з ерозією ґрунтів.
4. Чому відбувається порушення земель? Які заходи використовують для знищення цього негативного явища?
5. Які є види рекультивації земель? Коротко охарактеризуйте їх.
6. Які є проблеми зрошуваного землеробства?
7. Перелічите негативні наслідки ненормованого використання мінеральних добрив.
8. Охарактеризуйте наслідки використання пестицидів.
9. Охарактеризуйте основні проблеми сучасних методів тваринництва.

## ЛЕКЦІЯ № 7

### ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ. НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

Нормування якості навколишньої природного середовища – це механізм забезпечення сприятливої екологічної обстановки для всієї біосфери.

Для конкретного регулювання нормативів якості атмосферного повітря були введені такі поняття:

#### Гігієнічні нормативи:

- ГДК – гранично-допустима концентрація забруднюючої речовини;
- ОБРВ – орієнтовний безпечний рівень впливу;
- СЗЗ – санітарно-захисна зона.

#### Екологічні нормативи:

- ГДВ – гранично-допустимий викид забруднюючої речовини.



Розрізняють максимальну-разову і середньодобову ГДК.

**Максимальна-разова ГДК (мг/м<sup>3</sup>)** – це така концентрація забруднюючого речовини в атмосферному повітрі, що не викликає рефлекторних реакцій при 30-хвилинному впливі на людину (відчуття запаху, подразнення слизових оболонок, запаморочення, біоелектричної активності головного мозку). Ця ГДК розрахована на те, що людина піддається впливу забруднюючої речовини короткочасно на протязі 20-30 хвилин.

**Середньодобова ГДК (мг/м<sup>3</sup>)** - це така концентрація забруднюючого речовини в атмосферному повітрі, що при цілодобовому вдиханні протягом усього життя не викликає ніяких захворювань, у тому числі і змін у здоров'я людини і його нащадків. Ця ГДК розрахована на те, що людина піддається впливу забруднюючої речовини на протязі всього життя. Вона не повинна допускати токсичного, канцерогенного, мутагенного, гонадотропного та ембріотоксичного впливу на людину.

**ОБРВ (мг/м<sup>3</sup>)** - орієнтований безпечний рівень впливу забруднюючого речовини – тимчасовий гігієнічний норматив забруднюючого речовини, установленний розрахунковим методом для цілей проектування промислових об'єктів. Визначається розрахунковим методом і встановлюється на 2-3 року.

У випадку, коли в повітрі знаходиться кілька забруднюючих речовин, що мають односпрямовану дію на організм людини, те повинна виконуватися наступна умова:

$$\sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (7.1)$$

де  $C_i$  – концентрація забруднюючої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_i$  – ГДК даної речовини в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

В таблиці 7.1 наведено дані по ГДК для найбільш поширених забруднювачів атмосферного повітря.

Таблиця 7.1 – ГДК забруднюючих речовин

Найменування речовини	ГДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Пил неорганічний з вмістом діоксиду кремнію у %: 70-20	0,3	0,1
Діоксид азоту	0,2	0,04
Оксид азоту	0,4	0,06
Сірководень	0,008	-
Оксид вуглецю	5,0	3,0
Бенз(а)пірен	-	0,0001
Діоксини		5·10 <sup>-9</sup>

Якщо концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі перевищує ГДК, це говорить про те, що якість повітря не відповідає встановленим нормативам, тобто таке повітря загрожує здоров'ю людей, які мешкають в цій місцевості.

вості.

Якщо в атмосферному повітрі є декілька речовин і вони однаково діють на організм людини, тобто мають однонаправлену дію, то в таких випадках не можна порівнювати концентрацію кожної з цих речовин з відповідним їй ГДК, а треба провести перевірку за формулою 7.1. Якщо ліва частина цієї нерівності рівна або менша 1, то порушення нормативів якості атмосферного повітря не має. Якщо ліва частина цієї нерівності перебільшує 1, то таке повітря становить загрозу здоров'ю людей.

**Санітарно-захисні зони (СЗЗ)** – це ділянки землі навколо підприємства, що відокремлюють їх від житлових масивів з метою зменшення шкідливого впливу цих підприємств на здоров'я людей. У СЗЗ висаджують такі стійкі до пилу дерева, як береза, біла акація, волоський горіх, дуб, тополя, сосна.

У відповідність із санітарними нормами і правилами проектування промислових підприємств виділяють 5 класів промислових об'єктів зі СЗЗ від 50 м до 3000 м.

Перший клас розділяють на підкласи 1А з СЗЗ шириною 3000 м і 1Б з СЗЗ – 100 м. До класу 1А відносяться особливо небезпечні об'єкти (атомні електростанції). До класу 1Б відносяться хімічні, нафтопереробні підприємства, металургійні заводи, теплоелектростанції.

До другого класу з СЗЗ 500 м відносяться шахти, цементні, вапняні заводи, підприємства з виробництва свинцевих акумуляторів, пластмас.

До 3 класу зі СЗЗ шириною 300 м відносяться заводи з виробництва залізо-бетонних виробів.

До 4 класу зі СЗЗ 100 м відносяться машинобудівні заводи, невеликі ливарні заводи.

До 5 класу зі СЗЗ 50 м відносяться підприємства легкої промисловості, друкарні, виробництво харчових продуктів.

**ГДВ (гранично допустимий викид)** – це така концентрація забруднюючої речовини в  $\text{мг/м}^3$ , яка обмежує концентрації цієї речовини на виході з труби підприємства. Тобто, для дотримання екологічного законодавства, концентрація кожної забруднюючої речовини на джерелі викиду

### **Нормування якості води водоймищ**

Для конкретного регулювання нормативів якості води були введені такі поняття:

Гігієнічний норматив - ГДК – гранично-допустима концентрація забруднюючої речовини.

Екологічний норматив - ГДС – гранично-допустимий скид забруднюючих речовин.

Усі водойми поділяються на три категорії:

- водойми комунально-побутового призначення (призначені для купання людей, заняття спортом, для відпочинку);
- водойми господарсько-питного водопостачання (використовуються як джерела господарсько-питного водопостачання і водопостачання підприємств харчо-

вої промисловості);

- рибогосподарські водойми (для розведення риби).

Для санітарно-гігієнічної оцінки води водойм використовують наступні показники:

- **ГДК водойм комунально-побутового і господарсько-питного водопостачання**; мг/дм<sup>3</sup>; ГДК<sub>в</sub> – гранично допустима концентрація забруднюючого речовини у воді водойм – це максимальна концентрація забруднюючого речовини, що при впливі на організм людини протягом життя не робить прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на стан його здоров'я і здоров'я його нащадків.

- **ГДК рибогосподарських водойм**, мг/дм<sup>3</sup>. Це більш жорсткий норматив, ніж ГДК води водойм культурно-побутового призначення, тому що містить у собі такі критерії, як недопущення псування смакових якостей риби, накопичення в ній токсичних речовин, небезпечних для людини і домашніх тварин.

В таблиці 7.2 наведено дані по ГДК для окремих забруднюючих речовин.

Таблиця 7.2 – ГДК забруднюючих речовин в поверхневих водоймах

Найменування забруднюючої речовини	ГДК забруднюючих речовин у водоймах, г/дм <sup>3</sup>	
	господарсько-побутового призначення	рибогосподарського
Аміак (у перерахунку на азот)	2,0	0,1
Бензин	0,1	-
ДДТ технічний	0,2	0,0
Свинець (Pb)	0,1	0,01
Нітрати (за азотом)	10,0	-
Залізо (Fe <sup>2+</sup> )	0,5	-
Мідь (Cu <sup>2+</sup> )	0,1	0,01

**Гранично-допустимий скид (ГДС)** – це максимально допустима маса речовини, що відводиться зі стічними водами в одиницю часу, що дозволяє забезпечити дотримання норм якості води в контрольному створі водного об'єкта (г/година).

Контрольний створ – це місце на березі водойми, де проводиться добір проб води для подальшого її контролю. Концентрація забруднюючої речовини в цьому створі не повинна перевищувати ГДК у воді водойм культурно-побутового чи рибогосподарського призначення (в залежності від категорії водоймища).

### Нормування якості ґрунтів

Ґрунти, як об'єкт охорони, контролю та управління якістю мають деякі специфічні особливості порівняно з іншими об'єктами природного середовища. Ґрунти суттєво менш рухомі, ніж атмосферне повітря чи поверхневі води, а тому не мають такого могутнього природного самоочищення, властивого іншим середовищам, як розбавлення. Антропогенні забруднення, що потрапили до ґрунту, на-

копичуються в ньому. Міграція їх проходить дуже повільно, що викликає значне забруднення. Для контролю якості ґрунтів були розроблені ГДК забруднюючих речовин в ґрунті. До переліку цих речовин в основному входять пестициди, які застосовують для захисту рослин від шкідників і хвороб, та деякі сполуки мінеральних добрив.

ГДК<sub>п</sub> – гранично допустима концентрація токсиканта в орному шарі ґрунту, що не повинна викликати прямого чи опосередкованого негативного впливу на здоров'я людей і процеси самоочищення ґрунту.

В таблиці 7.3 приведено дані по ГДК забруднюючих речовин у ґрунтах.

Таблиця 7.3 – ГДК деяких забруднюючих речовин у ґрунті

Найменування забруднюючої речовини	ГДК у ґрунті, мг/кг
Хлорофос (інсектицид)	0,5
Карбофос (інсектицид)	2,0
Свинець	20,0
Ртуть	2,1
Сірка	160
Мідь	3,0
Сірководень	0,4

Санітарний контроль забруднення атмосферного повітря, води водоймищ та ґрунтів здійснює санітарно-епідеміологічна станція. Контроль за дотриманням нормативів ГДВ та ГДС здійснюють служби Держуправління охорони навколишнього середовища.

### Питання для самоперевірки

1. Які нормативи якості навколишнього середовища відносяться до гігієнічних, а які до екологічних?
2. Сформулюйте визначення ГДК забруднюючої речовини в атмосферному повітрі.
3. Поясніть визначення ГДС.
4. Які є категорії водоймищ?
5. Які є ГДК для води водоймищ? Сформулюйте їх визначення.
6. Який є екологічний критерій якості води?
7. Сформулюйте визначення ГДК забруднюючої речовини в ґрунті.

## ЛЕКЦІЯ № 8

### ОХОРОНА ТВАРИННОГО ТА РОСЛИННОГО СВІТУ. ЗАПОВІДНА СПРАВА

Слід зауважити, що рослинність дуже чутливо реагує на зміни екологічних факторів і в наш час є чітким показником обсягу антропогенного впливу на при-

роду. Яскравим прикладом може бути загибель лісів навколо великих промислових міст внаслідок кислотних дощів, опустелювання в регіонах виникнення засоленості ґрунтів через неправильне зрошення земель тощо.

Природні умови України сприяли розвитку дуже багатой та різноманітної флори (тут зростає близько 5 тис. видів рослин природної флори та близько тисячі видів культурної та заносної флори), яка розподілена досить нерівномірно. Найбагатшою є флора Криму та Карпат (близько 2 тис. видів). Полісся та лісостепова зона налічують лише по 1600—1700 видів, у степу їх ще менше — близько тисячі.

Рослини — найбільш беззахисні перед діяльністю людини й з урахуванням сучасного стану біосфери їх охорона нині стала важливим комплексним міжнародним завданням. У 1948 р. при ООН було створено спеціальну постійну Комісію по охороні видів рослин і тварин, які щезають, а згодом — Міжнародну Червону книгу, куди заносилися всі рослини та тварини, яким загрожує вимирання. В 1978 р. така книга була видана й колишньому СРСР. Нині під загрозою зникнення на Землі знаходиться близько 20—25 тис. видів рослин, і багато з них росте в Україні. Лише після 1945 р. з природи Донеччини й Криму зникло понад 40 видів рослин, з Карпат — близько 20 видів.

Двісті років тому життєдайні ліси вкривали більше половини всієї площі України, сьогодні—близько 14 %. Незважаючи на величезне екологічне значення лісу й прийняття постанов і законів щодо його охорони, в Поліссі та Карпатах ліси, як і раніше, хижацькі знищуються, а відтворення лісового фонду здійснюється дуже повільно й недостатньо.

Навіть з наведених вибіркових фактів зрозуміло, яке величезне значення має покращання екологічної ситуації в світі, й зокрема в Україні, докорінна зміна ставлення людини до рослинного та тваринного світу, що нас оточує, до біоти.

Через велику щільність населення та браконьєрство в Україні ще в XVI ст. були винищені кулани, в XVIII—XIX ст. — сайгаки, тури, тарпани, степові орли, дрофи, олені. Дуже рідкими стали лебеді, летючі миші, корсаки, соколи, деякі види раків і риб.

У 1981 р. в Україні було прийнято Закон “Про охорону й використання тваринного світу”, який передбачає збереження середовища мешкання тварин, умов розмноження й шляхів міграції під час виконання різних робіт. Над питанням охорони тварин нині активно працюють фахівці в кількох науково-дослідних установах НАН України, галузевих інститутах, вузах. Почалися роботи з інтродукції, акліматизації й розведення дичини. В Україну були завезені зубр, лань, муфлон, деякі види риб і птахів, переселені зайці, косулі, олені (в райони, де дичини не було), взяті під охорону мурашники, бджоли-запилувачі.

З метою контролю за рідкісними й вимираючими видами тварин, як уже згадувалося, в нас, як і в усьому світі, видається Червона книга. Над першою Червоною книгою в колишньому СРСР група вчених-фахівців працювала понад 15 років. У 1984 р. вийшло друге видання цієї книги, вже значно змінене, тому що деякі види тварин відновили свою чисельність (рожева чайка, тундровий лебідь, кавказький тетерев тощо), а інші, котрим раніше ніщо не загрозувало, наблизилися до межі вимирання — чорноморська афаліна, сірий дельфін, чорний ведмідь, даурський їжак, сахалінська кабарга, карликовий тушканчик тощо, всього—понад 30 видів ссавців, 14—рептилій, 17—птахів. Уперше в цю Червону книгу були

внесені риби — осетр, лососеві, карпові (всього дев'ять видів), молюски, ракоподібні, черви, комахи, гриби й навіть лишайники. Всіх тварин в Червоній книзі залежно від їх кількості й ступеня загрози вимирання поділено на п'ять категорій—до першої віднесено ті, яким загрожує вимирання дуже серйозно й найближчим часом, до п'ятої — ті, що відновлені.

У Міжнародну Червону книгу, включено 292 види й підвиди ссавців, 341 — птах, 36—земноводних, 119 видів плазунів.

Нині встановлено, що швидкість вимирання тварин зростала майже пропорційно збільшенню кількості людей і максимальних значень досягла за останні сто років. Усього за історію людства вимерло понад 150 видів і підвидів птахів, 110 видів ссавців, зокрема тур, тарпан, морська корова, безкрила гагарка, голуб-мандрівник.

Серед найважливіших заходів щодо охорони тварин слід назвати такі:

- виховання природоохоронної свідомості у людей з дитинства до похилого віку;
- найсуворіша боротьба з браконьерством;
- допомога звірям: підгодівля їх у скрутні періоди, охорона від епідемій і антропогенних забруднень, розселення в зручних для існування місцях, контроль за кількістю хижаків.

Останнім часом через різке погіршення екологічного стану біосфери планети істотно змінилася оцінка ролі природоохоронних заповідних територій.

Розподіл за категоріями охорони природних об'єктів та територій розроблений у Законі України про природно-заповідний фонд. Ці об'єкти підрозділяються на природні біосферні заповідники, національні природні парки, заказники, заповідні урочища, пам'ятки природи та ін.

**Природний заповідник** – це територія, яка виділяється для охорони в природному стані типових або унікальних для даної ландшафтної зони, природних комплексів з усіма її компонентами. Статус природного заповідника передбачає повну заборону на його території господарської діяльності. У світі є понад 2 тисячі природних заповідників.

**Біосферний заповідник** – це територія міжнародного знання, що виділяється для збереження в природному стані біосфери, проведення фонових моніторингу та вивчення навколишнього природного середовища. Господарська діяльність у біосферних заповідниках не дозволяється. За станом на 1990 рік у 76 країнах світу було близько 300 біосферних заповідників. Площа кожного з них коливається від 300 га до 2 млн га.

**Національні природні парки** – створюються природоохоронною, рекреаційною, культурно-просвітницькою та науково-дослідницькою метою для охорони та вивчення природних комплексів, особливого значення в місцях, які мають природно-оздоровчу культуру або естетичну цінність. У них виключена господарська діяльність. Концепція національного парку була вперше сформульована в 1872 році при організації в США Йеллоустонського національного парку.

**Національний парк** – це завжди велика територія, на якій охороняються ландшафтні компоненти. У природних національних парках поєднуються охорона природи з задачами відпочинку людей та їхнього екологічного виховання. Для цього в них створюються системи спеціальних доріг та стежок. До початку ХХ ст.

в шести країнах світу вже було 19 національних парків загальною площею 4,6 млн. га.

**Регіональні ландшафтні парки** створюються з природоохоронною та рекреаційною системою в місцях з унікальним або типовим ландшафтом. При їхній організації господарська діяльність в межах їхніх кордонів не припиняється. Їхнє завдання – зберегти ландшафт як комплекс екосистеми. У світі нараховується зараз близько 300 ландшафтних парків.

**Заказник** – це природна територія або акваторія, що виділена для збереження окремого природного комплексу. У них дозволяється господарська діяльність, що не завдає коди об'єкту, який охороняється. Заказники служать для охорони та відновлення чисельності окремих видів рослин або тварин. Залежно від об'єкту охорони заказники підрозділяють на ландшафтні, геологічні, гідрологічні, ботанічні, зоологічні, палеонтологічні.

**Пам'ятник природи** – це окремі унікальні природні ділянки, які мають особливе наукове, естетичне або пізнавальне значення. Пам'ятниками природи можуть бути об'єкти живої або неживої природи, окремі водойми, скелі, печери, дерева і т.п.

**Заповідні урочища** – це ділянки лісу, болота, луків, степу та іншої рослинності, які мають наукове або естетичне значення та охороняються для збереження їхнього природного стану.

**Ботанічні сади** служать для охорони та вивчення в спеціально створених умовах деревно-чагарникової рослинності з метою використання їхньої композиції для науково-господарського та естетичного використання.

**Зоологічний парк** – це місце, де утримуються рідкісні, іноземні та місцеві види фауни з метою охорони їхнього екофонду та для організації наукової та просвітницької діяльності.

**Пам'ятки садово-паркового мистецтва** являють собою ділянки, що мають природну, естетичну або історичну цінність. В Україні прикладами пам'ятників садово-паркового мистецтва є “Софіївка” в м. Умань та “Олександрія” в м. Біла Церква.

На планеті зараз нараховується близько 20 тис. різноманітних охоронних природних територій у тому числі 1200 великих заповідних територій. Одним із найбільших у світі є національний парк Еташе (Намібія, Африка) та багато малих заповідних територій.

## **Червона книга**

У 1982 р. в Україні прийнято Закон про Червону книгу. До цієї книги сьогодні внесено понад 800 видів рослин і тварин з метою їх охорони та збереження, бо їм серйозно загрожує вимирання або знищення через людську діяльність. А екологічні умови в нашій державі дедалі погіршуються. За оцінками швейцарського вченого М. Ройстоїна, щорічні втрати України внаслідок погіршення екологічного стану становлять 15—20 % валового національного прибутку й є найбільшими в світі за станом на 1990 р. На одиницю площі промислове навантаження в Україні в 20 разів більше, ніж у колишньому СРСР.

Червона книга України – це основний державний документ, який узагальнює відомості про сучасний стан видів тварин і рослин України, що перебувають під загрозою зникнення та заходи щодо їх збереження і відтворення на науково обґрунтованих засадах.

Об'єктами Червоної книги України є тварини і рослини на всіх стадіях розвитку, які постійно або тимчасово перебувають чи зростають у природних умовах у межах території України, її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони, види яких є рідкісними і перебувають під загрозою зникнення, а також гнізда, частини та інші продукти цих тварин і рослин.

Стаття 10 законопроекту містить перелік заходів з охорони та відтворення тварин і рослин, види яких занесені до Червоної книги України.

Червона книга України про кожний із видів тварин і рослин містить такі відомості:

- категорія;
- поширення;
- основні місця знаходження;
- чисельність у природі;
- відомості про розмноження або розведення в штучних умовах;
- заходи, що вжиті та які необхідно здійснити для їх охорони;
- джерела інформації;
- картосхеми поширення на території України;
- фотографії (малюнки);

Занесені до Червоної книги України види тварин і рослин поділяються на такі категорії:

- зниклі;
- зникаючі;
- вразливі;
- рідкісні;
- невизначені;
- недостатньо відомі;
- відновлені.

Ведення Червоної книги України покладається на спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів.

Ведення Червоної книги України фінансується за рахунок Державного бюджету України.

Розділ VI законопроекту встановлює відповідальність за порушення законодавства у сфері охорони, використання та відтворення тварин і рослин, види яких занесені до Червоної книги України.

Охорона та відтворення об'єктів Червоної книги України забезпечуються органами державної влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами і організаціями, які є суб'єктами використання тваринного і рослинного світу, та громадянами відповідно до закону.



Охорона об'єктів Червоної книги України забезпечується шляхом: установлення особливого правового статусу рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного і рослинного світу, заборони або обмеження їх використання; урахування вимог щодо їх охорони під час розроблення нормативно-правових актів; систематичної роботи з виявлення місць їх перебування (зростання), проведення постійного спостереження (моніторингу) за станом їх популяцій; пріоритетного створення заповідників, інших територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також екологічної мережі на територіях, де перебувають (зростають) об'єкти Червоної книги України, та на шляхах міграції рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного світу; створення центрів та "банків" для збереження генофонду зазначених об'єктів; розведення їх у спеціально створених умовах (зоологічних парках, розплідниках, ботанічних садах, дендрологічних парках тощо); урахування спеціальних вимог щодо охорони об'єктів Червоної книги України під час розміщення продуктивних сил, вирішення питань відведення земельних ділянок, розроблення проектно-планувальної документації, проведення екологічної експертизи.

Відтворення об'єктів Червоної книги України забезпечується шляхом: сприяння природному відновленню популяцій рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного і рослинного світу, інтродукції та реінтродукції таких видів у природні умови, де вони перебували (зростали); утримання і розведення у штучно створених умовах.

Охорона та відтворення об'єктів Червоної книги України забезпечуються також шляхом:

- здійснення необхідних наукових досліджень з метою розроблення наукових засад їх охорони та відтворення;
- установлення підвищеної адміністративної, цивільної та кримінальної відповідальності за знищення чи пошкодження об'єктів Червоної книги України, заподіяння шкоди середовищу їх перебування (зростання);
- проведення освітньої та виховної роботи серед населення;
- здійснення інших заходів відповідно до законодавства.

Перебування (зростання) на певній території рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного і рослинного світу, занесених до Червоної книги України, є підставою для оголошення її об'єктом природно-заповідного фонду України загальнодержавного значення.

Для забезпечення вирішення транскордонних та інших проблем охорони і відтворення об'єктів Червоної книги України здійснюється міжнародне співробітництво в цій сфері шляхом укладання і виконання відповідних двосторонніх та багатосторонніх міжнародних договорів, організації біосферних заповідників, створення на територіях, суміжних з іншими державами, міждержавних заповідників, національних парків, заказників та інших територій і об'єктів природно-заповідного фонду, проведення спільних наукових досліджень, обміну їх результатами.

Види тваринного і рослинного світу, занесені до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів і Європейського Червоного списку, які перебувають (зростають) у природних умовах у межах

території України, її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони, можуть заноситися до Червоної книги України або їм може надаватися інший особливий статус відповідно до законодавства.

### **Зелена книга**

В 1997 році було затверджено положення про Зелену книгу України. Зелена книга України – це державний документ, в якому зведені відомості про сучасний стан рідкісних, зникаючих і типових природних рослинних угруповань України, що потребують охорони і мають важливе значення як складова частина біологічного різноманіття.

Зелена книга України є офіційним державним документом, в якому зведено відомості про сучасний стан рідкісних, таких, що перебувають під загрозою зникнення, та типових природних рослинних угруповань, які підлягають охороні.

Зелена книга є основою для розроблення охоронних заходів щодо збереження, відтворення та використання занесених до неї природних рослинних угруповань. Охорона цих угруповань спрямовується на збереження їх ценотичної структури, популяцій рідкісних видів рослин та умов місцезростання.

Основні положення ведення Зеленої книги України базуються на принципах:

- централізованого управління;
- координації дій;
- пріоритетності наукової ініціативи;
- обов'язкового інформування громадськості;
- необхідності обліку, кадастру та моніторингу рідкісних рослинних угруповань;
- зацікавленості та відповідальності землекористувачів;
- відповідності міжнародним вимогам.

Ідеологія Зеленої книги України знайшла своє втілення у цілому ряді прийнятих законодавчих та нормативних документів, зокрема: "Програмі перспективного розвитку заповідної справи в Україні (Заповідники)" (22 вересня 1994 р.), "Положенні про Зелену книгу України" (19 лютого 1997 р.; 29 серпня 2002 р.), "Національній доповіді України про збереження біологічного різноманіття" (1997), "Концепції збереження біологічного різноманіття України" (12 травня 1997 р.), "Про затвердження Положення про водно-болотні угіддя загальнодержавного значення" (8 лютого 1999 р.), "Про рослинний світ" (9 квітня 1999 р.), "Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки" (21 вересні 2000 р.).

Функції ведення Зеленої книги України, формування та забезпечення діяльності відповідної міжвідомчої комісії покладено на Міністерство охорони навколишнього природного середовища України

### **Питання для самоконтролю**

1. Розповіді про Червону та Зелену книги України.
2. З якою метою створюються заповідні території?
3. Як розподіляються заповідні території по своєму призначенню?
4. Запропонуйте заходи щодо збереження тваринного та рослинного світу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Г.О. Білявський, М.Ф. Падун М., Р.С. Фурдуй. Основи загальної екології. К.:Либідь, 1993. - 304 с.
2. А.К. Запольський, А.І. Салюк. Основи екології. К.: Вища шк., 2001. - 358 с.
3. Сухарев С М., Чудак С О., Сухарева О.Ю. Технологія та охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. — Львів: Новий Світ — 2000, 2004. — 256 с.
4. Злобін ЮА. Основи екології — К.: Вид-во "Лібра", ТОВ, 1998. — 248 с.
5. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. — К.: Знання. 2002. — 550 с.