

### Вступне слово

Особливе значення для формування у майбутніх спеціалістів будь-якого профілю системи знань про основні закономірності взаємодії людини, суспільства і природи, особливості впливу антропогенних факторів на природне середовище, охорону навколишнього природного середовища та раціональне природокористування, глобальні проблеми екології, екосистеми тощо, має вивчення такої навчальної дисципліни, як "Екологія".

В посібнику в повному обсязі висвітлюють найважливіші проблеми традиційної та сучасної екології. У ньому, зокрема, на широкому масиві теоретичного і практичного матеріалу, напрацьованому вітчизняними і зарубіжними спеціалістами, в доступній формі, у світлі новітніх методичних вимог, розкриваються предмет, структура, закони, категорії та методи екології, дається коротка історія її становлення як природної науки. Значна увага приділяється питанням екології популяцій, угруповань, вченню про біосферу, проблемам антропогенного забруднення навколишнього природного середовища та його охорони, екологічній безпеці як основи сталого розвитку, правові аспекти екологічних відносин.

В кінці кожної теми подаються резюме, питання для роздумів, самоперевірки, повторення теми для рефератів, доповідей.

В кінці посібника міститься список навчальної літератури з екології.

Посібник написаний з переконанням, що буде корисним як для студентів так і для викладачів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації. Він буде цікавим та корисним для широких верств населення, що занепокоєні проблемами екології.

### Тема 1.1

#### «Вступ»

#### ☒ **План викладу і засвоєння матеріалу.**

- I. Визначення предмету і завдання екології.
- II. Галузі, структура і підрозділи екології.
- III. Методи екологічних досліджень.
- IV. Коротка історія становлення екології як науки в світі
- V. Коротка історія становлення екології як науки на Україні.

#### ☒ **Суттєво:**

Після вивчення матеріалу ви повинні

#### Знати:

- історію становлення екології як науки;
- основні категорії і закони екології;
- об'єкти і методи дослідження в екології;
- суть і особливості завдань;

#### Вміти:

- дати визначення екології;
- охарактеризувати структурні підрозділи загальної екології;
- пояснити суть основних екологічних понять;
- охарактеризувати зв'язки екології з іншими науками;

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- екологія;
- біосферологія;
- предмет екології;
- екосистема;
- структура екології;
- методи екологічних досліджень;
- біосфера;
- довкілля;
- біоценоз;
- завдання екології;
- біогеоценоз;
- організм;
- аутоекотологія;
- популяція;
- демекотологія;
- синекотологія.

## I. Визначення, предмет і завдання екології.

Вперше термін "екологія" був запропонований німецьким біологом Е. Геккелем у 1866. У дослівному перекладі (oikos — з грецької означає дім) екологія - це наука про "дім", тобто про природу, що оточує нас. Вона вивчає умови існування живих організмів, їхній взаємозв'язок та їхню взаємодію з довкіллям. Але наприкінці ХХ ст. зміст екології став дещо ширшим, та її місце в системі наук значно змінилося. Екологія виникла як суто біологічна наука, але в наш час вона трансформувалася і стала наукою про структуру та функцію природи в цілому, наукою про біосферу, наукою, що вивчає місце людини на нашій планеті, наукою про взаємозв'язки всього живого на нашій планеті між собою та з довкіллям.

Видатний американський вчений Ю. Одум одним з перших почав розглядати екологію не як вузьку біологічну наукову дисципліну, а як міждисциплінарну науку, що досліджує багатокomпонентні та багаторівневі складні системи у природі та суспільстві. Ця якісна зміна в розумінні екології вимагала озброєння її новими методами та зробила високо актуальною для вирішення соціальних й економічних проблем людства.

**Предмет екології.** Згідно сучасним уявленням про предмет екології, то це сукупність або структура зв'язків між організмами та середовищем, що їх оточує. Для ліпшого розуміння питання предмету екології, необхідно визначити місце екології серед інших біологічних наук та розглянути їх взаємозв'язки.

Екологія як наука має науковий і прикладний аспект.

**Науковий аспект** – це прагнення до пізнання заради самого пізнання, тобто пошук закономірностей розвитку природи і їх пояснення.

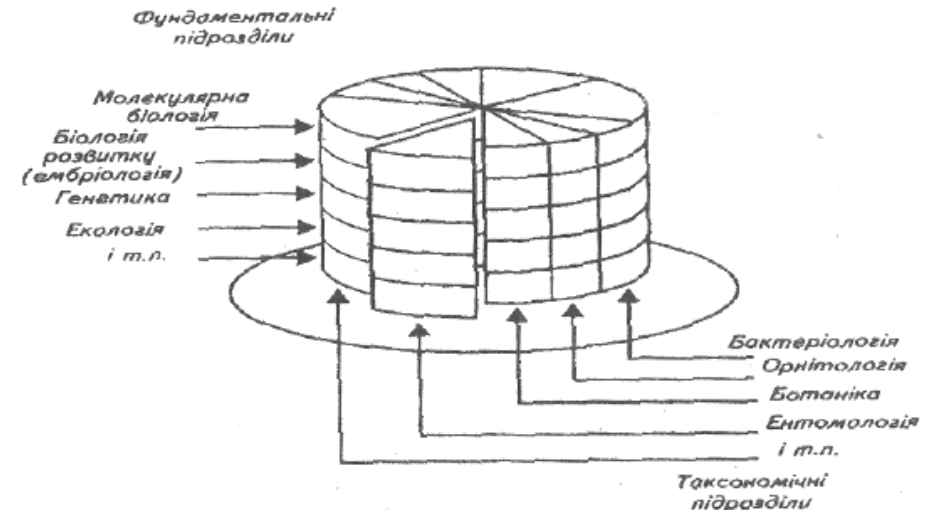
**Прикладний аспект** – це застосування зібраних знань для вирішення проблем пов'язаних з навколишнім середовищем.

Основні завдання науки про довкілля:

- вивчення загального стану сучасної біосфери, умов його формування та причин змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогнозування динаміки стану біосфери в часі й просторі;
- розробка (з урахуванням основних екологічних законів) шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання й самовідновлення.

Екологія – це наука, що вивчає взаємозв'язок живих організмів і їх угруповань із середовища існування.

## II. Галузі, структура і підрозділи екології.



На малюнку бачимо, що "пиріг" біології можна розкряти, по горизонталі відокремлюються фундаментальні науки, по вертикалі - таксономічні підрозділи. Отже, екологія відноситься до фундаментальних розділів біології і є складовою частиною кожного з усіх таксономічних підрозділів.

Таким чином, зміст сучасної екології найкраще виділити виходячи з концепції рівнів організації живої матерії, які складають "біологічний спектр".

Екологію можна умовно поділити на п'ять великих підрозділів: аутоекологію (екологію організмів), демекологію (екологію популяцій), синекологію (екологію угруповань), біогеоценологію та біосферологію (глобальну екологію).

**Аутоекологія** (термін введений у 1896 р. Шретером) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим їх середовищем. Цей розділ екології займається, головним чином, визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів. Аутоекологія вивчає також вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

**Демекологія** (термін введений у 1963 р. Швердтфегером) описує впливання чисельності різних видів і встановлює їх причини. Цей розділ називають динамікою популяцій, або популяційною екологією.

**Синекологія** (Шретер, 1902) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також оточуючим середовищем між ними.

Термін *біоценологія*, введений у 1918 р. Гамсом, є практично синонімом синекології. В синекології дослідження проводять

В двох напрямках: статичному і динамічному.

*Статичний напрям (описова синекологія)* займається становленням видового складу угруповань, чисельністю, частотою виявлення виду, видовим представництвом і просторовим розміщенням.

*Динамічний напрям (функціональна синекологія)* обіймає два аспекти. Перший стосується розвитку угруповань і дослідження причин, які призвели до їх зміни. Другий займається обміном речовин та енергії між різними компонентами екосистеми, а також вивчає кормові ланцюги, біомасу і енергію, продуктивність біоценозів. Цей напрям ще називають *кількісною синекологією*.

*Біогеоценологія*, або екосистемологія, вивчає біогеоценотичний шар Земної кулі і, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), в яких взаємодіють біоценози і абіотичне середовище.

*Біосферологія* (глобальна екологія) вивчає біосферу як єдине планетарне ціле, з'ясовує закономірності еволюції біосфери.

У наш час екологія - це розгалужена система наук.

*Об'єктами її вивчення є популяції організмів, види, угруповання, екосистеми та біосфера в цілому.*

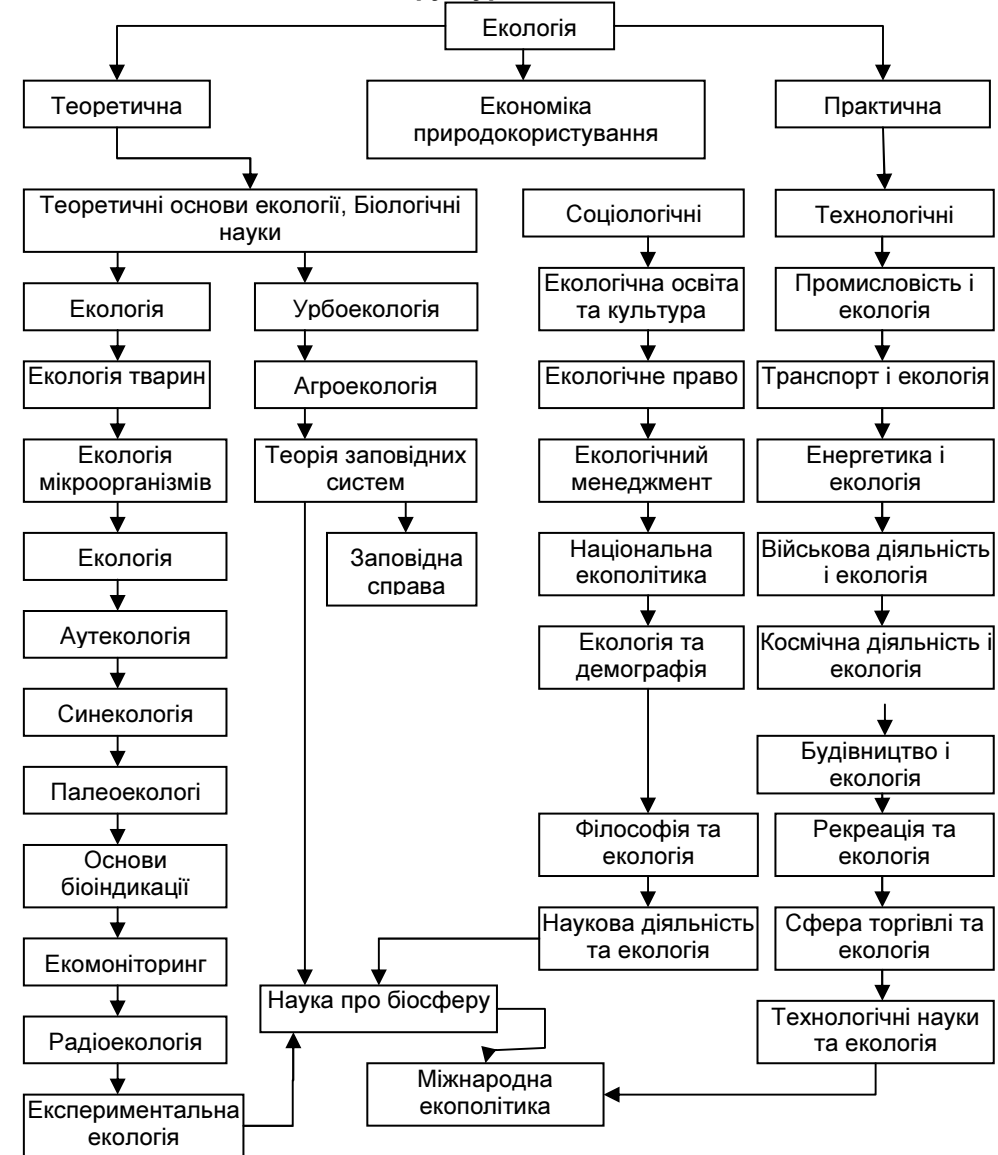
Сучасну екологію слід чітко розділяти на теоретичну та практичну

Зв'язок екології з практикою надзвичайно тісний, через те, що важко знайти сферу діяльності людини де б не було зв'язку з середовищем існування. За останні десять років з'являються все нові напрямки практичної екології (медична екологія, екологія космічного простору, тощо) і процес цей триває по сьогоднішній день і, як наслідок, повинні відокремитись напрямки, які будуть формувати новий підхід до вивчення закономірностей існування живого на нашій планеті.

Екологію подеколи поділяють на аутоекологію та синекологію. Розділи екології, які вивчають пристосованість популяцій окремих видів організмів до факторів навколишнього середовища називають аутоекологією або екологією видів (АУТОС - сам + екологія).

Синекологія - розділ екології, який вивчає життя угруповань різних видів організмів та їх взаємодію (Син – разом + екологія).

### Структура екології



### III. Методи екологічних досліджень.

Екологія, як комплексна наука використовує досить широкий арсенал методів, які на перший погляд властиві іншим фундаментальним наукам. Завдяки широкому арсеналу методів екології відбувається тісний зв'язок екології з іншими науками. Згідно Ю.А. Злобіна (1998), методи екології можна розділити на три основні групи:

*1. Методи збору інформації.* Класичні методи дослідження стану екологічних об'єктів (включають у себе всі методи, які застосовують природничі науки), що спрямовані на накопичення фактичного матеріалу про складові компоненти досліджуваної ділянки екосистеми, біосфери;

*2. Методи обробки отриманої інформації.* Дана група методів спрямована на узагальнення отриманої Інформації, шляхом систематизації певних параметрів складових компонентів досліджуваної ділянки екосистеми. Сучасна обчислювальна техніка дає можливість обробляти велику кількість фактичного матеріалу, що, в свою чергу, робить великий фактичний матеріал більш доступним для узагальнення. Слід відмітити, що при певних екологічних дослідженнях статистична обробка є необхідною умовою достовірності отриманих результатів.

*3. Методи інтерпретації отриманих результатів. Методи моделювання.* Важливим етапом будь-яких екологічних досліджень є здатність аналізу отриманих результатів, побудова певної моделі стану екосистеми. Такий підхід дає змогу прогнозувати зміни, які можуть відбуватися на досліджуваній ділянці під впливом певних екологічних факторів або під впливом діяльності людини. На основі абстрагування результатів досліджень можна робити словесні описи екосистем (*вербальні моделі*), побудувати схеми взаємозв'язків компонентів (*графічні моделі*), робити спробу опису екосистеми за допомогою математичних формул (*математичні моделі*). Безапеляційне вживання методів моделювання, неможливе через непередбачуваність процесів, які відбуваються в екосистемах, залежність від "великих" та "малих" циклів, як правило планетарної природи. Тільки після накопичення достатньої кількості інформації про закономірності існування Всесвіту, побудовані моделі будуть найбільш наближені до реального стану екосистем. Введення змінних величин не дає можливості вирішити даної проблеми, математичні формули стають більш ускладненими. Спрощення та вилучення змінних компонентів веде до втрати достовірності самої моделі.

#### IV. Коротка історія становлення екології як науки в світі і на Україні.

Екологія має давню передісторію. Накопичення відомостей про спосіб життя, залежність від зовнішніх умов та характер розподілу рослин і тварин започатковані в далеку давнину. В працях Аристотеля (384—322 до н. е.) та його учня — «батька ботаніки» Тсофраста Ерезійського (371—280 до н. е.) описано багато видів тварин та наведено відомості про своєрідність рослин у різних умовах, залежність їх росту від типу ґрунту й клімату.

В епоху Відродження особливого розвитку набули роботи перших систематиків А. Цезальпіна (1519—1603), Д. Рея (1627—1705), Ж. Турнефора (1656—1708) та інших про залежність рослин від умов проростання, обробітку, про місця їх поширення. У працях А. Реомюра про комах (1734), А. Трамбле про гідр та моховаток (1744) наведено багато екологічних відомостей. У працях XVIII ст. С. П. Крашенинникова, І. І. Лепьохіна, П. С. Палласа та інших російських географів і натуралістів вивчалися впливи на взаємопов'язані зміни клімату, рослинності й тваринного світу. Вплив зовнішніх умов на будову організму тварин вивчав французький природодослідник Ж. Бюффон (1707—1788). Автор першого еволюційного вчення Жан-Батіст Ламарк (1744—1829) вважав найважливішою причиною пристосувальних змін організмів, еволюції тварин і рослин вплив «зовнішніх обставин».

З появою на початку XIX ст. біогеографії екологічне мислення набуває подальшого розвитку. Цьому сприяють праці О. Гумбольдта з географії рослин (1807), К. Глогера про зміни птахів під впливом клімату (1833), Т. Фабера про особливості біології північних птахів (1826), К. Бергмана про географічні закономірності у зміні розмірів теплокровних тварин (1848). О. Декандоль детально описав вплив окремих факторів середовища на рослини.

У 1859 р. Ч. Дарвін у книзі «Походження видів шляхом природного добору, або збереження обраних порід у боротьбі за життя» показав, що «боротьба за існування» в природі, під якою він розумів усі форми зв'язків виду із середовищем, призводить до природного добору, тобто є рушійним фактором еволюції.

У 1866 р. завдяки Е. Геккелю нова галузь знань, що пов'язувала взаємовідносини живих істот та їх зв'язки з неорганічними компонентами середовища («боротьба за існування»), дістала назву «екології». В другій половині XIX ст. змістом екології було в основному вивчення способу життя рослин і тварин та адаптації їх до кліматичних умов. В цій галузі ботанік Й. Вармінг обґрунтував поняття про життєву форму (1895), А. М. Бекетов (1825-1902) виявив зв'язок особливостей аналітичної й морфологічної будови з їх географічним поширенням. У 1877 р. німецький гідробіолог К. Мебіус обґрунтував уявлення про біоценоз як закономірне поєднання організмів у певних умовах середовища. Праці російських учених С. І. Коржинського та Й. К. Пачоського сприяли відособленню вчення про

рослинні угруповання в окрему галузь ботанічної екології. Визначальні положення вчення про ліс, як цілісну природну систему, розробили Г. Ф. Морозов і В. М. Сукачов.

На початку XX ст. сформувались екологічні напрями гідробіологів, фітотенологів, ботаніків і зоологів, у кожному з яких розвивались певні напрями екологічної науки. На III Ботанічному конгресі в Брюсселі в 1910 р. екологія рослин розділилась на екологію особин (аутекологію) і екологію угруповань (синекологію). Згодом цей розподіл поширився також на екологію тварин, а отже, на загальну екологію. З'явилися перші екологічні зведення — екологія тварин Ч. Адамса (1913), угруповання наземних тварин В. Шелфорда (1913), гідробіологія С. О. Зернова (1913). В 1913—1920рр. екологію почали викладати в університетах, були засновані екологічні журнали та організовані екологічні наукові товариства. У першій половині XX ст. В. В. Докучаєв створив учення про ґрунт, який є результатом взаємодії гірських порід і живих організмів.

Значний внесок у розвиток ідей загальної біоценології зробили праці радянських учених В. М. Сукачова, Б. О. Келлера, В. В. Альохіна, Л. Г. Раменського, О. П. Шенникова, за кордоном — Ф. Клементса у США, К. Раункієра в Данії, Г. Дю Ріє у Швеції, І. Браун-Бланке в Швейцарії. У 30—40-х роках з'явилися зведення з екології тварин, у яких наводилися теоретичні проблеми загальної екології: К. Фрідерікса (1930), Ф. Боденгеймера (1938) та ін. У 1938 р. Д. М. Кашкаров опублікував перший підручник у Радянському Союзі з основ екології тварин. Біоценологічні основи паразитології розробляли В. О. Догель, Є. М. Павловський і В. М. Беклемішев.

У 30-х роках сформувалась нова галузь екологічної науки — популяційна екологія, основоположником якої є англійський учений Ч. Елтон. Подальшому розвитку популяційної екології сприяли роботи О. М. Северцова, С. С. Шварца, М. О. Наумова, Г. О. Вікторова, Є. Н. Омської та ін.

У 1935 р. англійський учений А. Тенслі запровадив поняття екосистеми. Американський учений Р. Ліндемман запропонував основні методи розрахунку енергетичного балансу екологічних систем. Розвиток екосистемного аналізу сприяв відродженню на новій екологічній основі вчення про біосферу, основоположником якого є В. І. Вернадський. Біосфера постала як глобальна екосистема, стабільність і функціонування якої ґрунтуються на екологічних законах забезпечення балансу речовини й енергії. Запроваджений ним у вивчення біосфери кількісний підхід дав змогу оцінити масштаби біогеохімічного колаобігу речовин. Вчення В. І. Вернадського про ноосферу стало беззаперечним свідченням нерозривності зв'язку людини з природним середовищем. На сучасному етапі визначну роль у становленні новітньої екології відіграла монографія американського вченого Ю. Одуми.

Перший науковий сектор екологічних досліджень в Україні створений у 1930 р. при Інституті зоології та ботаніки Харківського державного університету. В. В. Стачинський (1933) обґрунтував поняття біогеоценозу, як функціональної єдності біоценозу та абіотичних факторів. У 1940—1980 рр. широке визнання наукової громадськості здобули екологічні дослідження І. Г. Підоплічка, Ф. А. Гриня, С. М. Стойка, П. С. Погребняка, Д. В. Воробйова, О. Л. Бельгардта, А. П. Травлєєва, присвячені раціональному природокористуванню, екології лісу і ландшафтів. Праці академіка М- Г. Холодного є вагомим внеском до розробки концепції про геохімічні цикли. На сучасному етапі широке визнання здобули екологічні праці М. Н. Голубця, К. М. Ситника і Ю. Р. Шеляг-Сосонка, в яких розвинені концептуальні та методологічні основи сучасної екології. Аналізу філософських проблем у системі «людина — природне середовище» присвячені праці В. С. Крисаченка. Значний внесок у розробку проблем прикладної екології зробили вчені з інститутів Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, робота яких була спрямована на вивчення загальних закономірностей у природних, природно-антропогенних та антропогенних екосистемах, вплив антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище та раціональне природокористування. Останнім часом виконано багато робіт, спрямованих на запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище.

## V. Коротка історія становлення екології як науки на Україні.

Перші спроби екологічного підходу до природоохоронної справи в Україні відомі ще за часів Ярослава Мудрого. В його «Руській правді» — правничому кодексі Київської Русі (початок XI ст.) — вже існувала чітка система правової оцінки використання ресурсів і передбачувалася кара за збитки, заподіяні довкіллю. За шкоду, заподіяну диким звірам і птахам, каралося так строго, як і за негідні вчинки щодо людини. Тому було багато в княжих лісах і степах дикого звіра, птахів та бджіл.

В часи Гетьманщини (XVI-XVIII ст.) ці природоохоронні традиції зберігалися і розширювалися. Як і в княжі часи, регламентуються охорона лісів і байраків, полювання, рибальство, бджолярство та садівництво.

У зібранні Малоросійських прав (1807р.) дослівно сказано: «Хто соколине гніздо пошкодить, підрубає чи навмисно його скине, чи з собою молодих соколів забере ... і за лебедине гніздо, якщо б його хтось розкидав, чи яйця забрав, повинен заплатити ...» А ось як зберігалася екологічна ніша бобра: «Якби князівські, панські і шляхетські гони боброві

давні спадкові були в іншого сусіда в маєтку, то цей власник, у чий землі вони будуть, не повинен сам і люди його старовинного поля доорювати до лігва так далеко, наскільки палицею можна кинути, так само сіножаті підкошувати і лози прочищати ... Чи хтось силою бобра поб'є, чи злодійськи забере, той за наругу, і скільки б їх забив, має платити. За чорного бобра чотири копи, а за карого дві копи просить”.

Цікаво, що опис природи України, в якому викладено багато міркувань екологічного характеру, залишили після себе і француз Де Боплан (1600-1673) у парці “Опис України” і росіянин О. Пушкін (“Нарис історії України”). Велика заслуга в дослідженні українських чорноземів В. В. Докучаєва (1846-1903), результати цих досліджень викладені в головній книзі вченого – “Руський чорнозем”. Створений і очолюваний ним Ново-Александрівський інститут сільського господарства та лісівництва (нині Республіка Польща) став осередком інтенсивного розвитку ґрунтознавства. Ґрунт з того часу стає не просто пилом чи набором мінеральних елементів, а самостійним тілом природи. Пізніше В. І. Вернадський, який, до речі, розпочинав свій шлях у науці як ґрунтознавець, назве його “біокосним”.

Виходячи з вчення Г. Ф. Морозова про ліс як “географічне середовище” та В. В. Докучаєва про землю як “історичне тіло”, в Україні успішно розвивалися на екологічній основі лісова типологія (Алексєєв, Погребняк, Воробйов, Остапенко, М'якушко, Герушинський, Молотков, Пастернак, Парпан, Гаврусевич), лісова фітоценологія (Шеляг-Сосонко, Гончар), фітоценологія альпійських лук (Малиновський), міська фітоценологія (Саломеха), криптоіндикація (Кондратюк), біогеоценологія (Голубець), нозологія (Стойко), степове лісорозведення (Висоцький, Бельгардт, Травлєєв), фітомеліорація (Б'яллович, Лаптев, Кучерявий), раціональне лісокористування (Генсірук), дендрохронологія (Коліщук) та ін. В повоєнний період велика увага українських екологів була спрямована на вивчення техногенних і урбогенних впливів на природні екосистеми (Ільку, Тарабрін, Кондратюк, Кучерявий).

Враховуючи розмаїття в Україні ландшафтних зон і екосистем – морських, гірських, степових, лісових, болотних – і одночасний вплив на них сучасного антропогенного середовища – техногенного і урбогенного, виникає потреба розробки науково обґрунтованих засад соціально-екологічної політики, залучення широкого кола науковців, практиків і громадськості до її реалізації.

#### ☒ Резюме

- Екологія виникла як суто біологічна наука, але в наш час вона трансформувалася і стала наукою про структуру та функцію природи в цілому, наукою про біосферу, наукою, що вивчає місце людини на нашій планеті, оптимізацію взаємин людини з довкіллям.

- Основними ланками екологічної структурної ієрархії є організми, популяції та екосистеми.
- Екологічну науку найчастіше поділяють на два основних розділи - загальну й прикладну екологію. Загальну екологію можна умовно поділити на п'ять великих підрозділів: аутоекологію, демоекологію, синекоекологію, біогеоценологію та біосферологію.
- Екологія базується на законах діалектики, законах природничих наук, За оцінкою М.Ф. Реймерса сучасна екологічна наука використовує 250 законів, закономірностей, принципів, правил.
- Екологія використовує широкий арсенал різноманітних методів, які можна поділити на три основні групи: збір інформації, обробка, згортання, стиснення та узагальнення, інтерпретація отриманих фактичних матеріалів.
- Всі заходи щодо охорони природи здійснюються на основі теоретичних екологічних знань.

#### ☒ Питання для роздумів, самоперевірки, повторення:

1. Що означає термін екологія?
2. Що вивчає екологія?
3. Коротко розкажіть історію виникнення науки "екологія".
4. Які підрозділи екології ви знаєте?
5. Що вивчає аутоекологія, демоекологія, синекоекологія?
6. Що Ви можете розповісти про вклад українських вчених у розвиток науки екологія?
7. Назвіть основні екологічні поняття.
8. В чому суть основних екологічних законів?

#### ☒ Теми рефератів, доповідей:

1. Становлення екології як науки.
2. Об'єкт, предмет, структура та функції екології
3. Зв'язок екології з іншими природничими науками.
4. Екологія як теоретична основа заходів по охороні природи і природокористування.

## Тема 1.2.

### «Організм і середовище».

**План викладу і засвоєння матеріалу**

I. Екологічні фактори, їх класифікація, характеристика.

II. Середовище існування живих організмів.

**Суттєво:**

Після вивчення матеріалу ви повинні:

**Знати:**

- класифікацію екологічних факторів;
- закон „мінімуму” Лібіха;
- закон толерантності Шелфорда;
- форми біотичних відносин;
- антропогенні фактори;

**Вміти:**

- розрізняти ресурси та умови існування живих організмів і знати їх основні види;
- навести приклади трофічних ланцюгів, що є у відомих вам екосистемах та визначити, до якого типу вони належать;

**Ключові екологічні поняття та терміни:**

- екологічний фактор;
- екологічна ніша;
- аутоекотологія;
- закон „мінімуму”;
- абіотичні фактори;
- закон толерантності;
- біотичні фактори;
- форми біотичних відносин;
- антропогенні фактори;
- стенобіонтні види;
- середовище;
- еврібіонтні види;
- умови існування;
- гігрометричний індекс;

**I. Екологічні фактори, їх класифікація, характеристика.**

*Екологічний фактор - будь-який фактор середовища, що здатен в тій чи іншій мірі, прямим або непрямым способом впливати на живі організми, в період хоча б однієї фази індивідуального розвитку.*

Саме у визначенні екологічного фактору і криється системний підхід до вивчення закономірності функціонування як організму, так і їх сукупності. Так, відсутність якогось фактору у визначений період існування може гальмувати процес відтворення (відомо, що відсутність належних умов може призупинити розвиток понад і отже організм не розмножується) або ріст (рослини проростають тільки при визначеній сукупності факторів). Опосередкованість впливу екологічного фактору визначається залежністю одного організму від іншого. На перший погляд важко собі уявити залежність хижаків від екологічного фактору Сонця, але вивчення трофічних взаємовідносин вказує, що хижак непрямым чином залежить від даного екологічного фактору, так як кількість їжі, яку він споживає, знаходиться в залежності від кількості і якості організмів, що споживає його жертва.

Екологічні фактори середовища, якими зв'язаний любий живий організм поділяються на дві категорії: *абіотичні* (фактори неживої природи) та *біотичні* (фактори живої природи). Існує певна умовність поділу і взаємовпливу абіотичних та біотичних факторів, так як живі організми здатні призвести до змін, які ведуть за собою і зміни абіотичних факторів (ліс, знищений шкідниками). Таким чином, сучасна екологічна наука розглядає наступні фактори навколишнього середовища, які впливають на функціонування як живих організмів, так і систем в цілому.

- *Абіотичні фактори - сукупність кліматичних, ґрунтових (едафічних), а також топографічних факторів. Сюди також відносять потоки, хвилі і т.д.*

- *Біотичні фактори - сукупність взаємовпливу життєдіяльності одних організмів на інші. Біотичний компонент можемо розділити на автотрофні та гетеротрофні організми.*

В останні десятиріччя деякі вчені відокремлюють ще одну групу екологічних факторів, які можуть і змінюють умови існування та функціонування екосистем – *антропогенні фактори*. З точки зору сучасного впливу людини на процеси, що відбуваються в навколишньому середовищі, таке відокремлення є оправданим, хоч, з точки зору біоекології, людина є таким самим організмом як і всі інші. Фізіологічне, фізично, хімічно, біологічно людина не відрізняється від інших живих організмів, тому виділення даної групи є скоріше визначенням ролі людини як екологічного фактору по відношенню до інших живих організмів та середовища існування.

Існує декілька класифікацій екологічних факторів, де до уваги береться або умови існування (класифікація Ніколсона - Швердтфегера), або реакції живих організмів, що були під впливом різних екофакторів (класифікація Мочадського), або розподіл екофакторів до простих

фізичних, кліматичних, трофічних та біотичних умов існування живого (класифікація Р. Дажо).

Усі класифікації екологічних факторів, поряд з певними відмінностями між собою, мають певну єдність. А саме в тому, що сукупність фізичних та хімічних параметрів середовища створюють кліматичні умови існування живих організмів.

Таким чином, до *абіотичних* факторів відносяться: кліматичні, едафічні, оротографічні, гідрологічні, геологічні (мал.2.1).

Розглянемо ці фактори більш детально, а також проаналізуємо реакції організму на дію того чи іншого кліматичного фактору.

*Енергія сонця.* Сонце є єдиним джерелом енергії на нашій планеті. Світло у всіх його проявах, необхідне для життя. Нам відомо, що світло є невід'ємною умовою процесу фотосинтезу, але разом з тим є й інші аспекти його впливу на живі істоти. Розглядаючи ці аспекти, слід відмітити, що вони знаходяться в залежності від *інтенсивності світла, довжини хвилі, кольору та фотоперіоду*. Всі ці властивості світла залежать від кута падіння сонячних променів на земну поверхню. Якщо на екваторі довжина світлового дня (фотоперіод) більш менш постійна (близько 12 годин), то у вищих широтах вона залежить від пори року і змінюється циклічно. Зрозуміло, що в таких умовах життєві цикли живих організмів, синхронізовані у відповідності до конкретної пори року (фотоперіоду). Ця синхронізація проявляється у різних формах пристосування, таких як сплячка, діапауза комах, приліт відліт птахів і т.п.

Кількість променистої енергії, яка проходить через атмосферу, є постійною величиною:  $1,98 \text{ до } 2 \text{ кал/см}^2 \times \text{хв.}$ , або  $5 \times 10^{20} \text{ Ккал}$  в рік на всю поверхню земної кулі. Цю величину називають *сонячною сталою*.

*Освітленість земної поверхні*, як витікаючий з попереднього фактору, має більш концентровану форму впливу на живий організм. Освітленість земної поверхні виражена у тих системах, де ярусність рослинного покриву, а також топографія земної поверхні зумовлює адаптацію живих організмів (тіньовитривалість, світлолюбивість). Яскравим прикладом пристосування до різних параметрів освітленості є ярусність, коли в залежності від кількості сонячного випромінювання організми закономірно займають певний ярус в системі.

*Отже, організми можна розділити на світлолюбиві та тіньовитривалі. Знання вимог організму до освітленості та енергії*

*сонячного випромінювання має неабиякий практичний інтерес. Аналіз параметрів освітленості є основою до впровадження нових сільськогосподарських культур, сортів.*

Дія освітленості як фактору поширюється як на сушу, так і на водні екосистеми (колір, редукція органів зору тощо). В даному випадку слід враховувати, що водне середовище значно відрізняється від повітряного насамперед за своїми фізичними властивостями. Світло набагато важче

проникає через товщу води, чим зумовлене зосередження живих організмів переважно у верхніх шарах води.

*Температура.* Якщо живий організм в змозі адаптуватись до дефіциту освітленості і у нього виникають певні пристосування, то до температури живі організми більш вибагливі. Кожен окремий організм пристосований до конкретних температурних умов і може існувати тільки в певних межах до яких пристосовані його метаболізм та структура. Пониження температури нижче точки замерзання в клітині веде до фізичного розладу самої структури клітини і її загибелі. В даному випадку працюють насамперед фізичні параметри води. При зниженні температури вода збільшується в об'ємі і тим самим призводить до руйнування клітини. Більше обмеженого максимуму, температура веде до денатурації основних білкових компонентів, а значить до смерті. Живий організм здатний регулювати температуру в певних межах, але різкі перепади температурного режиму можуть призвести до розладу функціонування організму, а інколи навіть до загибелі. Наведене свідчить, що живий організм може існувати тільки в певних температурних межах. У живих організмів є цілий ряд пристосувань, які дають їм змогу втримувати температуру в певних межах. До таких слід віднести: потовиділення, товщина жирового відкладу, густина шерсті – зимою-густіша, літом - рідша, аптерії та птерилії у птахів, діапауза комах, циклічність розвитку рослин, і т.д. Слід відмітити, що коливання температури водного середовища проходить менш помітно, так як водне середовище має більш високу теплоємність. На температурний режим системи в значній і може впливати і рослинний покрив (температура в лісі, полі), таким чином у даному випадку біотичний компонент є важливим фактором утворення мікроклімату. Даний факт був здавна помічений людиною і активно використовується в лісовому господарстві. Змішані насадження хвойних та листяних порід сприяють кращому виживанню останніх.

*Вологість.* Вода необхідна для життя і нерідко виступає лімітуючим фактором в наземних екосистемах. Слід відмітити, що вода є єдиним розчинником на нашій планеті, завдяки воді відбувається транспорт речовин із навколишньої, неживої природи до живих організмів. На планеті Земля вода одночасно перебуває в трьох агрегатних станах - рідкому, твердому і пароподібному. В природі існує безперервний кругообіг води, так званий гідрологічний цикл.

Слід відмітити, що на планеті Земля існує певна рівновага між кількісними параметрами води в повітрі, Світовому океані та на суші. Разом з тим, не вся вода, яка є на нашій планеті, доступна живим організмам. Всі живі організми використовують насамперед прісну воду, хоч значна їх кількість використовує води Світового океану, як середовище існування. Якщо проаналізувати відсоткове співвідношення води, то ми наглядно побачимо, чому питання прісної води є



найактуальнішим на сьогоднішній день. Волога настільки важлива, що в типових екосистемах України влітку після кожного дощу вся природа "оживає". Дощ є механізмом, що забезпечує початок весняного проростання насіння ряду рослин. Таке насіння вміщує інгібітори, що гальмують їхнє проростання в несприятливий час. Весняні дощі вимивають ці інгібітори з насіння і воно починає проростати. Але не всі опади корелюють з біомасою і, зокрема, з врожаєм культурних рослин. Опади у вигляді злив погано утримуються ґрунтом та використовуються рослинами. Незначним буває ефект від опадів на легких піщаних ґрунтах.

Водний режим екосистем визначається не тільки кількістю опадів як таких, але й співвідношенням його до режиму випаровування води.

Оцінюючи цей параметр, треба враховувати температуру, оскільки вона в першу чергу впливає на інтенсивність випаровування. Сумарним показником режиму зволоженості в екосистемі може бути гігрометричний індекс:

$$H = \frac{PT}{(t_h - t_c)}$$

де Р - кількість опадів на рік, Т - середньорічна температура,  $t_h$  - середня температура найтеплішого місяця та  $t_c$  - середня температура найхолоднішого місяця.

Повітря має сильну висушувальну дію, і тому у рослин та тварин спостерігається велика кількість цікавих пристосувань щодо зниження випаровування. Одночасно живим організмам доводиться підтримувати певний оптимальний режим втрати пароподібної вологи, оскільки випаровування – це найефективніший спосіб самоохолодження організму в умовах високої температури повітря. У тварин для такого охолодження за допомогою випаровування служать потові залози (у собаки їх на тілі немає, тому в спекотливий час доводиться висовувати язика), а в рослин вода випаровується через чисельні продихи на листках.

Джерелами поступлення води на поверхню суші є - дощ, сніг, град, роса, що в сукупності формують поверхневі води. Значний відсоток "ґрунтової води", за винятком людини, недоступний живим організмам. Отже, для живих організмів залишається в розпорядженні тільки незначний відсоток прісної води.

В залежності від здатності утримувати вологу або витримувати без води рослини поділяють на:

- *ксерофіти* - які здатні довгий час витримувати без води;
- *мезофіти* - із середньою витривалістю;
- *гідрофіти* - які не можуть витримувати без води і вода для них є і основним лімітуючим фактором.

Пристосування живих організмів до нестачі чи надлишку води надзвичайно різноманітні.

*Пристосування до зменшення втрати води:*

1. *Рослини:* листя перетворені у голки, листя згорнуті в циліндр, товста воскова кутикула, опушені листки, скидання листя при засушливих періодах, збільшена коренева система і глибоко проникаючі корені(кактуси, альпійська флора).

2. *Тварини:* виділення азоту у вигляді сечовини (птахи, комахи, деякі рептилії), дихальні органи прикриті клапанами (комахи), тварини ховаються в норах і активні переважно вночі (пустельні види), тканини витривалі до високих температур (верблюд). Запас води: у вигляді жиру (в даному випадку - вода продукт окислення - верблюд, пустельний пацюк).

*Фізіологічні пристосування до нестачі води:*

- несприятливому періоді видимі ознаки обезводнення не призводять до гібель (мохи, лишайник, деякі папороті);

- зменшення маси тіла при послідовному різкому її збільшенні при наявності води (верблюд може втратити до 30% маси тіла).

Проблеми з водою можуть бути і у організмів, які населяють водні системи. Тут значний вплив на водний режим має насамперед її хімічний склад, фізичні умови, які можуть призводити до зміни гідрорежиму водойми та організму. В даному випадку слід звернути увагу на такий, на перший погляд простий і нешкідливий забруднювач, як тепла вода. Довгий час вважалось, що тепла вода не є забруднювачем. В послідовному з'ясувалось, що, зокрема, для закритих водойм даний вид забруднення має надзвичайно концентрований вплив, так як під впливом теплої води змінюється інверсія води з верхніх шарів у нижні і навпаки, за рахунок чого змінюється кисневий режим водойми. В даному випадку слід враховувати, що найбільша питома вага води при 4°C і збільшення температурних параметрів води веде до перебудови обміну киснем.

*Газовий склад атмосфери та тиск.* Атмосфера є важливою частиною екосфери, з якою вона пов'язана біогеохімічними циклами, які включають газоподібні компоненти. Це, насамперед, кругообіг азоту, кисню, води. Велике значення мають також фізичні властивості атмосфери, повітря створює незначний опір руху і не в змозі бути опорою для наземних тварин. Але разом з тим існують групи тварин, які використовують політ як спосіб пересування, добування їжі (клас птахи, тип комахи, деякі ссавці).

В атмосфері проходить постійна циркуляція повітряних мас, енергією для якої є Сонце. Результатом циркуляції є перерозподіл водяної пари. Захоплюючи її в одному місці та переносючи в друге, проходить захоплення різних елементів і перенесення їх в інше місце. Важливою атмосферою змінною є тиск, який зменшується з висотою. Дія тиску має відносно невелике значення для сухопутних організмів, так як під час підйому на висоту 5000 метрів над рівнем моря тиск складає 50% від норми. Високірірні організми відчувають нестачу кисню, і, як наслідок, у

них підвищений вміст еритроцитів та гемоглобіну у крові. Значення тиску як лімітуючого фактору більше виявляється у глибоководних організмів, де, високий тиск поряд із низькою температурою та недостатністю світла є необхідністю. При цьому у живих організмів, що населяють глибоководні ділянки існує цілий ряд пристосувань, що дозволяють їм витримувати підвищений тиск. Це, насамперед, окостеніння покривів тіла і утворення панцирів. Яскравим прикладом таких пристосувань є риби химери. Пристосування також торкаються фізіології функціонування цих істот.

*Едафнічні (грунтові) фактори.* Едафнічні (від грецького *Едафон* – ґрунт, земля) фактори – це ґрунтові умови, що впливають на життя і поширення живих організмів. Як відомо, живі організми існують не лише в Ґрунті, а й у місцях, де його ще немає: скелі, дюни, терикони, кар'єри. Тому під едафнічним фактором уявляється значно ширше коло умов, ніж ґрунт.

Ґрунт як субстрат існування рослин та об'єкт землеробства цікавив ще античних дослідників. У творах *Аристотеля* і *Теопфраста* ґрунти поділені на чудові, добрі, родючі, прийнятні, виснажені, бідні і безплідні.

Наприкінці XVIII ст. і в першій половині XIX ст. у Західній Європі виникло дві концепції про ґрунт: *агрогеологічна* й *агрокультурхімічна*. Прихильники першого напряму розглядали ґрунт як крихку гірську породу, яка утворюється зі щільних гірських порід під впливом вивітрювання. Рослинам відводилась пасивна роль перехоплювачів елементів живлення, які вивільнилися під час вивітрювання. Агрокультурхімічний напрям пов'язаний з працями *А. Теєра*, *Ю.Лібиха* та ін., які розглядали ґрунт лише як джерело живлення. Теєром була висловлена гіпотеза, що рослини живляться органічними речовинами (так звана гумусова теорія). Лібих розглядав ґрунт не як природне утворення, а лише як масу поза процесом її виникнення і розвитку.

Лише у 1883 р. *В.В. Докучаєв* вперше довів, що *Ґрунт - самостійне природне тіло, і його формування є складним процесом взаємодії п'яти природних факторів ґрунтоутворення: клімату, рельєфу, рослинного і тваринного світу, ґрунтоутворюючих порід і віку*. Він показав, що ґрунт безперервно змінюється в часі і просторі. Вчення про ґрунт *В.В. Докучаєва* одержало завершення в біосферній теорії *В.І. Вернадського*, який припустив, що навіть гранітні скелі мають біологічне походження.

*Отже, становлення ґрунту відбувається завдяки взаємодії організмів, материнської породи, сонячного випромінювання і опадів.*

Едафнічний фактор, на відміну від інших, має своєрідний характер. *По-перше*, він не лише впливає на організми, але одночасно служить середовищем існування для багатьох видів мікробів, рослин і тварин, тобто належить до факторів, які формують середовище. *По-друге*, ґрунт є продуктом динамічної взаємодії між гірською породою, кліматом і органічним світом, а сьогодні також і з людським суспільством. Таким чином, ґрунтові організми разом з абіотичними факторами створюють

своє середовище проживання. І, нарешті, *по-третє*, едафнічний фактор межує з абіотичними і біотичними факторами.

Едафнічний фактор мінливий у просторі. Це явище добре ілюструє географічна зональність ґрунтів, відкрита *В.В.Докучаєвим*. Однак, навіть в умовах однієї зони трапляється мозаїчне розмаїття ґрунтів, тобто так званих едафотопів.

Вчення *В. В. Докучаєва* заклало підвалини сучасної науки про ґрунт – *"ґрунтознавство"*. Згідно Докучаєва, існує п'ять ґрунтоутворюючих факторів:

- клімат;
- геологічна основа (материнська порода);
- топографія (рельєф);
- живі істоти;
- час.

Таким чином, одне з визначень ґрунту звучить наступним чином:

- *Ґрунт* - шар речовини, який знаходиться поверх гірських порід кори Землі.
- *Мінеральна основа* - неорганічний компонент, який утворився з материнської породи в результаті її вивітрювання.
- *Органічна речовина* - утворюється при розкладі мертвих організмів і їх частин (листя, тварини).
- *Повітря* - знаходиться в порах ґрунту і необхідне для існування кореневої системи рослин.
- *Вода* - необхідна всім ґрунтовим організмам як розчинник необхідних речовин, які потребують рослини. Вода також приймає участь у перетворенні материнської породи.

У природному середовищі на кожний організм або групу організмів діють не тільки абіотичні чинники, але і живі істоти, які є невід'ємною частиною середовища проживання і відносяться до категорії біотичних чинників. Їх дія на організми може бути як прямою (харчування тварин, опилення комахами, паразитування одних організмів на інших), так і непрямою (зміна абіотичних чинників середовища). Представники кожного виду здатні існувати у такому біотичному оточенні, де зв'язки з іншими організмами забезпечують їм нормальні умови життя. Основною формою цих зв'язків є трофічні (харчові) взаємовідносини, на базі яких формуються складні ланки і ланцюги харчування. Крім харчових і угрупованих рослин і тварин виникають просторові зв'язки. Все це є базою формування біотичних комплексів, у яких різноманітні види об'єднуються не в будь-якому поєднанні, а тільки при умові пристосування до спільного проживання.

Біотичні чинники, які впливають на рослинні організми як первинні продуценти органічної речовини, класифікують на зоогенні і фітогенні.

**Зоогенні чинники.** Безпосередньою і відчутною формою впливу представників тваринного світу на рослини є споживання рослинної маси для харчування (фітофагія). Практично всі класи тварин мають представників, які відносяться до типових фітофагів. Серед фітофагів виділяються: великі тварини - лосі, олені, косулі, кабани; дрібні звірі - зайці, білки, мишевидні гризуни; різноманітні птахи; багаточисельні представники комах, шкідників тощо.

За характером споживання рослинної маси для харчування фітофаги поділяються на монофагів, олігофагів і поліфагів. *Монофаги* – рослиноїдні тварини, які харчуються лише певними рослинами (коларадський жук, тутовий шовкопряд і ін.). *Олігофаги* споживають для харчування групу близьких видів рослин (горіхотворки галові, пильщики, попелиця та ін.). *Поліфаги* з'їдають рослинну масу багатьох видів (копитні, мишоподібні гризуни, гриби-паразити та ін.).

Велике значення має *механічний вплив тварин на рослини*. Найбільш помітно це виражається у руйнуванні і пошкодженні рослин при поїданні їх відповідних морфологічних частин і тканин копитними, гризунами, а також при витопуванні.

**Фітогенні чинники.** Рослини, які переважно входять у склад рослинних угруповань, відчувають вплив сусідніх рослин і при цьому впливають на них. Форми взаємовідносин досить різноманітні і залежать від способу і ступеня контактів рослинних організмів, різноманітних чинників. Нижче перераховані основні взаємовідносини між видами (згідно класифікації В.М. Сукачова і М.В. Диліса). Взаємодія організмів (рослинних і тваринних) може бути корисною або, навпаки, шкідливою, залежно від того, стимулюється чи обмежується життєдіяльність кожного з них. Власне саморегулюючі процеси, в основі яких лежить взаємодія організмів є, як правило, відповідальними за стан динамічної рівноваги з зовнішнім середовищем. Розглянемо форми біотичних відносин.

**Форми біотичних відносин:**

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

Виділяють внутрішньовидову, міжвидову, пряму і непряму конкуренцію.

- **Хижацтво** - відносини міме 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 (мікориза деяких грибів і коренів дерев).

- **Коменсалізм** - тип біотичних взаємовідносин між двома видами - коменсалами, коли діяльність одного з них постачає харчування або притулок (коменсалу). (Рибка - прилипало пересувається на великій 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.

Проте, деколи два види, які мають однакові кормові потреби, живуть на одній території і не конкурують один з одним. Р. Дажо наводить приклад такого співжиття двох видів англійських бакланів - арістотелівського і карбо, які живуть на одних і тих самих скелях, однак, як виявляється, виловлюють різний корм. Наприклад, баклан карбо пірнає глибоко і виловлює глибоководних камбалових риб і креветок, а баклан арістотелівський полює в поверхневих водах на оселедцевих риб і піскарів (кобликів).

Чому ж тут не спостерігається кормова конкуренція? А тому, що кожний із видів в процесі еволюції пристосувався до своєї екологічної ніші поняття якої буде розглянуто в наступній темі.

**Закони термодинаміки в живій природі:**

1. **Енергія ні з чого не утворюється, а може тільки перейти із одної форми у другу.**
2. **При виконанні роботи енергія не може передатись на 100%, втрата неминуча, яка виділяється у формі тепла.**

В екології дані закони більш відомі як закон вічності матерії: "...ніщо в природі не зникає безслідно". Розуміння цих законів є необхідністю при оцінці харчових рівнів та трофічних зв'язків, які існують в живій природі. В екосистемі органічні речовини утворюються автотрофними організмами,

які в свою чергу служать кормом для гетеротрофів. Кожен компонент трофічного ланцюга називається трофічним рівнем.

Основою для функціонування трофічного ланцюга є енергія Сонця, тобто зовнішнє джерело, енергія якого акумулюється всіма живими організмами.

Перший трофічний рівень представлений автотрофами, або як їх прийнято називати в екології, - *продуценти*. Це переважно нижчі та вищі рослинні організми. Продуцентами є не тільки фотосинтезуючі організми. Незначну долю продуцентів складають хемосинтезуючі організми, які використовують енергію хімічних реакцій для синтезу речовини. Разом з тим, роль хемосинтетиків у функціонуванні системи незначна, тому що головна роль у енергетичній єдності системи належить фотосинтезуючим організмам.

Другий трофічний рівень представлений гетеротрофними організмами – *консументами*. В залежності від кількості енергії, яка акумулюється продуцентами, кількість рівнів консументів може бути різною. Саме консументи творять видову різноманітність системи. Отже, розрізняють консументів першого-, другого-, третього-, N-ного рівнів.

Серед консументів існує група організмів, які виділяються в окремий трофічний ряд, так як їх сукупність творить окремий трофічний ланцюг. До цієї групи відносяться організми деструктори - *редуценти*, послідовний ряд яких творить детритний харчовий ланцюг.

Отже, бачимо, що в екосистемі весь біотичний компонент пов'язаний між собою і навколишнім середовищем, тобто всі живі організми системи пов'язані енергією, що проходить через систему і трансформується і використовується самими живими організмами.

### Антропогенні фактори

Різноманітність форм людської діяльності, які змінюють біотичні й абіотичні елементи природи, багато вчених об'єднують під загальною назвою *антропогенні впливи*, або *антропогенні фактори*.

Український еколог О.О. Лоптев, зокрема, розглядає антропогенні фактори як породжені соціальним обміном речовин і енергії тіла, речовини, процеси і явища, які впливають на природу одночасно з природними факторами. Більшість ботаніків - В.М.Сукачов, Є.М. Лавренко, С.Є. Коровін, П.Д. Ярошенко, Б.М.Міркін, Г. Сукопп (Сукопп, 1969), - вважають, що вплив людини на рослинність - це ті ж зовнішні причини, які можна розцінювати як суму *своєрідних екологічних факторів*.

До антропогенних факторів належать усі види створюваних технікою і безпосередньо людиною впливів, які пригнічують природу: *забруднення* (внесення в середовище нехарактерних для нього нових фізичних, хімічних чи біологічних агентів або перевищення наявного природного рівня цих агентів); *технічні перетворення й руйнування* природних систем ландшафтів (у процесі добування природних ресурсів, будівництва тощо);

*вичерпання природних ресурсів* (корисні копалини, вода, повітря та ін.); *глобальні кліматичні впливи* (зміна клімату в зв'язку з діяльністю людини); *естетичні впливи* (зміна природних форм, несприятливих для візуального та іншого сприймання).

Взагалі *антропогенні фактори* - це впливи людини на екосистему, що зумовлюють у її компонентах (абіотичних і біотичних) суттєві, відгуки (реакції). Вони можуть бути фізичними, хімічними, кліматичними, біотичними, а за характером зв'язків - вітальними і сигнальними, за часом дії - постійними і періодичними, ледве помітними і катастрофічними. Будучи за характером впливу екзогенними, вони діють на ендегенні фактори і завдяки їм „зсередини” - на екосистему або на її компоненти.

Вплив людини на природу може бути як свідомим, так і стихійним, випадковим. Користуючись знанням законів розвитку природи, людина свідомо виводить нові високопродуктивні сорти рослин і породи тварин, творить нові біоценози. Проте нерідко вплив людини на природу має небажаний характер. Це, наприклад, непродумане розселення рослин і тварин у нові райони, хижацьке винищення окремих видів, а також розорювання перелогових земель, внаслідок чого зникають стійкі високоорганізовані біоценози, зменшується видовий склад рослин і тварин.

До випадкових належать впливи, які є наслідком діяльності людини, але не були наперед передбачені або заплановані: випадкове завезення насіння бур'янів і тварин (завезення з Північної Америки колорадського жука в Європу та кролів в Австралію). Сюди слід віднести випас худоби, розорювання земель, рекреаційні деградації тощо.

Особливої шкоди природі завдають урбогенні та техногенні процеси, які часто діють сумісно. Великі міста, як правило, мають промислові зони, транспортні магістралі, щільну забудову і, таким чином, творять великі площі мертвої підстилаючої поверхні, яка акумулює додаткове тепло. Над містами здійснюються *„гарячі острови”* з пилу та сажі, а також газові викиди, які погіршують якість життєвого середовища, роблячи його шкідливим для здоров'я людей.

Антропогенні едафічні і кліматичні фактори витісняють природну рослинність, збіднюють тваринний світ, обмежують діяльність мікроорганізмів-деструкторів. Тому екосистеми великих міст та індустріальних центрів є енергетичне субсидовані, їх діяльність часто повністю залежить від втручання людини (газони, квітники, сади, сквери, захисні смуги, агрокультури).

Основними урбогенними негативними факторами є *теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні* тощо. Часто в містах вони діють одночасно, особливо це стосується транспортних магістралей із високою інтенсивністю руху. Однак не лише у великих

містах діє цей комплекс антропогенних факторів. Якщо звернути увагу на лісові Карпати, то побачимо, що і в цьому віддаленому регіоні транспортні, електро- і нафтогазові магістралі, потужні трактори й автомобілі на трелюванні лісу і лісовивезенні завдають непоправної шкоди лісовим екосистемам. Зникають окремі види рослин і тварин, руйнується ґрунт, порушується екологічна рівновага.

Однак не можна всю антропогенну діяльність вважати негативною: впливи, які оптимізують екосистеми, є позитивними. *Інтродукція, фітомеліорація, біологічні методи боротьби зі шкідниками рослин і тварин* - це позитивна антропогенна діяльність, яка в умовах ноосферного управління повинна переважати. Згідно з висловом відомого російського еколога С.С.Шварца, прогноз розвитку науки на найближчі десятиліття включає в себе суттєві зміни структури біоценозів Землі, створення здатних до самовідновлення і саморегулювання специфічних біогеоценозів. Учений відзначає антропогенні ландшафти, які будуть вирізнятися підвищеною стабільністю і підвищеною здатністю до біологічного очищення. Загальний баланс біосфери має підтримуватися на рівні, що забезпечуватиме оптимальний розвиток людського суспільства.

На Конференції ЮНЕСКО "Середовище і розвиток", яка відбулася в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро, прийнято два фундаментальні документи: «Декларація з Ріо в справах середовища» та "Глобальна програма дій – Агенда 21", в яких викладена ідея екологічного розвитку сучасної цивілізації. Про актуальність цієї ідеї свідчить те, що вона стосується всіх галузей життя: - наукової, - господарської діяльності, - міжнародних стосунків та - побуту. Від уміння розв'язувати екологічні проблеми залежить наше майбутнє.

## II. Середовище існування живих організмів.

Як відмічає Ю.Злобін (1998), при аналізі умов, в яких проходить реальна життєдіяльність рослин і тварин та існує людина, широко застосовуються поняття середовища, навколишнього середовища, природного середовища і т.п. Середовище - це найбільш загальне поняття, цим терміном позначається усе, що оточує даний об'єкт.

Під середовищем (життя) живих організмів мається на увазі вся сукупність конкретних абіотичних та біотичних факторів, в яких живе дана особина, популяція або вид. Іншими словами, термін «середовище життя» означає все оточення, в якому відбувається діяльність людини та розвиток живої та неживої матерії.

Вислів навколишнє середовище має той же зміст, але він менш вдалий, оскільки саме слово «середовище» вже має на увазі оточення об'єкту.

Слід відрізнити середовище життя рослин та тварин від середовища життя людини. Середовище життя людини включає в себе всі території та акваторії, що є місцем перебування і виробничої діяльності людини. По суті, до середовища життя людини входять всі компоненти біосфери, вся сукупність створених людиною технологічних об'єктів, а також всі соціальні феномени людського суспільства. У зв'язку з цим загальне середовище життя слід розділяти на природне та соціальне. Природне середовище включає в себе об'єктивно існуюче природне середовище будь-якого живого організму, включаючи людину.

*Соціальне середовище* - це сукупність оточуючих людину суспільних, матеріальних та духовних умов її існування та діяльності. Це середовище, по суті, включає в себе всю суспільно-економічну систему, в межах якої знаходиться людина.

Природні компоненти середовища життя людини досить різноманітні. Оскільки людина є біосоціальною істотою, то вони відіграють важливу роль у його добробуті. Фізичні компоненти середовища, такі, як географічне положення місцевості, наявність та якість таких природних ресурсів, як вода, повітря - все це є умовою нормальної життєдіяльності. До природного середовища входять і всі живі організми, що оточують людину.

Важливим параметром оцінки якості природного середовища є його стійкість, стабільність усіх режимів та станів природних факторів.

Різкі відхилення природного середовища від звичайного його стану, як правило, зглядаються як стихійне лихо й катастрофа. Вони включають в себе виверження вулканів, повінь, урагани, пожежі і т.п.

Середовище життя є динамічним комплексом. Воно розвивається само собі, а також під впливом всіх живих організмів та людини, зокрема.

Тому одноразово отримана інформація про особливості середовища не створює повної картини щодо умов існування живих істот. Моніторинг

середовища обов'язково повинен включати інформацію про динаміку зміни цього середовища.

Викривлення об'єму поняття «середовище життя», вихолощування з нього екологічного змісту, досить небезпечне. Воно створює ілюзію, що природне середовище змінюється менше, ніж це є насправді, під впливом наслідків господарської діяльності людини.

Екологія, як наука що вивчає взаємовідносини організмів з навколишнім середовищем, чітко визначає поняття середовища, при цьому акцентується, що середовище існування може мати відмінні по хімічним та фізичним властивостям умови.

Водне середовище. Вода, в якій розпочалося життя на Землі, - це важливий екологічний фактор, що визначається її фізичними властивостями, зокрема, прозорістю, щільністю, теплопровідністю і теплоємністю, а також текучістю. Остання зумовлює циркуляцію в озерах і ставках.

Водне середовище однофазне - в ньому різко переважає рідка фаза. Одночасно природна вода, яка утворює гідросферу, являє собою складну полідисперсну систему, що складається з водних розчинів і зависі частинок неорганічних і органічних речовин, а також із живих органічних тіл, котрі втримуються в системі за рахунок різності співвідношень маси, постійного перемішування і переміщення водних мас або активної протидії силі тяжіння з боку живих організмів.

В поняття гідросфери включають і дно водоймища (тверда фаза), і приводний шар повітря (газоподібна фаза). Велике значення мають площини контактів цих фаз: дно-вода, вода-повітря. Це складні біогоризонти, насичені живими організмами. Відомо, що основну масу гідросфери Землі утворюють води Світового океану (95,5% за об'ємом), які містять величезну кількість органічної речовини, в тому числі незначну частку живих організмів - не більше 3 млрд. т., або 0,15%.

Головним джерелом тепла, яке надходить у водні шари, є сонячна енергія. Сонячне проміння, проникаючи крізь водну поверхню, поглинається і розсіюється водою, розчиненими в ній речовинами і зваженими частинками. Поширення радіації у воді підпорядковується загальному закону послаблення радіації.

Сонячне тепло завдяки малій теплопровідності води майже не передається на глибину. Переміщення теплих мас з поверхні на глибину відбувається за рахунок вертикального переміщення (вітрового, 33 конвективного, турбулентного у прісних порівняно мілководних водоймищах), а також за рахунок глибинних течій у морських водах. Прогрівання шарів води, як у внутрішніх водоймах, так і в морях має сезонний характер.

Важливими фізичними властивостями води є її висока щільність, яка послаблює земне тяжіння, що дає змогу гідробіонтам мікроскопічних розмірів перебувати у зваженому стані. Більші за розміром гідробіонти для полегшення плавання знижують свою щільність, включаючи до складу тіла велику кількість води (медузи), жирових крапель (діатомові водорості), повітря (ламінарії і молюск наутітус), а також утворюючи різні відростки.

Водне середовище сформувало планктонні організми з характерною формою тіла, що дає можливість їм легко утримуватись "на плаву" або "ширяться" у водному просторі (медузи, лангусти, молюски). Цьому також сприяє розмір організмів: невеликі тіла зоопланктону мають теж здатність "ширяться" у водній товщі.

До прісних вод належать стоячі та проточні води. Рух води приводить до вирівнювання температури у всій її товщі, а також до збагачення киснем. Текучі води в процесі адаптації формували тіло риб, яке, наприклад у форелі, в поперечному розрізі є округле, тоді як у риб стоячих вод (ставків, озер) воно плоске (короп, карась, окунь). Своєрідним для тварин швидко текучих вод є екологічне пристосування - реотропізм: тварини приймають певне положення відносно течії і намагаються подолати її.

У воді в розчиненому стані присутні гази і мінеральні солі. Велике екологічне значення має кількість розчиненого у воді кисню. У солоній воді розчинність кисню на 20% нижча, ніж у прісній. Перенасиченість киснем можна спостерігати у водах озер і ставків, багатих на рослинність, що містить хлорофіл.

Залежно від кількісного вмісту і розподілу у воді стоячих водойм кисню, а також характеру і чисельності у них організмів, що населяють їх, водойми поділяють на три групи:

- *оліготрофні* (небагаті на корм) - глибоководні озера з низькою температурою в нижніх шарах водяної товщі, багатої на кисень. У цій воді добре розвиваються лососеві, форель (озера - Пісочне на Поліссі, Синевир у Карпатах). Тут повільніше розкладається органічний відпад і вода в них голуба і прозора;

- *еутрофні* (багаті на корм) - неглибокі, придонні води мають більшу температуру, ніж оліготрофні. Тут добре розвиваються різноманітні організми, а також добре перебігають процеси їх відпаду і розпаду. Вода в таких водоймах зелена. Риби тут задовольняються невеликою кількістю кисню;

- *дистрофні* (бідні на корм). В їхніх водах нагромадилась велика кількість гумінових кислот, що робить їх кислими і коричневатими (Янівське озеро біля Львова).

У прісній і особливо морській воді значно більша кількість вуглекислого газу. Наприклад, у морській воді його міститься від 40-50 см<sup>3</sup>/л (у вільній або зв'язаній формі, що в 150 разів перевищує його концентрацію в атмосферному повітрі). Вуглекислий газ відіграє значну роль у забезпеченні процесу фотосинтезу водяних зелених рослин, а також формуванні вапняних утворень (раковин, панцирів) безхребетних.

У природних водах концентрація солей різна. Наприклад, у прісних водах вища карбонатність (близько 80%), у морських більше хлоридів (в Чорному морі їх 80,7%), а в Аральському і Каспійському морях, крім хлоридів (близько 60%), присутні сульфати (30%),

Важливою складовою прісних вод є кальцій, який часто відіграє роль обмежуючого фактора. Розрізняють води "м'які" (кальцію 9 мг/л) і "жорсткі" (понад 25 мг/л).

Ґрунтове середовище. Ґрунт, як ніяке інше середовище, - густо заселений різними тваринами і мікроорганізмами, залишаючись при цьому основним життєвим субстратом для рослин. Ґрунтова фауна, або *едафон*, включає представників багатьох найвищих за рангом таксонів. Вважається, що близько 90% видів комах на тих чи інших стадіях свого онтогенезу пов'язані з ґрунтом. В особливо сприятливих для життя умовах на 1 м<sup>3</sup> шару ґрунту і підстилки налічується до 1,5 мільйона найпростіших, до 20 млн. нематод. Ґрунт став місцем проживання не лише безхребетних. У земляних сховищах багато хребетних навіть виводять нове потомство. Серед них і земноводні, і птахи, і ссавці. На окремих лісових ділянках порожнини нір крота становлять до 15% площі. Кроти, утворюючи в ґрунті численні ходи, спускають ґрунт, покращують його фізичні і водні властивості. В земляних нірках гніздяться берегові ластівки, рибалочки, сиворакші.

Різноманітний і багатий органічний світ ґрунту відіграє важливу роль у його трансформації. Прискорюючи розклад і загальний кругообіг речовин, фунтові редуценти, тобто тварини, які живляться мертвими органічними речовинами, що розкладаються, збагачують ґрунт органічними сполуками, покращують його фізичні властивості: структуру, водопроникність, аерацію, а, отже, умови мінерального і водного живлення, росту і кореневого дихання рослин.

За хімічним складом ґрунт суттєво відрізняється від своєї материнської породи. Він складається з мінеральних, органічних і органо-мінеральних речовин. Головною особливістю хімічного складу ґрунту є присутність у ньому специфічної групи органічних речовин - гумусових. Визначальним для генезису ґрунтів і їх родючості є ґрунтовий розчин, який бере участь у процесах перетворення (руйнування і синтезу) мінеральних і органічних речовин, переміщення вертикальними профілями різноманітних продуктів ґрунтоутворення, а головне - у живленні рослин. Тому дуже важливо знати склад та властивості (реакцію, буферність, осмотичний тиск) і динаміку.

*Повітряне середовище.* Повітря як середовище існування малопридатне для існування в ньому живих організмів, насамперед через свої фізичні властивості. Тільки незначна кількість живих організмів пристосувалась до існування в специфічних умовах повітряного середовища. Переважна більшість організмів використовує повітряне середовище для пересування, а птахи та деякі комахі пристосувались до пересування в повітрі найдосконаліше.

Разом з тим повітряне середовище є необхідною складовою навколишнього середовища і має певні фізико-хімічні параметри.

Чисте і сухе повітря являє собою суміш газів: основні з них - азот (78,08%), кисень (20,95%), аргон (0,93%) та вуглекислий газ (0,03%). Решта газів представлена незначними частками. Повітря майже ніколи не

буває сухим, в ньому завжди присутня водяна пара, частка якої в повітрі сягає 4%, а деколи - лише 0,01% загального об'єму. Крім того, у ньому часто присутні фізичні домішки природного і антропогенного походження: пилок і спори рослин, пил, сажа тощо. Тому повітряне середовище вважається двофазним (повітря + твердий субстрат). У перезволоженому повітрі "народжуються" кислі дощі. Атмосферні гази діють на рослини неоднаково. Наприклад, у глинистих ущільнених ґрунтах нестача кисню веде до руйнування фізіологічного процесу і, навіть, до морфогенезу. Брак азоту у повітрі може призвести до зниження продуктивності азотобактерій, бульбашкових бактерій, для яких він є продуктом споживання. Однак кисень і азот не відіграють такої ролі як вуглекислий газ. Навіть незначні коливання його вмісту є дуже важливими для фотосинтезу. Деяке збалансування вуглекислого газу в повітрі зумовлює підвищення ефективності фотосинтезу, але вже при його вмісті понад 26,5% асиміляційний процес послаблюється або ж зовсім припиняється. До речі, під час інтенсивної вегетації (червень, липень) вміст вуглекислого газу в повітрі лісу менший, ніж восени. Вночі його кількість є більша, ніж у сонячний день. Повітряне середовище створює сприятливі умови для розвитку ґрунту, який визначає можливість відносно замкнутого кругообігу речовин в екосистемах навіть малого масштабу.

Важливу роль у житті рослин відіграє вітер. Вітер - це переміщення мас повітря вздовж поверхні Землі, під час якого вирівнюється концентрація окремих його частин, посилюється газообмін в атмосфері і ґрунті. Вітер посилює випаровування і приносить вологу. Вплив вітру на рослинні організми може бути прямим і опосередкованим. До прямого слід віднести обламання гілок і сучків, викривлення стебел, зривання листя і плодів тощо. Водночас вітер відіграє значну роль у фізіологічній діяльності організмів: прискорює транспірацію, а разом з нею посилює поглинання поживних речовин із ґрунту. Вітер підносить з нижчих приземних шарів до крон дерев вуглекислий газ, посилюючи асиміляційні процеси. У холодних 36 зонах з бідною фауною комах вітер відіграє домінуючу роль у запиленні рослин. Сильні протяжні вітри, особливо в горах та на узбережжях морів і океанів, впливають на форму і положення дерев.

Вітер відіграє також важливу роль в *анемохорії* - поширенні організмів. Спори мохів переносяться вітрами на віддаль понад 2000 км. Деякі бабки можуть за допомогою вітру подолати відстань близько 900 км. Павуки, підвішені на нитках "бабиного літа", трапляються на віддалі 400 км від ближньої суші. Поширене переміщення рослин вітром у вигляді перекотиполя степовими і сніговими просторами. В Альпах цей тип переміщення трапляється в 61 виду мохів. Вітер, якщо його швидкість є незначною, переносить запахи, які вловлюють тварини. Відоме дослідження В.М. Беклемішева про поширення малярійного комара. Виявляється, що вдень він "відсипається" у вологих старицях річок, а

ввечері, коли волога стікається долинами і ярами з віддалених місць, комахи одержують нюхову Інформацію про розташування людей чи худоби, кров'ю яких вони живляться. Цей трофічний канал є одночасно каналом перенесення малярії. Є й інші класифікації середовищ існування організму, але вище перераховані присутні у всіх дослідників. Поділ на типи середовища відбувається насамперед в залежності від фізико-хімічних властивостей складових середовища, які забезпечують існування живого організму. Живий організм обумовлений наявністю речовин, які здатні забезпечувати йому всі необхідні елементи для росту і розмноження. Тобто для існування живого організму необхідний весь спектр *екологічних факторів*.

☒ **Резюме**

- Середовище - все оточення, в якому відбувається життєдіяльність живого організму.

- На живих істот, які мешкають на нашій планеті, постійно діють фактори, які називають екологічними факторами.
- Існують три групи факторів:
  - а) абіотичні;
  - б) біотичні;
  - в) антропогенні.
- Живі організми мають різну екологічну валентність.
- Кожний вид живих організмів займає свою екологічну нішу.

☒ **Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Назвіть основні абіотичні чинники.
2. Що таке кліматичний чинник?
3. Назвіть основні едафічні чинники.
4. Охарактеризуйте вплив на організми гідрологічних чинників.
5. В чому суть поняття фотоперіодизму?
6. Які типи біотичних чинників ви знаєте?
7. Назвіть основні форми біотичних відносин.
8. Наведіть приклади (позитивні і негативні) антропогенного впливу на довкілля.

☒ **Теми рефератів, доповідей.**

1. Поняття про екологічний фактор.
2. Головні фактори клімату.
3. Фактори водного середовища.
4. Особливості едафічного фактору.
5. Біотичні фактори.
6. Антропогенні фактори середовища.

Тема 1.3



## «Популяції»

### ☑План викладу і засвоєння матеріалу:

- I. Організація на популяційному рівні.
- II. Динаміка популяцій. Загальні уявлення та поняття.
- III. Структура популяцій.
- IV. Типи взаємовідносин між популяціями.
- V. Коливання та регуляція чисельності популяцій.
- VI. Ріст чисельності популяції, криві росту та виживання.

### ☑Суттєво:

#### Знати:

- що таке популяції;
- основні популяційні параметри;
- просторову, вікову, статеву та ієрархічну структури популяцій;
- фактори, що спричиняють коливання чисельності популяцій.

#### Вміти:

- дати визначення популяції та назвати критерії виділення популяцій;
- пояснити різницю між біотопом популяції та екологічною нішею;
- визначити чисельність популяції.

#### Ключові поняття та терміни

- демекология
- популяція
- структура популяції
- народжуваність
- смертність
- динаміка популяцій
- чисельність популяцій

### I. Організація на популяційному рівні

При будь-якому біологічному дослідженні виникає необхідність розмежування матеріалу, який ми маємо вивчити на певні одиниці, далі яких розподіл уже не проводиться. В генетиці це ген, в систематиці – вид, при вивченні екосистем біогеоценозу, характеристики якого ми будемо вивчати в наступних темах, це популяція, яка володіє певними характеристиками системи. Популяція є цеглиною, з якої і розпочинається власне екологія організмів будь-якої екосистеми, є першою надорганізмовою біологічною системою.

Термін „популяція” запозичений з демографії В. Іогансеном у 1905 р. на позначення групи особин одного виду, які здатні до вільного схрещування, населяють певний простір протягом життя багатьох поколінь і відокремлені від інших подібних угруповань. Найістотнішими параметрами популяцій є динаміка чисельності особин, структура – вікова, статева, просторова, ієрархічна і густота населення.

Як і більшість понять екології, термін „популяція” неоднозначний. Спеціалісти різного профілю, виділяючи популяції у природі, користуються різними критеріями.

У генетиці популяції розглядають як структурні одиниці, що утворюють таксономічний вид. Обов'язковою умовою виділення окремої популяції в цьому випадку є наявність вільного обміну генами серед усіма особинами даної популяції, що забезпечує спільність генофонду. Такі популяції називають менделівськими. Вони невеликі за розмірами. Річ у тім, що у рослин при вітрозапиленні та при запиленні комахами пилок розноситься, як правило, на невеликі віддалі. У вітрозапильних чагарників та дерев вона не перевищує 100-150 м. В ентомофільних рослин комахи можуть братися в радіусі всього декількох сот метрів. Невеликі шлюбні території й у тварин. У менделівських популяціях особини теоретично повинні бути повністю ідентичні. Але звичайно це не спостерігається. Така ідентичність має місце лише тоді, коли живі організми розмножуються нестатевим шляхом або автогамно. Так формуються популяції кореневищної рослини пирію, гермафродитних тварин типу паразитичного ціп'яка або партеногенетичних скельних ящірок.

У ботаніці критеріями виділення популяції служить її розміщення в межах певного біоценозу. Такі популяції називають ценотичними. Розміри ценопопуляцій можуть бути різними. У невеликих ценозах вони невеликі, а в монотонно-однорідних типу тайгового лісу можуть охоплювати території у сотні та тисячі гектарів і складатися з багатьох мільйонів особин.

В екології та зоології популяції частіше виділяють за ознаками їхнього розподілу на певній території та достатній відмежованості від популяцій того ж виду. У цьому випадку популяцію називають локальною.

Механізми ізоляції окремих популяцій бувають двох типів: територіальні та репродуктивні. У першому випадку межами між популяціями виступають певні бар'єри: гірський хребет, річка і т.п. У другому випадку ізоляцією є неможливість схрещування між особинами різних популяцій. Наприклад, особини конюшини гірської на південному та на північному схилах одного й того ж пагорба можуть належати до різних популяцій, оскільки на північному схилі цвітіння починається тоді, коли цвітіння на південному схилі вже пройшло.

Вивчення популяційної структури виду має надзвичайно важливе теоретичне і практичне значення при здійсненні заходів з раціонального природокористування. Важливо знати загальні біологічні властивості виду, а також як впливає зовнішнє середовище на його формування. Знання екології популяцій особливо необхідні під час цілеспрямованої інтродукції. Досвід попередніх років показує, що навіть „корисні” види, їх інтродукція може призвести до повної перебудови екосистеми та зникнення аборигенних видів. Як класичний приклад можна згадати інтродукцію кролика, який за короткий період став основним конкурентом усім травоядним тваринам на Австралійському континенті. Слід відмітити, що це явище краще прослідкувати на тваринах і набагато складніше на рослинах. Разом з тим рослини інтродуценти є не менш активними чинниками при деструктивних змінах екосистем. Як правило, інтродукований вид є агресивніший по відношенню до аборигенних видів, йому на початкових етапах людина створює більш сприятливі умови.

## II. Динаміка популяцій. Загальні уявлення та поняття

Розглянемо, які фактори впливають на чисельність популяції – загальну кількість особин, які належать до однієї популяції на даній території або в даному об'ємі. Повінь, пожежа, град, раптові морози, посуха, бурелом, надмірне застосування хімпрепаратів, реконструкція ландшафту, вселення нових видів хижаків, паразитів, епідемії – все це може призвести до багаторазового скорочення чисельності популяції; навіть до повної її загибелі. Загибель або різке скорочення чисельності популяції, як правило, викликає ланцюгову реакцію в біоценозі і може спричинити коливання чисельності популяцій інших видів. Аналіз причин загибелі окремих видів свідчить про те, що зникнення одного виду рослин викликає загибель від 3-4 до 20-30 і навіть більше видів тварин.

При зниженні чисельності популяції зменшуються можливості обміну генетичною інформацією, що призводить до зниження життєздатності. Тому пізнання закономірностей динаміки чисельності популяцій має першорядне значення. У кожний конкретний момент будь-яка популяція

складається з певної кількості особин, але ця величина досить динамічна. Часто вона залежить від народжуваності і смертності у популяції.

- Народжуваність – кількість нових особин, які з'явилися за одиницю часу у процесі розмноження.
  - Смертність – кількість особин, які загинули за одиницю часу.
- Відтворення потомства – головне джерело поповнення популяції. У рослин – це кількість насіння, у риб – ікринок, у птахів – яєць і т.п.

Швидкість зростання популяції визначається біотичним потенціалом. Біотичний потенціал – це кількість нащадків, яку здатна дати одна материнська особина. В одних видів біотичний потенціал може перевищувати мільярд, у інших – обмежуватись кількома десятками. Види, що живуть у сприятливих умовах і добре пристосовані до виживання, мають низький біотичний потенціал; і навпаки, висока смертність зумовлює надзвичайну плодовитість. Наприклад, риби, які не турбуються про потомство, відкладають тисячі і навіть мільйони ікринок. Біотичний потенціал деяких видів риб сягають – у місяць – до 3 млрд., а в акул, для яких характерне яйцеживонародження, він обмежений десятками. Більшість шкідливих комах здатні плодити від кількох сот до тисячі особин. Для стабілізації чисельності популяцій достатньо, щоб до розмноження доживало стільки потомків, скільки було батьків. Якщо відсоток виживання вищий за відсоток рівноваги, популяція зростає, якщо нижчий – зменшується. Це необхідно враховувати як при боротьбі із шкідниками, так і при охороні зникаючих видів. Чисельність будь-якої популяції коливається під впливом дії біотичних і абіотичних факторів. Існує поняття мінімальної чисельності популяції, нижче якої популяція перестає існувати. В деяких випадках (рослинні угруповання) доцільно використовувати не показники кількості особин у популяції, а їх біомасу.

При характеристиці популяції часто використовують поняття щільності, тобто кількості особин певного виду на одиницю площі. Особливо активно даний аспект використовується в лісовому господарстві, де показник щільності кормових рослин використовується для визначення параметрів ємності мисливських угідь по відношенню до мисливської фауни.

## III. Структура популяцій

Як вказувалось, структура популяції є однією із ознак популяції. Виявлення структурних елементів популяції, дало змогу більш чітко сформулювати сучасні уявлення про популяцію. Крім того, виділення структурних елементів популяції дає змогу проводити більш ефективний аналіз стану популяції того чи іншого виду. Особливо це стосується видів, які перебувають у стані волі, але експлуатуються людиною.

- Просторова структура – закономірне розміщення особин даної популяції в просторі в певний період часу існування популяції. Аналіз будь-якої популяції показує, що особини розміщуються по-різному.

У рослинних угрупованнях просторова структура популяцій виявляється через характерне розміщення особин даного виду: вони можуть виступати поодинокі, парами, групами або ж скупченнями. Їх розміщення залежить від біологічних особливостей виду, стадії розвитку популяції, умов місцезростання. Відносно ж тварин, то тут важливим фактором є пора року (лялечка зимує в лісовій підстилці, гусениця живе в кроні дерева).

В багатьох випадках трапляється скупчення особин одного виду у біогрупи або парцели. В грабово-буковому лісі таку горизонтальну структуру створюють береза, граб, липа, жостір, а з трав'яних рослин – яглиця, печіночниця, копитень, плющ, осока волосиста. Таке скупчення особин дає їм можливість витримати дію несприятливих умов середовища, а також міжвидову конкуренцію.

Розподіл особин популяції може бути: рівномірним, груповим, випадковим.

- Випадковий розподіл в природі зустрічається дуже рідко тільки в тих випадках, коли середовище однорідне, а організми не намагаються об'єднатися в групи.
- Рівномірний розподіл може зустрічатись там, де між особинами дуже сильна конкуренція або існує антагонізм, який сприяє рівномірному розподілу в просторі.
- Груповий – якщо особини в популяції намагаються утворити групи певного розміру. Деколи така структура нагадує випадковий розподіл. Такий розподіл зустрічається досить часто при утворенні пар, скупчень.

Такі скупчення виникають:

- як наслідок змін умов середовища (передміграційні скупчення, міграційні скупчення);
- як реакція на добові та сезонні зміни погоди;
- у зв'язку з процесом розмноження.

Будь-яке із таких скупчень має велике біологічне значення. У особин, які об'єднуються у певну групу, у порівнянні із самотніми особинами, спостерігається зниження смертності завдяки здатності групи протидіяти (певним чином) несприятливим умовам середовища.

Важливою ознакою територіальної структури популяції є здатність особини займати певну ділянку, яка є індивідуальною ознакою і для кожного виду різна. Підтримання меж ділянки досягається завдяки територіальності. Вважається (Ю. Одум), що територіальність це будь-який метод підтримання меж ділянки, яка необхідна для повноцінного функціонування особини. Існують різні механізми підтримання територіальних меж. У нижчих рослин і тварин це переважно

алелопатія, у вищих тварин – захист території. Яскравим прикладом територіальності є спів птахів, мічення території ссавцями і т.п. Явище територіальності сприяє регуляції чисельності популяції на рівні, який є нижчим від рівня насичення. При збільшенні щільності включаються регулюючі механізми – зниження репродуктивної активності, агресивність, безпліддя тощо. Цікавим фактом є те, що навіть штучне підтримання харчового ресурсу (в лабораторних умовах це можливо) не може компенсувати явище територіальності.

- Вікова структура – закономірне співвідношення різних вікових груп популяції.

При аналізі вікових категорій виявляється, що дане явище має певну закономірність і стосується переважно організмів, яким властиве статеве розмноження. Разом з тим, реально існуючими є і одновікові популяції штучних систем – агроєкосистем, де людина висіваючи певні культури створює одновікові популяції. В природі (при врахуванні віку насіння) такого не існує.

Порушення вікової структури веде до зниження репродуктивних властивостей популяції як наслідок зниження чисельності. Нехтування віковою структурою популяції веде до деструктивних змін системи (вітровали, ерозії, зсуви, міграції і т.п.).

- Статева структура – закономірний розподіл особин даної групи по статі.

Теоретично співвідношення статі 1:1, але в природі рідко зустрічається таке співвідношення. Загалом вік особини популяції можна розділити на три періоди: до-репродуктивний, репродуктивний, пост-репродуктивний. Показники співвідношення статі є індивідуальною характеристикою популяцій різних видів. Помічено, що статева структура знаходиться у взаємозв'язку із віковою структурою. Тобто, якщо ми розмежуємо популяцію по віку, то різні вікові групи будуть представлені різним співвідношенням статі.

Основна функція підтримання чисельності особин лягає на особин репродуктивного періоду. Завдяки цьому забезпечується відносна сталість чисельності популяції. Зростання чисельності популяції може відбуватись при збільшенні кількості особин репродуктивного віку, але в послідовному в такій популяції, в певний період свого існування, буде йти затримка росту чисельності, зростання смертності і тільки по встановленню оптимального співвідношення статі чисельності особин даної популяції буде коливатись в певних межах.

Ієрархічна структура – проявляється у степені домінантності особини та функціональних обов'язках, які виконує дана особина. Взагалі питання ієрархічної структури багатьма дослідниками відкидається. Але, разом з тим, будь-яку популяцію можна розмежувати за ієрархічною ознакою, так як кожна особина в популяції виконує свою, тільки їй властиву функцію.

Ієрархія популяції проявляється у формі організації популяції: поодинокий спосіб життя, сімейний спосіб життя, зграя, стадо, колонія, прайд. Як відмічав К.Лоренц, батько екології (науки про поведінку), ієрархія популяції побудована на принципі домінантності та підпорядкованості. Всі особини популяції підпорядковані цьому принципу, а при вибуванні особини якоїсь ланки іде швидка перебудова ієрархічної структури популяції. Багато організмів мають дуже складну ієрархічну структуру (бджоли, мурашки і т.д.). Знання ієрархічної структури популяції дає людині потужний механізм управління популяцією.

- Знання про структуру популяцій є основою для раціонального природокористування. Контроль за віковими, статевими, ієрархічними показниками популяцій в природі дозволяє експлуатувати природний ресурс без істотних змін чисельності особин. Нажаль, слід відмітити, що в багатьох випадках аналіз структури популяції виду є поверховим і, як наслідок, іде перевикористання і послідує пригнічення популяції та реконструкція системи, складовим елементом якого і є популяція.

#### IV. Типи взаємовідносин між популяціями

Дуже рідко біолог, еколог вивчає тільки динаміку однієї популяції. Практично вивчення однієї популяції веде до вивчення популяцій вищих і нижчих трофічних рівнів. Існує цілий ряд добре вивчених типів відносин між популяціями різних видів (міжвидові взаємовідносини). На певному трофічному рівні це може бути міжвидова конкуренція, тобто конкуренція між особинами різних видів за доступні ресурси їжі і простір. Візьмемо, наприклад, систему водно-болотних територій. Міжвидова конкуренція між птахами тут проходить за трофічні можливості досить непомітно. Кулики, які добувають їжу по береговій лінії, не створюють конкуренції качиним, які добувають їжу іншим способом (цідять воду). Але, разом з тим ми можемо помітити конкуренцію серед самих качиних. Вид, кількість якого буде досить великою, і буде більш пластичним, тобто він здатний використовувати широкий спектр їжі і буде конкурентом менш пластичному виду, який має більш вузький діапазон використання. Для водно-болотних угідь Паннонської (Середньодунайської) низовини цим видом є крижень, чисельність якого найбільша. Популяції інших видів знаходяться ніби в пригніченому стані і, порівняно з популяцією крижня, менш чисельні. Популяції, які знаходять на різних трофічних рівнях, також взаємодіють одна на одну. В даному випадку ми маємо справу з трофічною залежністю популяцій окремих видів. Як було сказано вище, в екосистемі між популяціями можуть виникнути конкурентні відносини за будь-який із широкого спектру ресурсів (їжу, простір, світло, і т.п.). Якщо два види будуть знаходитись на одному трофічному рівні, то між ними

обов'язково буде присутня конкуренція за їжу. В процесі еволюції організми навіть одного рівня адаптуються, а точніше відбувається більш вузька спеціалізація кожного виду, за рахунок чого конкуренція зводиться до мінімуму. Ю.Одум, аналізуючи взаємодії двох популяцій, наводить 9 типів зв'язків:

- нейтралізм – популяції не діють одна на одну;
- конкуренція взаємного подавлення – обидві популяції чинять тиск одна на одну;
- конкуренція за ресурси – популяції негативно впливають одна на одну, борючись за їжу;
- аменсалізм – одна популяція чинить тиск на іншу, при цьому сама не зазнає негативних змін;
- паразитизм, хижацтво – одна популяція негативно діє на іншу шляхом активно або пасивного нападу, при цьому залежить від стану другої;
- коменсалізм – одна популяція, об'єднуючись, бере з цього користь, іншій це всерівно (наприкл., Ріба – лоцман – акула);
- протокооперація – обидві популяції мають користь;
- мутуалізм, симбіоз – зв'язок двох популяцій, необхідний для існування (наприкл., Рак – самітник – актинія, лишайник, мікориза).

Розглянемо деякі з них.

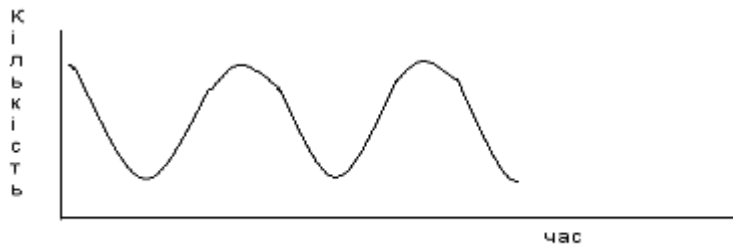
##### **Взаємовідносини „хижак-жертва”.**

Хижацтво – це спосіб добування їжі. Екологічна група хижаки мають цілий ряд морфо-анатомічних пристосувань для нападу, умиротворення та поїдання жертви. Взаємовідносини хижак-жертва найбільш доступна для спостереження і дослідження модель взаємовідносин. Знаходячись на вершині трофічного ланцюга, чисельність хижака знаходиться в певній залежності від чисельності жертви. Якщо прослідкувати криві росту чисельності хижака і його жертви, то помітним є зміщення вершини фаз максимальної чисельності хижака і його жертви.

Таке зміщення максимальних точок легко пояснити: зростання кількості жертви веде до збільшення кількості хижака, так як є основою його харчового раціону. Через деякий час кількість жертви зменшується, що в свою чергу веде загибелі хижака у зв'язку з відсутністю достатньої кількості харчового ресурсу. Важливо відмітити, що роль хижака в даному випадку не треба переоцінювати, але і не відкидати. В окремих випадках чисельність популяції залежить від іншого типу взаємовідносин: „хазяїн-паразит”. Паразитизм специфічний тип взаємовідносин між організмами. Стратегія паразита спрямована на якомога довше використання свого хазяїна, але при надмірному зараженні особини паразитами знижуються імунні властивості організму і особина гине. Отже, паразит сприяє загибелі особини, але не є причиною смерті.

#### V. Коливання та регуляція чисельності популяції

Розміри популяції можуть зростати в результаті імміграції (додаються особини ззовні) або за рахунок розмноження особин. На коливання чисельності суттєвий вплив мають кліматичні умови, які ми з вами розглядали в попередньому розділі (факторіальна екологія – температура, вологість і т.д.). Нерідко лімітуючим фактором, як ми розуміємо, виступають вороги, їжа і т.п. Коливання чисельності проходить циклічно і їх можна назвати циклами. Але дослідження таких циклів вимагає довгого періоду часу і залежить від того коливання, популяції якого виду ми намагаємось встановити. Якщо врахувати період настання статевої зрілості, вагітність то ми побачимо, що у кожного виду вона різна. У маленької тваринки, такої як бурозубка, ці періоди будуть набагато коротшими від таких, як у копитних, слонів. Тобто, щоб прослідкувати цей процес, екологу необхідно володіти інформацією за той відрізок часу, за який проходить багаточисельна зміна генерацій (поколінь) і знати умови існування даної популяції. Набагато простіше цю інформацію можна здобути в лабораторних умовах, де в процесі постановки експерименту дослідник інколи штучно, а деколи і підсвідомо створює сприятливі умови існування (пацюк, дрозofiла і т.д.). Коливання чисельності графічно можна зобразити у вигляді синусоїди (мал.1), для побудови якої необхідно проводити дослідження протягом довгого періоду часу. Дана синусоїда буде складатись із фрагментів, що можуть відхилятись від ідеальної кривої. Важливим моментом є той факт, що коливний процес буде відбуватись навколо уявної лінії, яка і буде ідеальним графічним вираженням чисельності популяції. Також слід відмітити, що коливання чисельності особин популяції можливе в певних межах, тобто, існує поняття мінімальної чисельності популяції. Якщо чисельність особин сягає показників нижчих від мінімальної чисельності, то вона зникає.



Мал.1. Циклічне коливання чисельності популяції.

Розміри популяції можуть бути непостійними в результаті зміни плодючості, смертності, а нерідко і того і другого. При вивченні розмірів популяцій і їх змін завжди намагаються встановити ключовий фактор –

фактор, який відповідає за найбільшу частину змін, які відбуваються при зміні поколінь. Як правило, цей ключовий фактор впливає на смертність.

- Слід розуміти, що коливання розмірів популяції проходить не хаотично. Насправді є ряд факторів, які втримують стан популяції в певних межах. Цими факторами є ті фактори, які знижують чисельність і сприяють смертності і найкраще діють при збільшенні щільності. Такими факторами можуть бути недостатня кількість їжі, збільшення кількості ворогів тощо.

## VI. Ріст чисельності популяції, криві росту та виживання

Якщо народжуваність у популяції буде перевищувати смертність, то дана популяція буде зростати. Яскравим прикладом такого явища є ріст народонаселення Землі. Було підраховано, що тільки за період ХХ ст. відбувся зріст народонаселення більш ніж удвічі. Тобто, внаслідок якісного стрибка людства, науково-технічного прогресу людство створило певні умови, які і призвели до такого різкого зросту.

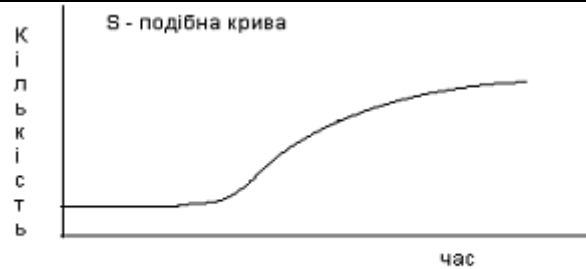
Загальний хід зміни чисельності особин в популяції визначається рівнянням:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E,$$

де **N** – чисельність особин в популяції, **B** – народжуваність, **D** – смертність, **I** – імміграція, **E** – еміграція, **t** – час. Розміри популяції можуть зростати або за рахунок великої народжуваності, або за рахунок високої імміграції, або за рахунок поєднання обох цих факторів. Знижує розмір популяції смертність та еміграція особин за її межі.

Щоб ясно собі уявити закономірності росту популяції, доцільно розглянути модель росту популяції дріжджів, які потрапили на свіжу культурну речовину (мал.2).

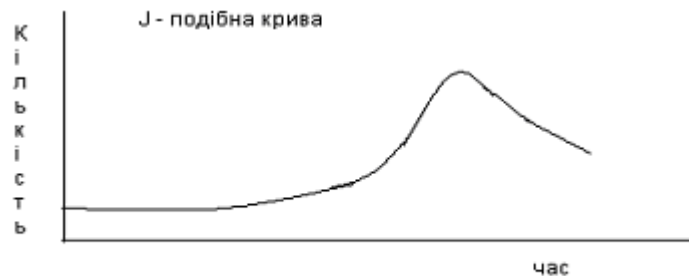
В такому новому та сприятливому середовищі умови для росту популяції оптимальні і буде спостерігатись експоненціальний ріст популяції. Після попадання у свіже поживне середовище ріст буде йти поступово, досягаючи максимальної чисельності. Затримка росту популяції на початкових етапах пов'язана із адаптацією до нових умов середовища. Намальована нами крива – це експоненціальна або логарифмічна крива. В наступних етапах життєдіяльності популяції настає період, коли експоненціальний розвиток неможливий. Таке може відбуватись з різних причин зменшення ресурсів живлення, накопичення продуктів метаболізму тощо. Як наслідок – процес росту популяції поступово уповільнюється і крива росту набуває **S**-подібну форму.



Мал.2. Модель росту чисельності популяції дріжджів.

Існує і інший тип росту чисельності популяції, коли експоненціальний ріст продовжується до раптового зменшення кількості організмів (мал.3).

Дане явище може відбуватись за рахунок різкого зменшення ресурсу, території тощо. Такий тип кривої росту дістав назву J-подібної кривої. Слід відмітити, що в обох випадках експоненціальний ріст відмічається на початкових етапах росту.



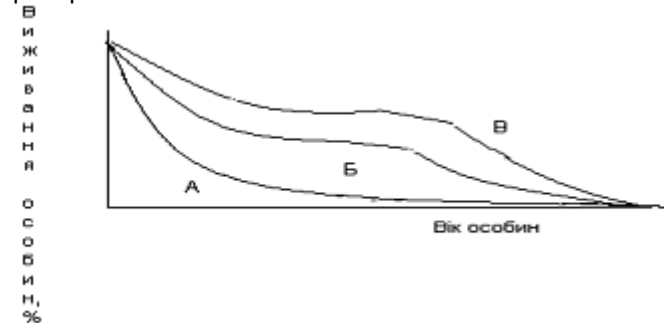
Мал.3. Модель росту чисельності популяції.

Отже, ми розглянули дві моделі росту популяції. Разом з тим, слід відмітити, що побудова таких кривих можлива тільки за умови більш менш стабільного існування екосистеми. Тобто, там, де чинники системи не діють як лімітуючі на ріст популяції. Змальовані нами моделі в чистому вигляді, як правило, в природі не існують. Якщо з деякими схожостями ми можемо зустрітись в природі при розселенні і освоєнні видом нових територій, що наглядно можна проілюструвати розселенням горлиці кільчастої в Центральній Європі, то на територіях, де види інтродуценти вже ввійшли до складу екосистем, такого спостерігатись не буде. Разом з тим, дані моделі дають нам змогу розуміти закономірності росту чисельності популяцій, прогнозувати поведінку виду в нових умовах, управляти і корегувати чисельність „корисних” і „шкідливих” видів.

Одним із основних факторів, які впливають на розміри популяції, є процент особин, які гинуть до досягнення ними статевої зрілості. Для того щоб чисельність популяції залишалась сталою, в середньому тільки два потомки кожної пари повинні доживати до репродуктивного віку. Щоб отримати криву виживання, нам необхідно почати з певної популяції новонароджених особин і потім відмічати кількість особин, що вижили в залежності від часу.

Будуючи криві виживання для окремих видів, ми можемо визначати смертність для особин різного віку і, таким чином, вияснити, в якому віці даний вид найбільш вразливий. Якщо ми встановимо причини смерті, можемо зрозуміти як регулюється величина популяції.

Криву виживання можна отримати, якщо розпочати з певної популяції новонароджених особин і на майбутнє відмічати число або відсоток особин, які залишаються жити в залежності від часу. Більшість тварин та рослин старіють, яке в першу чергу проявляється у зменшенні кількості особин після досягнення репродуктивного періоду (мал.4). Причинами цього явища є велика кількість факторів, але, як правило, в пост-репродуктивний період організм поступово втрачає свою захисну здатність. Крива **А** – характерна для видів, де смертність є більш менш сталою одиницею у всі періоди розвитку. Для більшості безхребетних є типовою така крива. Щось подібне було отримано для „популяції” чашок в кафетерії.



Мал.4. Типи кривих виживання.

Крива **Б** – характерна для популяцій організмів з високими показниками смертності в ранній до-репродуктивний період. Така крива характерна для муфлонів, гірських кіз. Крива **В** – близька до ідеальної кривої, так як бачимо, що смертність довгий період часу уступає віку, а старіння є головним фактором смертності. Прикладом може бути популяція людей на нашій планеті. Велика кількість людей помирає внаслідок старіння, але середній вік не перевищує 75 років. Невелике

відхилення на початкових фазах пов'язано із дитячою (до-репродуктивною) смертністю.

- Завершуючи розгляд питань динаміки чисельності популяції, слід відмітити, що процес коливання чисельності неперервний і може змінюватись в часі, як наслідок адаптаційних змін. Зникнення цього явища можливе тільки у зв'язку із зникненням виду. Питання динаміки популяцій є основою для розуміння більш широких питань, таких як динаміка угруповання, екосистеми, біосфери в цілому.

**☑Резюме**

- Популяція є цеглиною, з якої і починається власне екологія організмів будь-якої екосистеми, є першою надорганізмовою біологічною системою.
- Виділення структурних елементів популяції дає змогу проводити більш ефективний аналіз стану популяції того чи іншого виду.
- Розрізняють три основних типи розподілу особин у популяції: рівномірне, випадкове, групове нерівномірне.
- Динаміку чисельності популяції і механізми її визначення важливо знати для того, щоб керувати розвитком популяції, особливо корисних або шкідливих для людей.
- Розуміння законів життя популяцій досить важливе для екології. Популяції – це саморегульовальні біосистеми з певними межами саморегуляції та стійкості. Всі живі організми в природі існують лише у формі популяцій. Популяційна екологія має широке прикладне значення.

**☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Які типи розподілу особин у популяції Ви знаєте (наведіть приклади)?
2. Що таке парцели, чим вони характеризуються?
3. Що таке етологія?
4. Якими критеріями визначається екологічна ємність середовища?
5. Від чого залежить вертикальна структура популяції?
6. Які типи розміщення популяцій у середовищі Ви знаєте?

**☑Теми рефератів і доповідей**

1. Причини стабільної чисельності популяції рослин та тварин у природних екосистемах.
2. Методи біологічної боротьби зі шкідниками сільського господарства.
3. Популяція як об'єкт використання, моніторингу та управління.
4. Типи взаємовідносин між популяціями.

## Тема 1.4

## «Угрупування та екосистеми»

**☑План викладу і засвоєння матеріалу:**

- I. Біосфера та її межі.
- II. Екосистеми Біогеоценозу як елементарна біосфери.
- III. Групи організмів в біосфері.
- IV. Ланцюг живлення. Правило екологічної піраміди.

**☑Суттєво:**

Знати:

- поняття „біогеоценозу”
- „екосистеми”
- піраміда мас, чисел та енергії
- групи організмів в біосфері
- межі біосфери
- поняття ланцюгів живлення

Вміти:

- дати наукове визначення термінам екосистеми та біогеоценоз
- навести приклади трофічних ланцюгів живлення, що є у відомих Вам екосистемах
- побудувати екологічну піраміду.

**Ключові поняття та терміни**

- екосистеми
- біогеоценоз
- продуценти
- консументи
- редуценти
- екологічна піраміда
- біосфера
- ланцюг живлення

I. Біосфера та її межі

Простір нашої планети, в якому існує і „працює” жива речовина, називають біосферою. Перші уявлення про біосферу як „зону життя” дав Ж.Б. Ламарк, а термін „біосфера” ввів Є.Зюсс. Проте вчення про біосферу створив перший президент Академік наук України В.І.Вернадський.

Біосфера охоплює три геологічні сфери: частину атмосфери й літосфери та всю гідросферу.

Верхня межа біосфери в атмосфері, на думку одних вчених проходить на висоті вершин Гімалаїв ( 10 км. над рівнем моря),на думку інших - досягає нижніх шарів стратосфери (30км) де трапляються в досить великій кількості спори, клітини бактерій, водоростей.

Іноді верхньою межею вважають озоновий шар (25 – 30 км.), вище якого гине під дією космічних випромінювань все живе.

Межа біосфери в літосфері чітко не окреслена. Починаючи з глибини 0,5 – 2 м. Від земної поверхні кількість живої речовини зменшується в логарифмічній послідовності. На глибині 10 метрів породи як правило стерильні. Але в точці стерильної породи трапляються острівці життя. Найбільші глибини, де знайдено живу речовину, 2 – 3 км. у нафтових родовищах знайдено „нафтову” мікрофлору. Хоча нафта залягає і на глибинах 5 -7 км. Припускають. Що і тим можна знайти „нафтові бактерії”. Деякі дослідники межею біосфери вважають глибини , нас яких температура починає перевищувати 100<sup>0</sup> С; близько 10 км на рівнинах і 7 – 8 км у горах.

Мета біосфери в гідросфері окресленні чітко: біосфера охоплює всю гідросферу, в тому числі найбільші океанічні западини до 11 км, де існує велика кількість глибоководних видів.

II. Екосистеми Біогеоценозу як елементарна біосфери

Термін „екосистема” запропонував А.Тенслі в 1935р.

*Екосистема* – це функціональна система, яка вбирає в себе угруповання живих організмів разом із середовищем в якому вони мешкають.

Елементи цієї системи пов'язані між собою обмінами речовин та енергії.

Екосистемою є й біосфера в цілому, й ліс, і калюжа, й окреме дерево. В екосистемі відбувається міграція й трансформація речовин.

Залежно від характеру циркуляції речовини екосистеми поділяються на *Закриті* – в ній речовина циркулює від продуктів до редуцентів по колу і в межах цієї екосистеми . (Наприклад, у ставку біогенні елементи



багаторазово проходять по тому самому колу: водорості – зоопланктон – риба – бактерії – мінеральні біогенні речовини – знову водорості;

*Відкриті* – речовина по колу не обирається. (Наприклад, в екосистемі окремого дерева гусінь з'їдає листя продукту; саму ж гусінь ловлять птахи й відносять у свої гнізда на інші дерева.)

Розрізняють екосистеми, здатні або нездатні до саморегуляції.

Елементарними екосистемами, з них складається біосфера, є біогеоценози – замкнені екосистеми, здатні до саморегуляції.

*Біогеоценоз* – однорідна ділянка земної поверхні з певним складом організмів, що населяють її і комплексом абіотичних компонентів (ґрунтом, повітрям, сонячною енергією тощо), які пов'язуються обміном речовин й енергії в єдину природну екосистему.

*Фітоценоз* – це сукупність рослин, водоростей. Автотрофних бактерій.

*Зооценоз* – сукупність тварин.

*Мікробоценоз* – бактерії і гриби – сапрофіти.

Розміри біогеоценозів різні.

Кожен біогеоценоз характеризується біомасою і продуктивністю, має певну структуру, сукупність ланцюгів живлення.

*Біомаса* – кількість живої речовини на одиниці площі в момент спостереження.

*Продуктивність* – здатність живої речовини створювати, трансформувати й нагромаджувати органічну речовину (біомасу).

### III. Групи організмів в біосфері.

*Продуценти (автотрофи)* – це організми, що створюють органічну речовину за рахунок утилізації сонячної енергії, води, вуглеводного газу, мінеральних солей (маса  $2,4 \cdot 10^{12}$  т.).

*Консументи (гетеротрофи)* – це організми, що отримують енергію за рахунок харчування автотрофами чи іншими консументами. (рослиноїдні тварини, хижаки, паразити, хижі рослини, гриби (маса  $2,3 \cdot 10^{10}$  т.).

*Редуценти* – мікроорганізми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук – води, вуглекислого газу, мінеральних солей (маса  $1,8 \cdot 10^8$  т.).

### IV. Ланцюг живлення. Правило екологічної піраміди.

#### Трофічні ланцюги (мережі). Екологічна піраміда.

В природі постійно відбувається коло обіг речовин, необхідних для життя. Автотрофи під час фотосинтезу створюють органічну речовину, ними живляться гетеротрофи, а редуценти знову їх мінералізують. Тому в

екосистемах склалися ланцюги живлення (трофічні; від грецького „трофо” – живлення).

*Ланцюги живлення (трофічний ланцюг)* – послідовність груп організмів, кожна з яких (ланка ланцюга) є поживою для наступної тобто поєднана зв'язними їжа – споживач.

А основі ланцюгів живлення складається екологічна піраміда.

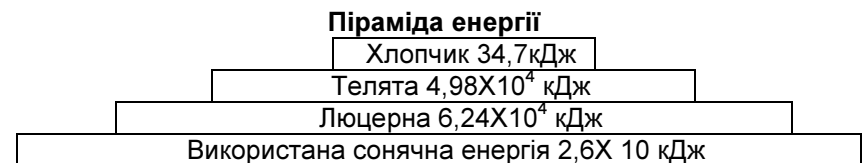
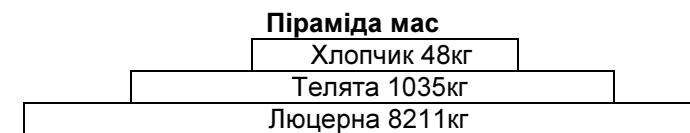
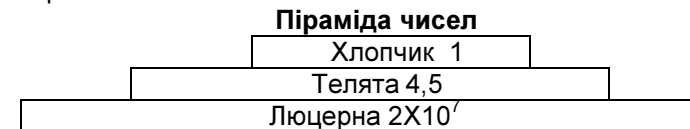
Продуценти  $\Rightarrow$  консументи I пор  $\Rightarrow$  консументи II пор  $\Rightarrow$  консументи III пор  
(рослини) (комахи) (синиця) (яструб)

Ланцюг живлення, як правило складається з 2 – 5 ланок і включає представників продуцентів, консументів і редуцентів.

Кількісні оцінки трофічних рівнів екосистеми вказують на існування певної закономірності у відповідності нижчого трофічного рівня відносно іншого. Ч. Елтон встановив, що кількість особин, що утворюють послідовний ланцюг, невпинно зменшується. В подальшому дане твердження Елтона неодноразово перевірялось і підтверджувалось. На сьогодні даний висновок більше відомий як "піраміда Елтона", так як схематичне зображення даної закономірності має вигляд піраміди.

Подальший аналіз енергетичних зв'язків в екосистемі показав, що встановлена "пірамідальна" закономірність має своє відображення і при оцінці параметрів біомаси та енергії.

Отже, існує три типи пірамід: піраміда чисел, піраміда біомаси та піраміда енергії.



Концепція потоку енергії дає можливість не тільки порівнювати екосистеми між собою, але й пропонує спосіб оцінки відносної ролі популяцій в них.

Піраміда енергії дала найповніше уявлення про функціональну організацію угруповань, оскільки кількість і маса організмів, які може підтримувати певний рівень за тих чи інших умов, залежать не від наявної зданих момент, на попередньому рівні фіксованої енергії, а від швидкості продукування поживи. На протилежність пірамідам чисел і біомаси, що відображають статику системи, тобто, кількість біомаси в даний момент, піраміда енергії подає картину швидкостей проходження поживи через ланцюг живлення.

Ю.Одум(1986) на підставі аналізу пірамід усіх трьох типів, сформулював екологічне правило: дані піраміди чисел приводять до перебільшення ролі малих організмів, а дані піраміди мас - великих. У малих організмів більш інтенсивний метаболізм, а тому лише потік енергії є найбільш придатним показником для порівняння будь-якого компонента з іншим і всіх компонентів між собою.

Трофічні рівні консументів досліджені мало. Ефективність ланцюга живлення незначно змінюється при переході від одного рівня до іншого, значення його близьке 10%. На кожному ступені піраміди втрачається велика кількість енергії. Рослини вловлюють дуже невелику частину радіації, і дуже мала часточка нової тканини, виробленої на певному ступені, є джерелом живлення наступного рівня організмів. Внаслідок колосальної втрати енергії на кожному рівні, піраміда чисел рідко складається більш як з п'яти трофічних рівнів. Найефективніший кінцевий ступінь піраміди - найбільші тварини. Вартість цієї ефективності - дуже, значна втрата енергії.

Загальне визначення правила екологічної піраміди: кількість рослинної маси приблизно в 10 більша за масу рослинних тварин, а маса тваринних у стільки ж разів більша за масу хижаків

#### ☑Резюме

- Екосистемою називають сукупність організмів, які спільно проживають, та умови їх існування, що знаходяться в закономірному зв'язку одне з одним.
- Біогеоценоз - це синонім екосистеми, але має чітко визначені межі.
- В екосистемах зв'язком "їжа - споживач" охоплюються всі живі організми. Це приводить до виникнення харчових, або трофічних ланцюгів.
- В екології співвідношення чисельності організмів, їх біомас або зв'язаної в біомаси енергії зазвичай зображують у формі екологічних пірамід.
- Стійкість організмів, популяцій або екосистем проявляється у самому факті їхнього існування протягом тривалого часу.

#### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Перерахуйте ознаки, за якими розрізняються різні екосистеми.
2. У чому полягає різниця понять "екосистема" та "біогеоценоз"?
3. Що собою являє екологічна піраміда?

#### ☑Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Екосистема та її функції.
2. Показники, що характеризують біогеоценоз.
3. Структура біогеоценозу.
4. Принципи стійкості екосистем.

## Тема 1.5

### «Угрупування та екосистеми»

#### ☑План викладу і засвоєння матеріалу:

- I. Колообіг речовин у біосфері.
- II. Основні екологічні закони(За Коммонером).
- III. Ноосфера.
- IV. „Біосфера-2”

#### ☑Суттєво:

##### Знати:

- екологічні закони
- біохімічні цикли важливих елементів у біосфері
- визначення понять біосфера, ноосфера

##### Вміти:

- проілюструвати коло обіг азоту, кисню, водню, вуглецю
- пояснити експеримент „Біосфери - 2”
- охарактеризувати екологічні закони, навести приклади.

## I. Колообіг речовин у біосфері.

Існування життя на землі залежить не лише від потоку енергії, а від кругообігу речовин у біосфері.

Коло обіг речовин – це повторюваний процес взаємопов'язаного перетворення, переміщення речовин у природі, який має циклічний характер і відбувається за обов'язкової участі живих організмів.

### **Колообіг кисню й водню.**

Кисень, водень входять до складу всіх органічних сполук. Вони починаються продуцентами в складі води й вуглекислого газу в процесі фотосинтезу, всіма іншими організмами – з органічною речовиною, створеною продуцентами, під час дихання й уживання питної води. Як кінцеві продукти біологічного кругообігу, водень і частина кисню повертаються в неживе середовище також у вигляді води, окрім того, виділяються в молекулярній формі в атмосферу рослинами – продуцентами як один із кінцевих продуктів фотосинтезу.

### **Колообіг вуглецю.**

Вуглець – це основа органічних речовин (жирів, вуглеводів тощо). До первинних джерел вуглецю в біосфері належать атмосферний вуглекислий газ, розчинений у воді Світового океану.

Неорганічний вуглець доступний лише для продуцентів. Унаслідок в процесі фото – й хемосинтезу вуглець зв'язується в молекули сахаридів, які потім використовуються для створення інших органічних сполук. У такому вигляді вуглець стає доступним для консументів і редуцентів. У результаті процесів дихання й бродіння органічні речовини в кімнатах окислюються з виділенням енергії й вуглекислого газу, який знову потрапляє в атмосферу або розчиняється у воді, а також утворює іони карбонату. Органічна речовина загинув особин також розпадається з утворенням вуглекислого газу. Цей процес здійснюється редуцентами. Якщо з якихось причин відмерлі рештки не були використані редуцентами вони нагромаджуються в літосфері і трансформуються вуглецевмісні копалини – газ, торф, вугілля, нафта.

### **Колообіг азоту**

Атмосферний азот, що перебуває в молекулярній формі, доступний тільки для нечисленної групи азотфіксуючих бактерій і синьозелених водоростей. Азотфіксатори, засвоюючи молекулярний азот залучають його до органічної речовини свого тіла, тобто разом переводять в органічну форму. Після відмирання органічний азот трансформується в мінеральну форму (амоній, нітрати або нітрити) амоніфікуючими й нітрофікуючими бактеріями. Мінеральний азот доступний лише для рослин, які засвоюють його й переводять його в органічну форму(білки, нуклеїнові кислоти), й у такому вигляді азот стає доступним для

консументів – тварин і грибів. Після їх відмирання азот знову використовується бактеріями амоніфікаторами й нітрифікаторами. Мінеральний азот використовують використовують бактерії денітрифікатори, які врешті-решт, переводять його в молекулярну форму й повертають в атмосферу.

## II. Основні екологічні закони(За Коммонером).

Екологія – молода наука, що не сформулювала своїх законів за математичною чи фізичною точністю.

Поки що вважають, що екологічні закони середньо статичні прояви певних причинно зумовлених явищ

Еколог Чіраз вважає, що природа розвивається й функціонує за чотирма основними принципами:

- 1)регулярності, або повторного багаторазового використання найважливіших речовин;
- 2)постійного відновлення ресурсів;
- 3)консервативного споживання, коли живі істоти споживають те й у такій кількості, як їм необхідно;
- 4)популяційного контролю – природа не допускає вибухоподібного росту популяції, регулюючи кількість особин того чи іншого виду створенням відомих умов для його існування та розмноження.

Більшість цих та інших екологічних принципів і законів узагальнив еколог Б.Коммонер в 1974 р., звівши їх до чотирьох законів .

### **Закон перший: усе пов'язане з усім.**

Екологія розглядає біосферу нашої планети, як складну систему з багатьма взаємопов'язаними елементами. Ці зв'язки реалізуються за принципами зворотнього негативного зв'язку(хижка –жертва), прямих зв'язків, а також завдяки різноманітним взаємодіям, що взаємо виключають одна одну. За рахунок цих зв'язків гармоніюється гармонійність системи кругообігу речовин та енергії. Будь-яке втручання в роботу збалансованого організму біосфери виникає відповідь одразу за багатьма напрямками, що роблять прогнозування в екології надзвичайно складною справою.

### **Закон другий: усе має кудись діватися.**

На прикладі біологічного кровообігу видно, як рештки й продукти життєдіяльності одних організмів є джерелом існування для інших.

Людина поки ще не створила такого кругообігу в своїй господарській діяльності. Будь-яке виробництво постійно випускає необхідну продукцію й відходи. Відходи самі собою не зникають вони нагромаджуються й втягуються в кругообіг речовин і призводять до не передбачуваних наслідків.

### **Закон третій: природа знає краще.**

Третій закон стверджує, що штучне введення органічних речовин, які не існують в природі, а створенні людиною, але беруть участь у живій системі, швидше завдасть шкоди. В природі для будь-якої органічної субстанції, виробленої живими істотами є фермент здатний цю субстанцію розкласти. Тому, коли людина синтезує нову органічну сполуку, яка за структурою значно відрізняється від природних речовин цілком ймовірно, що для неї немає розкладального ферменту й ця речовина "накопичуватиметься".

### **Закон четвертий: ніщо не дається задарма.**

Четвертий закон стверджує, що природні ресурси не нескінченні. Людина в процесі своєї діяльності бере у природи „борг” частину її продукції, залишаючи під заставу ті відходи й ті забруднення. Яким не може чи не хоче запобігти. Цей борг зростатиме доти, доки існування людства не опиниться під загрозою й люди сповна не усвідомлять необхідність усунення негативних наслідків своєї діяльності. Це усунення потребуватиме великих затрат, які й стануть платою цього боргу.

## III. Ноосфера.

Людина в біосфері Землі в ролі нової сили ,нового фактора.

Упродовж тривалої еволюції біосфери в ній складається стійка рівновага, яка відзначається споживально-відтворювальною функцією, тобто спожиті ресурси постійно і своєчасно відтворюються з появою людини ця гармонійна рівновага порушується. Чисельність населення зростає повільно і природа була здатна до само відтворення й у великій кількості були ресурси(невичерпні) живої речовини.

Зі зростанням чисельності населення все відчутніше порушується рівновага в біосфері. Збільшується чисельність населення, а зменшується кількість для задоволення споживчих потреб.

У конкурентній боротьбі за подолання голоду виникали війни й хвороби, що гальмували ріст чисельності населення. Небувалими темпами зростає науково-технічний прогрес. І людство починає розуміти, що вирішення своїх потреб слід використовувати досягнення науково-технічного прогресу.

Техногенна діяльність впливає на біосферу Землі, яка, за визначенням В.І.Вернадського перетворюється на ноосферу, тобто сферу розумового життя. За сучасними уявленнями *ноосфера* - це сфера гармонійної взаємодії людини й суспільства, у межах, якої розумна діяльність стає головним, вирішальним фактором розвитку біосферних процесів.

У межах ноосфери нині виділяють *антропосферу* - сукупність людей як організмів, *техносферу* - сукупність штучних об'єктів антропогенної діяльності та природних об'єктів, змінених цією діяльністю; *соціосферу* - сфера суспільної виробничої діяльності, охопленою людською працею.

Перехід до ноосфери слід вважати ідеальним варіантом майбутнього. Визначальним чинником має бути високий інтелект людини.

Основою ноосферного процесу є перехід людства до самозабезпечення енергетичними ресурсами й сировиною на базі цілісності суспільного виробництва і біотехнології. Всі речовини потрібно багаторазово використовувати і лише незворотні витрати слід поповнювати за рахунок первинних природних ресурсів.

Нині коли споживацький підхід до природи консерватизм мислення і існуючі технології виробництва поки, що далекі від ноосферних принципів господарювання.

#### IV. „Біосфера-2”

У 1991 році група американських дослідників проводила експеримент „Біосфера -2 „. В пустельному районі штату Аризона споруджено комплекс ізольованого від зовнішніх середовищ приміщень із скляним дахом і стінами(ззовні надходила лише сонячна енергія), в яких створено 5 з'єднаних одна з одною екосистем: вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото, море(басейн загальної глибини 8м із живими кораловими рифами.)

У „Біосферу – 2” було перенесено 3800 представників флори і фауни, причому вони могли приносити користь людям ( споживатись як їжа, очищувати повітря, давати ліки та ін.)

У „біосферу – 2” було внесено й техносферу (житлові й робочі приміщення, на 8 чоловік, бібліотека, спортзал, город, техніка.)

Комп'ютер мав датчик і повинен був вести моніторинг життєво важливих параметрів комплексу.

Метою експерименту, розрахованого на два роки було створення замкненої екосистеми, своєрідної міні – біосфери, яка б функцію вала на основі самозабезпечення й була незалежною від „Біосфери – 1”.

Проект був покликаний здійснити мрію В.І.Вернадського.

Експеримент завершився невдало менш як за півроку: вміст вуглекислого газу в повітрі і склад мікроорганізмів в ґрунті вийшли з – під контроль, що стало небезпечним для існування людей.

Цей експеримент довів , що ніякі комп'ютери не спроможні перебрати на себе керівництво системою, складність якої набагато вища за їхню власну.

#### ☑Резюме

- Існування життя на Землі залежить лише від потоку енергії, а й від кругообігу речовин у біосфері.
- Сучасний стан біосфери В.І. Вернадський назвав ноосферою, тобто якісно новим етапом біосфери, перебудованої розумом людини та її працею.
- Екологічні закони – це середньо статичні прояви певних причинно – зумовлених явищ.

#### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Поясніть чому довжина ланцюга живлення, як правило становить не більш як 4-5 ланок?
2. Підготуйте й проведіть дискусію про можливості створення класичної ноосфери?
3. Які висновки можна зробити на підставі результатів експерименту “Біосфера-2”?

#### ☑Теми рефератів, доповідей

1. Антропогенний вплив на природні цикл біогенних елементів
2. Обговоріть проблему „шкідливих” та „корисних” видів живих організмів в біосфері.
3. Людина в біосфері Землі в ролі нової системи

## Тема 2.1

### «Охорона біосфери - одне з найважливіших завдань сучасної цивілізації».

#### ☒ План викладу і засвоєння матеріалу

- I. Природні небезпечні явища і процеси.
- II. Техногенні небезпечні явища і процеси.
- III. Проблеми утилізації відходів. Методи утилізації відходів.
- IV. Міжнародна торгівля відходами.

#### ☒ Суттєво

Після вивчення матеріалу ви повинні:

##### Знати:

- природні небезпечні явища і процеси;
- техногенні небезпечні явища і процеси;
- проблеми утилізації відходів;
- проблеми міжнародної торгівлі відходами;
- методи утилізації відходів.

##### Вміти:

- назвати небезпечні природні явища і процеси;
- назвати небезпечні техногенні явища і процеси.

##### Ключові екологічні поняття та терміни:

- техногенні явища;
- утилізація відходів;
- міжнародна торгівля відходами.

## Екологічні катастрофи

В історії Землі екологічні кризи неодноразово були наслідком виникнення різних природних ситуацій, раптових істотних змін умов існування, різких змін фізичних, хімічних чи біологічних факторів, як окремих, так і разом узятих, що спричиняло погіршення стану або загибель окремих живих істот, популяцій і навіть цілих екосистем. *Такі надзвичайні кризові екологічні ситуації називаються катастрофами.* Залежно від причин виникнення катастрофи бувають *природні й антропогенні*, а залежно від розмірів заподіяної шкоди й кількості негативних наслідків, тобто від масштабів скоєного лиха, — *локальні, регіональні чи глобальні*. Своєю чергою, як природні, так і антропогенні катастрофи залежно від фактора-збудника поділяються на *космічні, ендегенні, тектонічні, екзогенні, метеорологічні, хімічні, фізичні* та ін.

Раніше переважали природні катастрофи. За нашого часу кількість таких катастроф практично не змінилась, однак внаслідок людської діяльності зросла їхня потужність, що дедалі істотніше позначається на стані екосистем, окремих ландшафтів, регіонів, континентів і біосфери в цілому.

### I. Природні небезпечні явища і процеси.

Природні катастрофи спричиняються екзогенними й ендегенними факторами, тобто зовнішніми навколоземними або космічними та внутрішніми силами Землі, зумовленими процесами в її надрах. Зовнішні та внутрішні сили тісно пов'язані між собою, розвиток одних часто стимулює появу інших.

До зовнішніх сил природи, здатних призвести до катастрофічних наслідків для екосистем, належать: *зміни магнітного, електричного, гравітаційного полів і радіаційного поясу, спричинені явищами, що відбуваються в космічному просторі (спалахи наднових зірок, проходження поблизу Землі великих космічних тіл); падіння на Землю великих метеоритів; урагани; повені; цунами; сильні посухи; страшні зливи; зсуви; осипи; селі; обвали.* Внутрішніми силами Землі викликаються надзвичайні екологічні ситуації: *виверження вулканів; землетруси; переміщення велетенських мас гірських порід через утворення в земній корі великих розломів тощо.*

У літературі є багато описів грізних явищ природи: вивержень вулканів Везувію, Кракатау й Мон-Пеле; землетрусів у Сан-Франциско, Мехіко, пустелі Гобі, Спітаку; ураганів і тайфунів у Японії та Центральній Америці; торнадо в США та ін.

Наслідками найбільших катастроф були регіональні або глобальні кліматичні зміни, загибель багатьох живих істот, зміни розвитку різних видів, популяцій і родів, мутації організмів. Палеонтологам і палеогеографам добре відомі такі „критичні епохи” в розвитку біосфери — на початку й наприкінці палеозойської ери, на межі мезозою й кайнозою та ін.

Різкі кліматичні зміни, а також катастрофічні зміни геофізичних полів Землі можуть бути наслідком таких грізних космічних явищ, як спалахи наднових зірок: деякі зірки, що зовні майже не відрізняються від інших, раптово спалахують і починають випромінювати світла в мільйони разів більше, ніж до спалаху.

▲ Останню подібну подію в нашій Галактиці було зафіксовано стародавніми китайськими астрономами, які описали появу в 1054 р. „зірки-гості”. Вона була такою яскравою, що її можна було спостерігати навіть удень, яскравіша від Венери, й поступалася потужністю світіння лише Місяцю. Через кілька місяців зірка поступово згасла, а на місці її появи сучасні астрономи спостерігають крабоподібну туманність — світну газову оболонку над нової зірки, що продовжує розширюватися після спалаху зі швидкістю десятків тисяч кілометрів за секунду.

Визначено, що вибух над нової зірки супроводжується дуже потужними потоками ультрафіолетового й рентгенівського випромінювання, згубного для всього живого, а також космічних променів високої енергії. На щастя, спалах над нової зірки в 1054 р. стався дуже далеко від Землі — на відстані понад 1 тис. пк (Парсек — одиниця довжини в астрономії; 1 пк =  $3,086 \cdot 10^{16}$  м.), і це могутнє космічне явище не вплинуло на земне життя.

Учені встановили, що вибухи над нових зірок у нашій Галактиці відбуваються один раз на 100 років, а в околицях Сонячної системи (на відстані близько 10 пк) — один раз на 750 чи навіть на 200 млн років. Отже, за час існування на Землі біосфери подібне катастрофічне явище могло вплинути на неї принаймні кілька разів. У результаті таких спалахів різко підвищувався радіаційний фон на Землі на багато сотень і навіть тисячі років. Це не могло не мати серйозних біологічних, особливо генетичних наслідків для екосистем планети й, можливо, було причиною вимирання багатьох вищих живих організмів, тобто екологічних катастроф.

Як вважають астрономи, аналогічні явища меншого масштабу відбуваються в разі періодичних наближень Землі разом із Сонячною системою до центра нашої Галактики. Сонячна система рухається навколо центра Галактики не по колу, а по еліпсу зі значною різницею в довжині його осей. Максимальні наближення до центра Галактики, що спостерігаються приблизно один раз на 250 млн років, зміни сил гравітаційних, магнітних і електромагнітних полів у Космосі під час обертання Сонячної системи навколо центра Галактики викликають на Землі збурення її геофізичних полів, стимулюють розвиток вулканізму й

землетрусів, рух тектонічних плит і деформацію земної кори, а також спричиняють періодичні зміни клімату (зледеніння й потепління), що супроводжуються екологічними катастрофами.

Великий вплив на біосферу Землі справляють також збурення геофізичних полів унаслідок періодичних вибухів на Сонці, спалахів у його хромосфері, які є причиною появи на Землі полярних сяйв, магнітних бур та ін.

З давніх часів до наших днів на Землі періодично відбуваються грандіозні катастрофи, спричинені падінням космічних тіл (великих метеоритів, астероїдів, комет). Учені виявили на поверхні Землі багато слідів таких катастроф у вигляді велетенських метеоритних кратерів — лійкоподібних заглиблень діаметром у десятки й навіть сотні кілометрів.

▲ Наприклад, в Україні, біля села Болтишка Кіровоградської області, знайдено заповнений осадовими породами кратер діаметром 25 км — слід падіння метеорита, що сталося близько 100 млн років тому.

▲ Ще більший кратер — діаметром близько 100 км — знайдено в Сибіру, в басейні річки Хатанга. Підраховано: енергія цього колосального удару, внаслідок якого уламки скель діаметром до 20 м було розкидано на відстань понад 40 км від кратера, дорівнювала енергії вибуху 120 млн атомних бомб, що за потужністю відповідають скинутим на Хіросиму й Нагасакі.

Учені вважають, що більшість космічних тіл падала у Світовий океан, і це також призводило до значних катастроф (утворення велетенських хвиль — цунамі, небачені за силою й тривалістю зливи, грози, запилення атмосфери й пов'язані з цим кліматичні зміни).

▲ Останній досить великий метеорит упав на Землю в районі Аризони (США) 50 тис. років тому. Тут утворився кратер діаметром 1200 м і завглибшки 180 м.

▲ Тунгуське явище в Сибіру 1908 р. (деякі вчені вважають, що це було не падіння метеорита, а вибух в атмосфері ядра невеликої комети) спричинило величезну пожежу й виламування лісу в тайзі на площі в кілька сотень квадратних кілометрів. Лише безлюдність сибірської тайги врятувала від трагічних наслідків.

Такі катастрофічні події природного характеру, як землетруси, виверження вулканів, тайфуни та інші, мають локальний характер і вплинути на еволюцію біосфери в цілому не можуть. Урагани (тайфуни, тропічні циклони) утворюються над теплими водами Світового океану, в його тропічній зоні, й найбільшої шкоди завдають країнам басейну Карибського моря, Бангладеш, Індонезії, Філіппінам. За даними світової статистики, лише за 1960—1980рр. 20 ураганів у різних районах світу позбавили життя 350 тис. чоловік і завдали матеріальних збитків на суму понад 5 млрд. доларів.

У наш час завдяки супутникам з'явилася можливість попереджати про наближення ураганів і пом'якшувати їхню дію. Але перед падінням космічних тіл — людина безсила.

Практично ми не захищені й від таких грізних явищ природи, як землетруси та виверження вулканів. Передбачити точний час їх виникнення за допомогою сучасних науково-технічних засобів поки що не вдається. Ці явища супроводжуються виділенням колосальної кількості енергії.

▲ Так, сейсмічна енергія, що виділилася за кілька секунд унаслідок катастрофічного землетрусу в Перу 1970 р., дорівнювала приблизно добовому споживанню електроенергії в США.

За повідомленням агентства «Рейтер», у 2001 р. в усьому світі від стихійних природних катастроф загинуло близько 25 тис. жителів планети, а загальні економічні збитки становили 36 млрд. доларів США. Із 700 великих природних катастроф 2/3 супроводжувалися бурями й повеннями. Екстремальні погодні умови спричинені постійними негативними змінами клімату під впливом техногенної діяльності, яка провокує також і землетруси.

В Україні до сейсмічно небезпечних районів належать гірський Крим і Карпати. Як свідчать геологічні дані, протягом останніх 20 млн. років тут неодноразово відбувалися землетруси й виверження вулканів. Останніми десятиліттями також траплялися землетруси силою до 6—9 балів. Центральні райони України — сейсмічно спокійні, хоч інколи й сюди від Карпат або гір Вранча (Румунія) докочуються хвилі землетрусів, сила яких не перевищує 3—4 балів.

## II. Техногенні небезпечні явища і процеси.

У XX ст., як і нині, виникнення більшості надзвичайних екологічних ситуацій — катастроф — пов'язане з людською діяльністю й, на жаль, вони дедалі частішають. Умовно їх поділяють на *катастрофи хімічного, фізичного, інженерно-геологічного, мілітаристичного та комплексного характеру.*

Перше місце серед них належить катастрофам, пов'язаним із військовою діяльністю, війнами, масштабними випробуваннями ядерної зброї та військовими навчаннями, випробуваннями *хімічної й бактеріологічної зброї.* Війни за всіх часів завдавали величезної шкоди довкіллю, сучасні ж війни — це справжні екологічні катастрофи. На відміну від будь-яких звірів, людина здатна з неймовірною жорстокістю вбивати подібних до себе. Світова термоядерна війна може в лічені секунди знищити все людство й більшість живих істот планети. Підраховано: накопичених ядерними державами боеголовок, кількість яких

перевищує 60 тис. штук, а їхня сумарна потужність становить 20 000 Мт, достатньо для того, щоб 70 разів поспіль знищити всі великі й малі міста планети!

Війни — це не лише геноцид, а й екоцид, прикладів чого в історії людства дуже багато, й ось деякі з них:

▲ *войовничі походи хетів і гунів, які жорстоко знищували не тільки людей, а й досягнення їхньої цивілізації та природу Близького Сходу й Римської імперії;*

▲ *грабіжницькі походи жорстокої орди Чингісхана, яка планомірно знищувала все на своєму шляху: спалювала врожаї, засипала колодязі, винищувала худобу, вирубувала сади, витоптувала поля. В Месопотамії було зруйновано зрошувальну систему, яка будувалася й діяла там протягом тисячоліть і була життєдайною для цілого регіону. Після цього родючі землі перетворилися на пустелю, і землеробство в долині річок Тигру та Євфрату відтоді так і не відновилося;*

▲ *„освоєння” європейцями Америки, яке супроводжувалося не лише винищенням місцевого населення, а й безглуздим відстрілом мільйонних стад бізонів, іншої звірини, випалюванням тисяч гектарів лісів, спустошенням земель;*

▲ *Перша та Друга світові війни, що принесли незліченні людські жертви й завдали величезної шкоди природі;*

▲ *війни у В'єтнамі, Кореї, Афганістані, Кувейті, Чечні, Югославії, в яких загинули й покалічені сотні тисяч людей, а збитки від них обчислюються трильйонами доларів.*

Війни — це ще й абсолютно безглузді економічні витрати й розтринькування природних ресурсів, деградація екосистем. Величезних збитків людству й природі завдають не лише самі військові дії, а й підготовка до них: утримання армій, техніки, полігонів, військових об'єктів і заводів, проведення регулярних навчань, маневрів, поховання відходів військової діяльності, в тому числі небезпечних — хімічних.

▲ Наприклад, у Балтійському морі після закінчення Другої світової війни союзники затопили тисячі тонн німецьких хімічних снарядів та авіабомб. На дно Атлантичного й Тихого океанів, Карського й Охотського морів було скинуто багато відпрацьованих ядерних реакторів із підводних човнів і контейнерів із радіоактивними відходами. Через десятиліття вони знову почали загрожувати природі та людству: корозія матеріалу упаковок спричинила „розповзання” шкідливих речовин у довкіллі й отруєння всього живого.

Зросла кількість катастроф, пов'язаних із розвитком нафтовидобувної, нафтопереробної промисловості та атомної енергетики. Райони інтенсивного видобування нафти й газу (Перська та Мексиканська затоки, Північне море, Тюменський край, Каспійське море, інші регіони) сьогодні стали зонами екологічного лиха.



Про наслідки аварії на Чорнобильській АЕС ітиметься далі.

Не можна не нагадати й про тяжкі екологічні наслідки, пов'язані з випробуванням ядерної зброї та похованнями радіоактивних відходів. Випробування атомних боезарядів на Новій Землі, в Казахстані, в пустелі Гобі, в штаті Аризона, на Тихоокеанських островах Муруроа, Бікіні, Еніветок, поховання залишків відпрацьованих атомних реакторів в Охотському морі — все це не лише спричинило значне підвищення загального радіоактивного фону на планеті, в атмосфері та водах Світового океану, а й також призвело до масових отруєнь риби, тюленів, захворювань та загибелі людей і тварин у цих районах.

Потенційну загрозу виникнення надзвичайних екологічних ситуацій становлять усі великі нафто- й газосховища, трубопроводи, склади всіляких хімічних речовин, особливо — отруйних (пестициди, кислоти, аміак тощо). Людство вже відчуло на собі наслідки аварій на таких об'єктах.

Будь-які широкомасштабні втручання в природні екосистеми також мають катастрофічні наслідки. Наприклад, *унаслідок будівництва на великих річках гребель і водосховищ відбувається ось що:*

- кардинально змінюється режим річкового стоку (в багато разів уповільнюється);
- змінюється тепловий режим;
- змінюється характер випадання опадів, розчинення солей, їх відкладення, біохімічних та інженерно-геологічних процесів;
- різко змінюються умови взаємозв'язку річкових і підземних вод у даному басейні, рівневий режим, фізичні й хімічні властивості поверхневих і зв'язаних з ними підземних вод;
- розвиваються процеси стагнації (гниття) й „цвітіння”, застою, нагромадження всіх видів забруднювачів, що змиваються з водозборів і приносяться вітрами;
- вимирають ті види водяних організмів, зокрема риба, які потребують чистої води й міграції вздовж русла;
- гинуть заплави — найцінніші природні об'єкти.

Велике гідрологічне будівництво в будь-якому річковому басейні — це практично екологічна катастрофа для нього.

Те саме можна сказати й про широкомасштабні іригаційні роботи (осушення боліт на Поліссі, зрошення на півдні України), які призводять до деградації болотних екосистем, загибелі малих річок, зміни шляхів міграції перелітних птахів, зміни режимів та обсягів підземних вод, засолення ґрунтів.

Катастрофічне впливає на природні ландшафти будівництво великих шахт, відкритих кар'єрів, автомагістралей, летовищ, потужних ліній електропередач, каналів, тунелів, великих сміттєзвалищ і шламосховищ.

Зазначені вище екологічні катастрофи, пов'язані з широкомасштабною людською діяльністю, мають локальний, іноді — регіональний характер.

### III. Проблеми утилізації відходів. Методи утилізації відходів.

Через некероване зростання чисельності населення, активний розвиток виробництва й збільшення споживання, а також відсутність ефективних технологій переробки відходів сьогодні на нашій планеті нагромадилася така їх кількість, що це стало загрожувати здоров'ю людей і довкіллю. Уряди багатьох країн світу навіть не мають об'єктивної інформації щодо обсягів накопичених відходів і викидів, про ступінь їхньої токсичності та особливості впливу на живі організми.

▲ За даними ООН, щорічно 5,2 млн. чоловік, у тому числі 4 млн. дітей, умирають від хвороб, пов'язаних із неправильним або недостатнім вилученням відходів і стічних вод у районах великих міст.

▲ Активно збільшується кількість твердих побутових відходів. Так, у 80-х роках у колишньому СРСР за рік нагромаджувалося понад 60 млн. т різноманітного міського сміття. Лише для того, щоб вивезти його з міст на звалища, витрачалося більш як 350 млн. крб. Кількість відходів рік у рік зростає на 5—6%. У США на збирання й перевезення твердих побутових відходів та на їх переробку щороку витрачаються мільярди доларів. Тільки в Нью-Йорку за рік накопичується стільки сміття, що ним можна вкрити площу в 341 га шаром завтовшки 4 м! У Німеччині щороку викидається стільки сміття, що ним можна було б заповнити товарний потяг завдовжки 1800 км.

Щорічно лише в Західній Європі утворюється близько 150 млн. т шкідливих відходів. У 2000 р. приблизно 20 тис. промислових підприємств США виробили більш як 40 млн. небезпечних відходів. В Україні їх нагромаджено понад 25 млрд. т і при цьому близько 500 млн. т додається з кожним роком.

Основна маса відходів в Україні утворюється на підприємствах гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів. Найнебезпечнішими серед цих відходів є сполуки важких металів, нафтопродукти, непридатні до застосування пестициди.

Нині в Україні умови зберігання та утилізації відходів, як правило, не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, що є одним із факторів інтенсивного забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунту, повітря. В більшості областей України немає полігонів для централізованого зберігання та утилізації відходів. За браком коштів і вільних земель

можливості для будівництва сучасних звалищ обмежені. Проте позитивним прикладом є нещодавно збудований полігон побутових відходів у Дніпропетровську. Він має ефективну систему захисту ґрунтових вод, до якої входять ізолювальні шари глини та спеціальної (завтовшки 2 мм) пластикової плівки, й обладнаний свердловинами для контролю стану ґрунтових вод. Безпосередньо на полігоні здійснюється попереднє сортування сміття, з якого відбираються металобрухт, скло, папір та пластмаси. В майбутньому на полігоні передбачається добування біогазу.

Раніше більша частина відходів (крім скла й металобрухту) спалювалася. Тепер це заборонено, оскільки під час спалювання виділяється багато небезпечних для здоров'я людей речовин. У розвинених країнах переробляється від 30—50 % (Західна Європа) до 60—75 % (США, Японія) твердих побутових відходів, у країнах, що розвиваються, — 7—10 %, у Росії та Україні — лише 3—5 %. *За прогнозами спеціалістів, до 2025 р. кількість відходів зросте в 4—5 разів, а вартість їх переробки та зберігання — у 2—3 рази. Тому утилізація відходів стала глобальною екологічною проблемою.*

Значну проблему становить забруднення твердими відходами морів. Італійські фахівці-екологи в 1999 р. надали таку інформацію для природоохоронців: викинута в море скляна пляшка розкладатиметься 1000 років, папір — 3 місяці, сигаретні недопалки — 5 років, поліетиленові пакети — 10—20, нейлонові вироби — 30—40, металеві банки — 500, полістирол — 1000 років!

Особливої актуальності набула проблема транспортування, зберігання, переробки й поховання радіоактивних відходів. Через те, що сьогодні її не вирішено, призупинився розвиток атомної енергетики: за останні 5 років у світі не введено в дію жодного ядерного реактора, і навіть Франція (як уже зазначалося, вона колись зробила основну ставку на розвиток саме ядерної енергетики) 5 лютого 1998 р. оголосила про закриття найближчим часом своєї найбільшої АЕС. *Сьогодні у світі щорічно утворюється близько 10 тис. м<sup>3</sup> радіоактивних відходів.* Проблемі їх переробки й поховання приділялася велика увага на Всесвітньому екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро (1992), що ще раз підтверджує її злободенність.

Дедалі загострюється проблема відходів в Україні. Звалища навколо великих міст щороку поглинають близько 1500 га землі, яка внаслідок цього стає небезпечним джерелом отруєння довкілля. Зі звалищ у повітря та ґрунтові води потрапляє багато токсичних речовин — важких металів, продуктів розкладання лаків, фарб, гуми, пластмас. Звалища — це розсадник хвороботворних бактерій; тут утворюються токсичні гази, виникають небезпечні для природи пожежі.

Проблему звалищ можна вирішити, збудувавши сучасні відходопереробні заводи з ефективними технологіями утилізації, спалювання, виготовлення корисних речовин (хоча нині жодну з наявних

технологій не можна вважати екологічно чистою). Дуже гостро постала проблема рекультивації звалищ і використання тисяч гектарів звільнених від сміття площ землі. Це можна здійснити лише за умови взаємодопомоги країн, співробітництва, взаємоконтролю й дотримання відповідних міжнародних угод і конвенцій.

*Рекуперація і утилізація відходів та комплексна переробка сировини.*

Згідно з другим напрямом безвідходності технологій відходи виробництва використовують як вторинні матеріальні ресурси, які після збирання та оброблення знову надходять у виробництво як вторинна матеріальна сировина. До останньої відносять:

- 1) залишки сировини і матеріалів, що утворюються в процесі виготовлення продукції;
- 2) продукти фізико-хімічної переробки сировини;
- 3) продукти, які отримують у результаті видобування й збагачення корисних копалин;
- 4) вироби і предмети, що вийшли з ужитку або морально застаріли;
- 5) продукти очищення газодимових викидів і стічних вод;
- 6) відпрацьована та побічна теплота, енергетичний потенціал якої може бути використаний в інших процесах (використання вторинних енергетичних ресурсів — ВЕР).

За орієнтовними даними, щорічні обсяги промислових відходів у США становлять понад 1 млрд. т. у країнах Європейського співробітництва — близько 0,5 млрд. т, у Японії — близько 300 млн. т. Уже на сучасному етапі майже повністю переробляються металобрухт, склобій, макулатура та вироби з вовни, текстилю, частково — вироби з пластмас, гуми, шкіри тощо. Отже, рекуперація відходів — це основа раціонального використання сировини. Враховуючи виснаження резервів первинної сировини, дедалі більшого значення в усьому світі набуватиме проблема використання вторинної сировини. Виробництво паперу з макулатури взамін деревини потребує енергії на 60 % менше, зменшує забруднення повітря на 15 % і води на 60 %. Сталь, виготовлена з металобрухту, на 70 % дешевша від добутої з руди. При цьому на кожній тонні сталі економиться 1,5 т руди і 0,2 т коксу, зменшується величезна кількість відходів, що потрапляють у відвали.

На сучасному етапі розвитку техніки поки що незадовільно утилізуються відходи з пластмас. Останні природним шляхом розкладаються надзвичайно повільно або зовсім не розкладаються. Під час їх спалювання відбувається сильне забруднення атмосфери отруйними речовинами. Нині утилізується незначна частка з 80 млн. т пластмас, які щороку виготовляються в світі. Так, британські фірми переробляють тільки 50 тис. т (10 %) усієї виробленої поліетиленової плівки, близько 25 тис. т (7 %) щорічного виробництва поліетилену. Понад 70 % цих матеріалів становлять пластмасові пляшки та автомобільні

аккумулятори. Після переробки вони трансформуються в початковий матеріал.

У США рециклінг пластмас упродовж п'яти найближчих років передбачається збільшити від 1 до 25 %, а в підсумку становитиме 50—60 %. В Японії ще в 1988 р. за загального обсягу виробництва пластмас 11 млн. т обсяг продукції з вторинної сировини становив 4,87 млн. т. В Україні на сьогодні вироби з пластмас майже не утилізуються.

Оптимальним шляхом вирішення проблеми запобігання полімерним звалищам є створення екологічно чистих біодеградабельних пластмас. Перший крок на шляху отримання саморуйнівних пластмас змішуванням синтетичних матеріалів з полісахаридами або синтез біодеградабельних матеріалів, що руйнуються мікроорганізмами, вже зроблено. На наш погляд, більш раціональним шляхом вирішення цієї проблеми є застосування склотари, технологія утилізації якої добре розроблена й використовується в багатьох країнах.

Враховуючи обмеженість запасів кольорових та дорогоцінних металів в Україні, особливо важливою є організація збирання та переробки металобрухту й відходів кольорових і дорогоцінних металів (міді, цинку, свинцю, кадмію, нікелю, золота, срібла, платини, родію та ін.). Потрібно розробити раціональні технології комплексної переробки відпрацьованих електродів та промивних вод гальванічних виробництв. Варто при цьому взяти до уваги, що в подальшому господарюванні людського суспільства утилізація й переробка відходів набуватимуть дедалі більшого значення і обсягу. Отже, з метою раціонального вирішення проблеми утилізації відходів рекомендують таку програму заходів:

- зменшення кількості відходів;
- повторне використання, рециклізація, використання вторинної сировини;
- обробка, детоксикація та інші деструктивні методи;
- скидання і захоронення в наземних звалищах.

Наведемо кілька прикладів переробки відходів різних виробництв. Так, колчеданні недогарки пропонують переробляти на залізо-оксидні пігменти високої якості, вилучати дорогоцінні (золото й срібло) та кольорові (мідь, цинк, олово, нікель та ін.) метали, а силікатний залишок використовувати у виробництві цементу. Великотоннажні відходи виробництва фосфорних добрив — фосфогіпс запропоновано використовувати у виробництві будівельних матеріалів як наповнювач у виробництві паперу, після нейтралізації — для розкиснення ґрунтів у сільському господарстві, для добування сірки, сульфатної кислоти та будівельного вапна й цементу. При виробництві глинозему з бокситів на Миколаївському глиноземному заводі та Запорізькому алюмінієвому комбінаті утворюються величезні відходи червоних шлаків, що містять глинозем, оксиди феруму та рідкісноземельні елементи. Тому розробляють технології вилучення

рідкісноземельних елементів та використання шлаків для виплавляння чавуну, добування глинозему й коагулянтів для очищення питних і стічних вод.

При видобутку й збагаченні ільменітових руд Іршанського родовища (Житомирська обл.) накопичено десятки мільйонів тонн піщаних та глинистих відходів, величезна кількість покривних порід. Останні пропонують використовувати як будівельний матеріал для будівництва доріг, піщані фракції — для виробництва будівельних конструкцій, скла та руберойду. Глинисті відходи можна використовувати для виробництва цементу та спеціальних добавок для нього, цегли, коагулянтів тощо.

Побутове сміття переробляють і спалюють на спеціальних заводах. При цьому отримують скло, чорні та кольорові метали, добрива, етанол та будівельні матеріали. Таким чином, як бачимо, переробка й утилізація відходів дають змогу не тільки додатково отримати корисні продукти й вироби, а й зменшити видобуток та використання невідновних природних ресурсів (мінеральної сировини) й використання відновних (ліси, бавовна, льон тощо), а також запобігти забрудненню довкілля.

Слід також врахувати, що при використанні навіть передових технологій переробки відходів бувають такі відходи, які неможливо утилізувати й переробити, тому вони повинні бути детоксиковані й іммобілізовані до такої міри, щоб не створювати загрози для здоров'я людей і довкілля. Такі відходи вивозять на спеціальні полігони для захоронення. Найпростіші й найпоширеніші споруди для знешкодження відходів — удосконалені звалища, де відбувається анаеробне саморозкладання відходів у їх товщі впродовж десятків років. У результаті розкладання утворюються токсичні гази і розчини, які забруднюють атмосферне повітря, водойми та ґрунтові води. Метан, гідрогенсульфід та вільний водень утворюють вибухонебезпечні суміші (вторинне забруднення). Особливо небезпечним є мікробне забруднення стоків звалищ. Тому облаштування полігонів має передбачати надійну гідроізоляцію.

В останні роки запропоновано прискорене знешкодження побутових відходів шляхом спеціального польового компостування впродовж 4—18 міс. замість десятків років у звичайних полігонах або впродовж 1—3 тижнів на сміттєпереробних заводах. Внаслідок анаеробних процесів органічні речовини розкладаються з утворенням легкозасвоюваного азоту. Температура в буртах досягає 50–70 °C. У цих процесах провідну роль відіграють бактерії, джерелом енергії для яких є органічні речовини відходів. У результаті сміття трансформується в цінні азотні добрива.

Усі способи знешкодження, утилізації та захоронення токсичних відходів, які використовують нині, можна розподілити на три групи; термічні, хімічні та методи іммобілізації. Кожну з трьох груп можна ще розподілити на підгрупи.

Термічні методи засновані на тепловій обробці відходів, під час якої відбувається окиснення або газифікація горючих компонентів, термічне розкладання чи відновлення деяких шкідливих речовин з утворенням нешкідливих або менш шкідливих.

Суть *вогневого способу* полягає в спалюванні горючих відходів або вогневій обробці негорючих відходів високотемпературними продуктами палива (понад 1000 °C). Токсичні компоненти при цьому окиснюються, зазнають термічного розкладання та інших хімічних перетворень з утворенням газів (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> тощо) і твердих залишків (оксидів металів і солей).

*Рідкофазне окиснення* ґрунтується на тому, що окиснення киснем повітря органічних і елементоорганічних домішок в рідинах відбувається за температури 150—350 °C в автоклавних умовах (за тиску 2—28 МПа). *Газифікацію* використовують для переробки твердих, рідких та пастоподібних відходів з отриманням горючих газів, смоли й шлаку. Утворені горючі гази та смоли можуть бути використані як паливо й хімічна сировина.

Термохімічний *піроліз* здійснюють у печах з непрямим нагріванням відходів з використанням систем для відведення й уловлювання продуктів піролізу (смоли і важких масел). Утворені гази також очищають в електро-статичних фільтрах та кислотних і лужних промивниках.

*Плазмовий метод* заснований на тому, що за температур понад 4000 °C відходи трансформуються в гази та порошкоподібний матеріал, які не містять шкідливих речовин.

Імобілізація токсичних відходів полягає у закріпленні, фіксації або хімічному зв'язуванні токсикантів. Для цього відходи обробляють спеціальними речовинами, в результаті чого відбувається хімічне перетворення шкідливих речовин на нетоксичні сполуки або трансформація токсикантів у нерозчинні міцні штучні утвори (гранули, моноліти тощо). Використовують такі методи імобілізації: компактування, локалізацію, депонування.

*Компактування* токсичних і радіоактивних відходів ґрунтується на зв'язуванні їх за допомогою різних в'язучих речовин у штучні утвори досить високої стійкості й непроникності для запобігання шкідливому впливу на довкілля. Як зв'язуючі матеріали можна використовувати термопластичні бітумні, органічні та неорганічні матеріали (полімери, бетони тощо). Оброблені таким чином відходи можна безпечно зберігати та транспортувати до місця їх подальшої переробки. Пропонують здійснювати компактування токсичних відходів за допомогою органомінеральних в'язучих контактного твердіння, що забезпечує високу концентрацію відходів (до 90 %) у гранулах, повну водостійкість і непроникність.

У тому разі, якщо в токсичних відходах містяться цінні компоненти, використовують *локалізацію*.

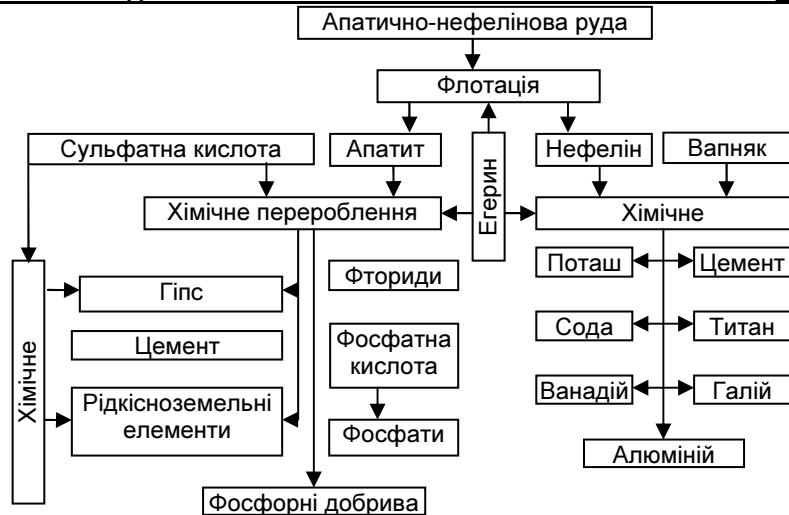
Одним із найпростіших і найнадійніших способів знешкодження та захоронення токсичних відходів є їх *депонування* у виробництві будівельних матеріалів (бетону, кераміки, скла тощо). Суть методу полягає в тому, що токсичні відходи вводять у сировинні суміші під час виробництва будівельних матеріалів. Захоронення токсичних відходів є надзвичайно складним, оскільки потребує повного виключення можливості проникнення токсичних газів у атмосферне повітря, а розчинів — у природні води.

Комплексна переробка сировини спрямована не тільки на бережливі витрати природних ресурсів, а й на зменшення викиду розсіюваних відходів у природне середовище. При цьому передбачається максимальний вихід продукту на кожній стадії переробки, що підвищує ефективність виробництва і зменшує утворення утилізованих та розсіюваних відходів. Прикладом комплексного використання сировини в хімічній промисловості може бути перероблення апатито-нефелінової руди, у харчовій промисловості — м'яса й молока.

Апатито-нефелінова руда Кольського родовища містить %: апатиту — 13, нефеліну — 30—40, титаномagnetиту — 2,2, егерину — 9,4, сфену — 25 та ін. Добуту флотацією руду розділяють на апатитовий і нефеліновий концентрати. З апатитового концентрату виробляють фосфорні добрива, фосфатну кислоту та її солі, елементний фосфор та ін. У процесі виробництва екстракційної фосфатної кислоти на 1 т 100 %-го P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у вигляді твердого відходу утворюється близько 4 т фосфогіпсу. Фтор з газової фази вловлюють абсорбційними методами, а з екстракційної кислоти виділяють осадженням, сорбцією або екстракцією. Фосфогіпс пропонують переробляти на гіпсові в'язучі вироби, цемент, вапно й сульфатну кислоту, а також крейду і сульфат амонію. Нефеліновий концентрат переробляють на глинозем, соду, поташ і портландцемент.

#### Основні методи знешкодження, утилізації та захоронення токсичних відходів

Методи переробки токсичних відходів		
Термічні	Хімічні	Імобілізація
Рідкофазне окиснення	Фізико-хімічна переробка: коагуляція, адсорбція, екстракція, флотація, йонування, електрохімія	Компактування
Вогневий	Хімічне очищення: нейтралізація, окиснення	Локалізація
Газифікація	Іонообмінний метод	Депонування
Піроліз	Мембранні методи	
Плазмовий	Електрохімічні	



#### IV. Міжнародна торгівля відходами.

В Декларації ООН про довкілля записано: держави відповідають за те, щоб діяльність на їхніх територіях не завдавала шкоди довкіллю й в інших державах. Але, на жаль, цей принцип часто порушується, і не тільки у випадках транскордонного перенесення шкідливих речовин повітряними течіями або річками з одного регіону в інший. Останнім часом поширилася торгівля токсичними відходами, яка набула міжнародних масштабів.

Щоб обминути законодавчі акти, які забороняють безконтрольне поховання токсичних відходів, а також не витрачати великих коштів на їх утилізацію, виробники з розвинених країн переправляють відходи в держави з недосконалим екологічним законодавством або ж у ті країни, де є впливові злочинні елементи (мафія), котрі заради наживи йдуть на все, навіть на погіршення стану довкілля у власній країні.

Експорт токсичних відходів стримує розвиток екологічно чистих технологій і виробництв.

▲ У 1990 р. близько 25 хімічних підприємств Західної Європи та США звалили понад 11 тис. т ртутно-свинцевих відходів у Іспанії, в районі Амадена, переправили 8 тис. контейнерів із токсичними речовинами в Нігерію.

▲ Організації „Грінпіс” відомо про тисячу з лишком спроб експорту смертоносних відходів по всьому світові.

▲ Сформувалася міжнародна мафія, що наживає величезні капітали на цьому брудному бізнесі. Часто платня за дозвіл на поховання відходів у кілька разів перевищує національний дохід невеликих країн Африки, Азії, Південної чи Центральної Америки, і їхні керівники погоджуються на злочини проти довкілля.

Нині майже 90 держав заборонили ввезення на свою територію токсичних відходів. Україна не увійшла до їхнього числа.

▲ Тому лише за останні роки здійснено близько 40 спроб поховати на її території токсичні речовини (230 т промислових відходів, понад 100 т хімікатів, непридатних для використання, 390 т пластикових упаковок і т. д.).

▲ З 1994 р. в Україну у великій кількості почали надходити імпорتنі пестициди, багато з яких заборонені на Заході, а в нас використовуються через відсутність відповідних законів, низькі вимоги до якості пестицидів, жадобу та екологічну неосвіченість деяких наших бізнесменів. Те саме стосується окремих продуктів харчування, що у величезній кількості ввозяться в Україну із західних країн, Туреччини, Китаю й т. д. Багато з них, за даними санепідслужб України, не мають сертифікатів якості, прострочені або не відповідають вітчизняним стандартам. До цих неякісних товарів останнім часом додалася ще й небезпечна трансгенна продукція.

▲ Токсичні відходи завозилися й у Росію, наслідком чого було отруєння ґрунтів, людей у кількох регіонах; порушено судові позови проти деяких іноземних компаній.

Зрозуміло, що необхідно вдосконалювати наше екологічне законодавство, посилити контроль за імпортом токсичних речовин і відходів, залучивши до цього широку громадськість. Та все ж найкращий спосіб позбутися відходів — це взагалі не виробляти їх.

**☑ Резюме**

- Надзвичайні кризові екологічні ситуації називають катастрофами.
- Катастрофи, залежно від причин виникнення, бувають природні і антропогенні.
- Природні катастрофи спричинені екзогенними та ендогенними факторами.
- Антропогенні катастрофи умовно поділяють на катастрофи хімічного, фізичного, інженерно-геологічного, мілітаристичного та комплексного характеру.

**☑ Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Як класифікують природні та антропогенні катастрофи?
2. Які райони України належать до сейсмічно небезпечних?
3. Які природні катастрофи характерні для України?
4. Які райони України найбільш схильні до повеней? Чому?
5. Які антропогенні катастрофи в Україні мали найтяжчі наслідки?
6. Назвіть основні причини техногенних аварій.
7. Чи відбувалися в вашому місті техногенні аварії? Які наслідки вони мали?
8. Що таке міжнародна торгівля відходами?
9. Які ви знаєте методи утилізації відходів?
10. Які відходи найважче утилізувати? Чому?

**☑ Теми рефератів, доповідей.**

1. Природні катастрофи.
2. Антропогенні катастрофи.
3. Найбільші антропогенні і природні катастрофи в Україні.
4. Міжнародна торгівля відходами.
5. Проблеми утилізації відходів.

**Тема 2.2****«Загальний стан природних ресурсів планети».****☑ План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Природні ресурси, їх класифікація.
- II. Характеристика природних ресурсів.
- III. Забруднення, їх класифікація.
- IV. Основні забрудники і їх класифікація.
- V. Нормування і методи визначення властивостей забруднення.
- VI. Екологічний моніторинг.

**☑ Суттєво:****Знати:**

- що таке природні ресурси;
- потреби, що задовольняються природними ресурсами;
- класифікація природних ресурсів;
- нормативні показники забруднень;
- основні забрудники та їх вплив на живі організми.

**Вміти:**

- охарактеризувати види забруднень;
- визначити властивості забруднення;
- зробити аналіз екологічного стану навколишнього середовища з визначенням причин негативних наслідків та шляхів їх подолання;
- пояснити у чому полягає сутність екологічного моніторингу;
- навести приклади забруднень та відносити їх до певної групи;
- пояснити принципи корегування та методи визначення властивостей забруднень.

**Ключові екологічні поняття та терміни:**

- забруднення;
- природні ресурси;
- забрудники;
- нормативні показники забруднень;
- моніторинг.

## I. Природні ресурси, їх класифікація.

*Природні ресурси* — це найважливіші компоненти навколишнього природного середовища, які використовують для задоволення матеріальних і культурних потреб людини. Під потребами людини розуміють потребу або нестачу в чому-небудь необхідному для підтримання життєдіяльності організму, людської особистості, соціальних груп. М. Ф. Реймерс (1994) виділяє шість основних груп потреб людини: біологічні, психологічні, етнічні, трудові, економічні, соціальні.

До потреб, що задовольняються природними ресурсами, належать біологічні, психологічні, трудові та економічні. До *біологічних* належать потреби, що забезпечують виживання людини та збереження її здоров'я. Вони включають велику кількість різних факторів природного середовища; тепловий, радіаційний, магнітохвильовий комфорт; склад води й повітря, які не призводять до фізіологічних аномалій тощо. До фізіологічних потреб належать: збалансована за енергетичною цінністю та хімічним складом їжа, повітря, вода та ін. До *психологічних* потреб належать ті, що зумовлюють душевний спокій людини з урахуванням факторів зовнішнього середовища (комфортність житла, стан погоди, звуки, світло, випромінювання тощо).

*Трудові* потреби людини забезпечують еколого-соціально-економічну адаптацію людини до умов природного й соціального середовищ з урахуванням її індивідуальних уподобань і сімейно-традиційних передумов. Природні умови та природні ресурси є одними з об'єктів і передумов прикладання праці.

*Економічні* потреби — це група потреб людини для матеріального забезпечення її існування (їжею, одягом, житлом, предметами вжитку, знаряддями праці, рекреації, джерелами інформації тощо).

Природні ресурси, які використовують для задоволення потреб людського суспільства (ресурси рослинного й тваринного світу, земельні, водні, реакраційні та ін.), досить різноманітні, як і можливості їх застосування в господарстві та побуті. Згідно з *законом обмеженості природних ресурсів*, усі природні ресурси в умовах Землі вичерпні. Їх поділяють на дві великі групи - невичерпні і вичерпні, які, в свою чергу, поділять на невідновні та відновні.

Основні типи природних ресурсів в господарстві та побуті. Згідно з *законом обмеженості природних ресурсів*, усі природні ресурси в умовах Землі вичерпні. Їх поділяють на дві великі групи - невичерпні і вичерпні, які, в свою чергу, поділять на невідновні та відновні:

Природні ресурси		
Невичерпні	Вичерпні	
	Відновні	Невідновні
Сонячна енергія	Чисте повітря	Викопне паливо
	Прісна вода	Металічна мінеральна сировина – руди (залізо, мідь, цинк, свинець)
Вітер, припливи, течія води	Родючі ґрунти	Неметалічна мінеральна сировина – нерудна (глина, пісок, фосфати тощо)
	Рослини і тварини	

Оскільки відтворення відновних природних ресурсів відбувається повільніше, ніж їх споживання, з одного боку, а невідновні ресурси перетворюються на форми, непридатні для подальшої експлуатації через значну розсіяність потрібних елементів або нову хімічну структуру, — з іншого, то відбувається вичерпність багатьох природних ресурсів.

Ще до недавнього часу людство вважало природні ресурси невичерпними, а тому прагнуло взяти від природи якнайбільше, нічого не віддаючи. Нині переконалися, що практично невичерпних ресурсів, крім сонячної енергії та космічного випромінювання, теплоти земних надр, сил гравітації та обертання Землі, енергії вітру, припливів і талої воли, у природі більше не існує. *Умовно невичерпними* поки що, на даному етапі розвитку суспільства, можна вважати загальні запаси кисню в атмосфері та води в гідросфері. Однак через нерівномірний розподіл та антропогенне забруднення вже нині в окремих районах Землі відчувається гостра їх нестача, особливо чистої питної води.

Оскільки відтворення відновних природних ресурсів відбувається повільніше, ніж їх споживання, з одного боку, а невідновні ресурси перетворюються на форми, непридатні для подальшої експлуатації через значну розсіяність потрібних елементів або нову хімічну структуру, — з іншого, то відбувається вичерпність багатьох природних ресурсів.

Ще до недавнього часу людство вважало природні ресурси невичерпними, а тому прагнуло взяти від природи якнайбільше, нічого не віддаючи. Нині переконалися, що практично невичерпних ресурсів, крім сонячної енергії та космічного випромінювання, теплоти земних надр, сил гравітації та обертання Землі, енергії вітру, припливів і талої воли, у природі більше не існує. *Умовно невичерпними* поки що, на даному етапі розвитку суспільства, можна вважати загальні запаси кисню в атмосфері та води в гідросфері. Однак через нерівномірний розподіл та антропогенне забруднення вже нині в окремих районах Землі відчувається гостра їх нестача, особливо чистої питної води.

*Вичерпні* — це ресурси, кількість яких невинно зменшується відповідно до їх добування або вилучення з природного середовища. Їх, у свою чергу, поділяють на відновні (чисте повітря, вода, родючі ґрунти, рослинність, тваринний світ) і невідновні (мінеральні ресурси). Мінеральна сировина належить до невідновних ресурсів, і найголовніші з них (вугілля, нафта, природний газ, залізо, манган, поліметали) нині вичерпані або майже вичерпані.

У господарській діяльності ресурси поділяють щодо використання їх у сфері матеріального виробництва та невиробничій сфері. Ресурси матеріального виробництва — це промислові і сільськогосподарські. Ресурси невиробничої сфери — це ресурси прямого й непрямого споживання. З практичною метою ресурси кожного класу поділяють на дрібніші групи. Так, промислові ресурси — на енергетичні (нафта, вугілля, природний газ), ресурси для металургійної промисловості (залізна, манганова, титанова руди тощо), сировину для одержання предметів безпосереднього споживання (деревина) та продуктів харчування (гриби, фрукти, ягоди та інші дари ланів, садів, городів і лісів).

Біосфера Землі є замкненою системою з відносно сталою масою і обмінюється з космічним простором лише енергією. Тому людство має враховувати її здатність самовідтворювати свою біопродуктивність та вичерпність запасів невідновних ресурсів. Потрібно економне і раціонально використовувати природні ресурси, свідомо відмовившись від надлишків. Подальший розвиток життя на Землі залежить від наявності природних ресурсів, простору для життя і об'єктів для задоволення культурних та інших потреб.

## II. Характеристика природних ресурсів.

### Вода

Вода, як косна речовина біосфери і середовище, з якого зародилося й продовжує функціонувати життя, є головною складовою частиною гідросфери. Тому вона є насамперед середовищем для проживання багатьох рослин і тварин. Призначення її як природного ресурсу полягає в забезпеченні життєвих потреб рослинного й тваринного світу та людини. Вона є «будівельним матеріалом» для організмів і необхідна для забезпечення їхніх життєвих функцій. Тіла всіх живих організмів складаються переважно з води: в рослинах вміст води становить до 90 - 95 %, а в організмах тварин — 70 % і більше. Частка біологічної води, що входить до складу живих організмів, становить 0,003 % загальних запасів гідросфери. Людина для задоволення своїх життєвих потреб щодоби споживає 2—2,5 л чистої прісної води.

У виробничій і господарській діяльності люди використовують воду як сировину (приготування страв і напоїв), реагент для здійснення різних хіміко-технологічних процесів, теплоносії в теплоенергетичних процесах та для охолодження обладнання і матеріалів, а також використовують для очищення, миття, зрошення полів і поливання рослин, гідротранспортування тощо. З океанів, морів, річок і водойм виловлюють рибу та інших тварин, з підводних родовищ видобувають різну сировину (манган, нікель, кобальт, залізо та ін.) і паливо (нафту, газ, газогідрати), збирають водяні рослини. Водне середовище використовують для транспортування вантажів (водний транспорт), а також для місць відпочинку і туризму (рекреаційне призначення).

Залежно від вмісту солей воду поділяють на прісну, солону, солонувату та слабкосолонувату. До прісних належать води, в яких міститься до 1 г/л розчинних солей. Води з високим вмістом солей (понад 1 г/л) називають солоними, які, в свою чергу, поділяють на слабкосолоні з вмістом розчинних солей 10 г/л, солоні і дуже солоні — 10—50 г/л та розсоли (ропа) — понад 50 г/л. До солонуватих належать природні води, солоність яких становить 16—40 г/л. Води океанів, морів та деяких озер належать до солоних вод з різним вмістом солей (до 40 г/л і більше — води Червоного моря). Люди для задоволення своїх потреб, а також для виробничих і господарських цілей використовують в основному прісну воду.

Маса прісної води на земній кулі становить 31 млн. км<sup>3</sup>, основна кількість якої (96 %) зосереджена в льодовиках Гренландії, Антарктиди, гірських масивів, в айсбергах та зоні вічної мерзлоти. З усієї кількості прісної води тільки близько 1 % використовується людством для задоволення своїх потреб. Значні запаси прісної води, яка входить до складу мінералів, зосереджені у верхній частині земної кори на різних глибинах. Точні запаси цієї води визначити важко. За підрахунками В. І. Вернадського, її запаси становлять 1,3 млрд. км<sup>3</sup>, що дорівнює запасам вод Світового океану. В атмосфері вода перебуває у вигляді водяної пари і конденсату (краплі води й льоду). Підземні води становлять 4 %, води льоду й снігу — 2 %, рік, озер та боліт — 0.4 % загальних запасів Землі.

Основним джерелом водопостачання для людей є річковий стік. Найбільший стік має річка Амазонка в Бразилії. Вода та її споживання розподілені на території Землі та по окремих регіонах нерівномірно. Найбільші запаси прісної води (до 80 %) зосереджені в озері Байкал (Росія). Нині понад мільярд чоловік на планеті не мають задовільного водозабезпечення. Тяжка ситуація склалася в Азійсько-Тихоокеанському регіоні (Бангкок, Таїланд, Південна Корея, Японія), у басейнах рік Нілу, Тигру та Євфрату. А в Об'єднаних Арабських Еміратах та деяких інших країнах п'ють опріснену морську воду.

Середньорічні водні ресурси України становлять близько 87,1 км<sup>3</sup>;



місцеві, тобто ті, що формуються в межах країни, становлять  $52.4 \text{ км}^3$  (в середній за водністю рік). Річковий стік України становить приблизно 83,5 млрд.  $\text{м}^3$ , а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд.  $\text{м}^3$ . На території країни цей стік розподілений також нерівномірно. До 70 % стоку припадає на Південно-Західний економічний район, в якому проживає до 40% населення. Головним постачальником прісної води є Дніпро, воду якого використовують до 60 % населення. Ріки Південний Буг, Західний Буг, Тиса, Дністер, Прут та інші забезпечують близько 35 % населення. Стан води і повноводдя в цих ріках залежить від стану їхніх приток і малих річок, яких налічується близько 63 тис. Стан останніх викликає тривогу, оскільки 20 тис. з них уже висохли. Висихання малих річок призводить до деградації великих рік. Тому слід оздоровляти і зберігати ці річки.

До складу водних ресурсів України належать і підземні води. Загальна величина прогнозованих запасів підземних вод становить близько 57,2 млн.  $\text{м}^3/\text{добу}$ , з яких 15,6 млн.  $\text{м}^3/\text{добу}$  є затвердженими. Територіальний розподіл цих вод досить нерівномірний: їх максимальна кількість (8 402 тис.  $\text{м}^3/\text{добу}$ ) знаходиться в Чернігівській області. Великі запаси підземних вод мають Київська, Полтавська, Херсонська, Харківська, Рівненська, Львівська, Сумська та Луганська області (від 3 046 до 4 186 тис.  $\text{м}^3/\text{добу}$ ).

Ресурси прісної води України, які включають річковий стік і підземні води, використовуються повністю, а в деяких південних районах відчувається нестача води. Для ліквідації останньої побудували канали: Південно-Кримський, Дніпро—Кривий Ріг, Сіверський Донець—Донбас та водосховища. Характерною ознакою природного розподілу водних ресурсів на території України є те, що місцям розташування найпотужніших споживачів води відповідають найменші запаси водних ресурсів (Донбас, Кривбас, Автономна Республіка Крим та інші південні регіони).

### Атмосферне повітря

Атмосферне повітря є косною речовиною біосфери і середовищем існування живої речовини — рослин, тварин і людей. Атмосферне повітря забезпечує рослинний і тваринний світ і людей життєво необхідними газуватими речовинами (вуглекислий газ, кисень), захист Землі від дії метеоритів, космічного опромінення, процеси виробничої діяльності людини киснем, азотом, воднем та інертними газами.

Атмосферне повітря використовують у промисловості як реагент для спалювання палива, теплоносії для нагрівання й охолодження продуктів, обладнання та приміщень, для добування зріджених газів (кисню, азоту, інертних газів). Атмосферний кисень є умовою життя людей і багатьох тварин. Без їжі людина може прожити до двох місяців, без води — тиждень, а без повітря — кілька хвилин. За добу людина споживає 500 л кисню, пропускаючи через легені 10 тис. літрів (12 кг) повітря, а їжі й води — всього 1.5—2 кг.

Для спалювання палива, виробництва металургійної та хімічної продукції, на додаткове окиснення різних відходів щороку в усьому світі витрачається 10—20 млрд. т кисню. На початок ХХІ ст. ця величина має зрости до 50 млрд. т. Підвищення витрат кисню, спричинене активізацією антропогенної діяльності людини, становить не менш як 10—16 % щорічного біогенного утворення, що викликає наш неспокій і змушує бити на сполох.

### Хімічний склад атмосферного повітря

Компонент	Вміст	
	% за масою	% за об'ємом
Азот	72,52	78,09
Кисень	23,15	20,94
Аргон	1,28	0,93
Оксид карбону (IV)	0,046	0,033
Неон	0,0012	0,0018
Гелій	0,000072	0,00052
Криптон	0,00033	0,0001
Ксенон	0,000039	0,000008
Оксид нітрогену (II)	0,0025	0,00025
Водень	0,0000035	0,00005
Метан	0,0008	0,00015
Оксид нітрогену (IV)	0,00008	0,000015
Озон	~ 0,000001	0,000002
Оксид сульфору (IV)	—	0,000002
Оксид карбону (I)	—	0,00001
Аміак	—	0,000001

Атмосферне повітря в нижніх шарах тропосфери складається переважно з азоту, кисню, аргону і оксиду карбону (IV) (табл. 3.1). У невеликих кількостях містяться неон, гелій, криптон, ксенон, оксиди нітрогену (II) і (IV), водень, метан, озон, оксид карбону (II) і аміак.

### Енергія

Енергія — це загальна міра руху при всіх матеріальних процесах і видах взаємодій. Якби процеси не відбувалися, якби перетворення форм руху не здійснювалися, завжди загальна кількість енергії залишалася незмінною. Відповідно до закону збереження й перетворення енергії, вона за будь-яких процесів в ізольованій системі зберігається, перетворюючись лише в чітко певній кількості з одного виду на інший.

Джерелом енергії на Землі є сонячне випромінювання, кінетична енергія обертання планети Земля та її супутника Місяця і енергія земних надр. Кінетична енергія виявляється в морських припливах. Енергія земних надр підтримується розпадом урану і торію. Сонячна енергія виникає в

результаті термоядерного перетворення водню на гелій і надходить на Землю у вигляді променистої енергії з довжиною хвиль 0,3—2,0 мкм. На поверхню атмосфери нашої планети постійно надходить потік енергії в кількості 8,09 Дж/см<sup>2</sup> за 1 хв. Ця величина відхиляється від середнього значення на 0,1—0,2 %. Річний потік сонячної енергії на Землю становить 10 500 МДж/м<sup>2</sup>, 40 % якої відбивається в космічний простір, 15 % поглинається атмосферою, 20 % витрачається на підтримання геологічного циклу, 0,06 % — на фотосинтез. В атмосфері основну кількість променистої енергії поглинає водяна пара, в гідросфері — вода, а в літосфері — гірські породи і ґрунт.

Поглинута біосферою сонячна радіація витрачається на здійснення роботи для забезпечення процесів життєдіяльності рослинного й тваринного світу та людського суспільства, частково розсіюється в космічний простір. Основні перетворювачі енергії в біосфері — живі організми. Рослини та земна поверхня поглинають енергії в середньому 5000 МДж/м<sup>2</sup> за рік. Перенесення енергії в живій речовині біосфери характеризується низькою ефективністю. Перенесення від продуцентів до консументів 1 порядку становить 10 %, а від консументів 1 порядку до 2 — 20 %.

Для організації матеріального виробництва людина також використовує енергію, яку вона виробляє з викопного палива та добуває з природних джерел. Кількість енергії, що виробляється в світі, невпинно зростає одночасно із зростанням потреб людини. В 60—70-х роках ХХ ст. кількість споживаної енергії подвоювалась упродовж 15 років, у 80-х роках — 10 років, тоді як останнє подвоєння чисельності населення відбулося впродовж 38 років. Отже, виробництво енергії відбувається випереджаючими темпами.

На початку 80-х років щорічне споживання енергії в світі наблизилось до 10 млрд т умовного палива (близько 2 т на людину). Доступного для добування вуглецю є 10—20 тис. млрд. т. Якщо поділити величину резервів вуглецевого палива на видобуток, то нафти вистачить на 30—35 років, вугілля — на 200, газу — на 40—50 років.

Нині енергетичний потенціал Землі становить 1 млн. МВт, надходження сонячної енергії — 173 000 ТВт. На початок ХХІ ст. очікується зростання енергетичного потенціалу до 100 тис. ТВт, що наближає нас до критичної межі, бо може призвести до перегрівання Землі. Нині в Україні виробляють 278,7 млрд. кВт • год. електроенергії.

На перших етапах свого розвитку людство задовольнялося в основному сонячною енергією. Більше того, надлишкова частина використаної енергії відкладалася у вигляді покладів вугілля, нафти, газу і торфу. Із зростанням чисельності населення та його потреб кількість споживаної енергії зростала і людство змушене було починаючи з ХVIII—ХІХ ст. «залізи в природну комору». Воно почало використовувати спочатку дере-

вину, потім природні запаси вугілля, нафти і газу, а також енергію води, вітру та інших природних джерел. Нині енергію добувають різними шляхами. У 1980 р. 70 % світової кількості енергії вироблено спалюванням нафти й газу, 20 % — вугілля, 3 % — гідроелектростанціями, 2 % — атомними електростанціями. Решта 5 % припадає на нетрадиційні джерела енергії. Нині одна людина споживає в Японії 1,5—5 т, у США — близько 7 т, а в країнах, що розвиваються, — 0,15—0,3 т енергії в нафтовому еквіваленті.

Усі види енергетичних ресурсів можна розподілити на первинні і вторинні. До первинних належать невідновні (нафта, вугілля, сланці, природний газ, газогідрати) та відновні (деревина, гідроенергія, енергія вітру, сонячна енергія, геотермальна енергія, торф, термоядерна енергія) 51

енергоресурси. До вторинних енергоресурсів належать проміжні продукти збагачення і сортування вугілля, гудрони, мазут та інші залишкові продукти переробки нафти; тріски, пні, сучки, що утворились в процесі заготівлі деревини; горючі гази (доменний, коксовий); теплота відхідних газів; гаряча вода із системи опалення; відпрацьована пара силових промислових установок.

Більша частина викопних запасів органічного палива знаходиться в країнах Північної Америки (40 %) і Азії (35 %), менші запаси в Західній Європі (12%), Африці (7%). Південній Америці та Океанії (по 3 %)є. Запаси палива в надрах складаються з вугілля, нафти, газу і уранової руди. Світові запаси вугілля оцінюють у 9—11 трлн. т умовного палива при видобутку понад 4,2 млрд. т за рік. Запаси розвіданих родовищ вугілля становлять, млрд. т: США — 430; країни СНД — 290; ФРН — 100; Австралія — 90; Англія — 50; Канада — 50; Індія — 29; Україна — 150.

Світові запаси нафти оцінюють у 840 млрд. т умовного палива, з них 10 % — достовірні і 90 % — вірогідні запаси. Основним постачальником нафти на світовий ринок є країни Близького та Середнього Сходу. Вони мають 66% світових запасів нафти, Північна Америка — 4%, Росія — 8-10 %. В Україні запаси нафти становлять 125 млн. т; нині щороку добувають 4,9 млн. т. Немає родовищ нафти в Японії, ФРН, Франції та багатьох інших країнах.

Запаси природного газу оцінюють в 300-500 трлн. м<sup>3</sup>. Найбільші запаси знаходяться в Іраку, Саудівській Аравії, Алжирі, Лівії, Нігерії, Венесуелі, Мексиці, США, Канаді, Австралії, Англії, Норвегії, Голландії. Росія має 30 % світових запасів і щороку видобуває 800-850 млрд. м<sup>3</sup> природного газу. В Україні запаси газу становлять понад 4100 млрд. м<sup>3</sup>. Крім того, досить великі запаси горючих сланців (2 млрд. т) і торфу (3,5 млрд. т). До невідновних видів палива належать газогідрати (CH<sub>4</sub> • nH<sub>2</sub>O), родовища яких відкриті в багатьох районах світу. В Україні родовища газогідратів розташовані в Чорному морі.

Очікують, що на початок XXI ст. частка атомної енергії в загальному енергозабезпеченні становитиме 15 %. В окремих країнах її частка значно вища вже нині, %: у США— 24, Франції— 65, Швеції – 40, ФРН —25, Японії — 23, Україні — близько 40. Потреба в урані при цьому становить 135 тис. т. Запаси урану в надрах становлять, понад 4 млн. т, з них 50%— достовірні. На початок 1986 р. у світі діяло 350 енергетичних реакторів загальною потужністю понад 250 млн. кВт. У 1985 р. в СРСР частка АЕС у загальному обсязі виробництва електроенергії становила близько 14%. Було побудовано 10 великих АЕС, на яких працювало 40 енергоблоків загальною потужністю 22 млн. кВт, а в 1990 р. —47 енергоблоків. В Україні нині працюють 5 АЕС.

Перспективними є реактори на швидких нейтронах. В них з урану-238 утворюється вторинне паливо — плутоній-239, причому уран використовується повністю. У звичайних реакторах на теплових нейтронах, які працюють на урані-235, уран використовується неповністю. Ведуться дослідні роботи в галузі термоядерної енергетики. В результаті термоядерної реакції, що відбувається за температури близько 100 млн. градусів, атоми водню перетворюються на атоми гелію. Для того щоб цей процес був стійким, таку високу температуру плазми слід витримувати впродовж 1— 2 с. Тривалість цього процесу в сучасних камерах «Токамак» сягає лише десятих часток секунди.

Згідно з прогнозом, до 2030 р. відновні джерела енергії замінять близько 2,5 млрд. т умовного палива. Їх частка в загальному балансі теплоти і енергії становитиме близько 8 %. Використання цих джерел енергії викликане екологічними проблемами. Ресурси відновної енергії наведені в табл. 3.2.

Крім рослин і торфу, всі інші джерела називають ще нетрадиційними. Сонячна енергія за 22 сонячних дні за сумарною потужністю еквівалентна всім запасам органічного палива на Землі. В США протягом 1984— 1988 рр. побудовані термоелектричні установки загальною потужністю 650 МВт. Термоелектричні установки меншої потужності побудовані в Іспанії та Йорданії. Вартість добутої в них енергії становить 10 центів за 1 кВт • год.

Фотоелектроенергія виробляється напівпровідниковими приладами, що перетворюють сонячне випромінювання на електричний струм. Сонячна батарея з коефіцієнтом корисної дії 12 %, площею 40 м<sup>2</sup>, побудована на південному боці даху, здатна забезпечити всі побутові потреби в електроенергії будинку. Сонячне теплозабезпечення використовують у багатьох країнах. Тільки в США експлуатують сонячні колектори площею 10 млн. м<sup>2</sup>, що економить 1.5 млн. т палива на рік.

Енергію вітру використовують при його швидкостях понад 5 м/с. В Україні освоюють виробництво вітроенергетичних установок потужністю

до 1-2 МВт. Перетворення енергії вітру на електроенергію у 80-ті роки в усьому світі становило 1660 МВт.

Геотермальні теплові електростанції (ГеоТЕС) використовують як енергію природні парогідротерми, що залягають на глибині до 5 км. Цей вид енергетики достатньо інтенсивно розвивається в США, Мексиці, Італії, Японії, Росії та на Філіппінах. Потужність найбільшої ГеоТЕС, побудованої в США, становить 50 МВт.

Для виробництва електричної і теплової енергії в лісопромисловості широко використовують біомасу — енергоносій рослинного походження, що утворюється в процесі фотосинтезу. Так, у Бразилії при використанні біомаси з винокурень утворюється настільки великий надлишок електроенергії, то її реалізація робить спирт дешевшим за нафту. Тільки з цукрової тростини можна добувати 50% енергії, що виробляється нині у 80 країнах, які вирощують цю культуру. Річний обсяг органічних відходів (біомаси) в країнах СНД дорівнює 500 млн. т. Її використання може зекономити 6 млн. т органічного палива щороку, а до 2010 р. — у 3 рази більше.

Океани мають потенційну енергію у вигляді теплоти, енергії течії, хвиль і припливів. Енергопотенціал припливів оцінюють у 780 млн. кВт. У Канаді працює припливна станція потужністю 20 МВт, в Росії — 400 кВт. Розробляється проект станції потужністю 87 млн. кВт. Гідроенергетика, за прогнозами, збереже 3 % загального обсягу енергії, що виробляється, приблизно до середини наступного століття. В Україні майже повністю вичерпані можливості побудови гідралічних електростанцій (ГЕС). У 1987 р. у колишньому СРСР на ГЕС вироблялось близько 300 млрд. кВт • год. електроенергії.

Потенційні гідроенергетичні ресурси річок такі: у Карпатах 250—500, у басейні Дніпра — 100—250 тис. м<sup>3</sup> • год/км<sup>2</sup>. Найменші потенційні гідроенергетичні ресурси на Причорноморській низовині — менш як 10 тис. м<sup>3</sup> • год/км<sup>2</sup>.

Перспективним та екологічно чистим паливом є водень. Він має втричі більшу теплоту згоряння, ніж нафта. Світове виробництво водню перевищує 200 млрд. м<sup>3</sup> за рік. Більше половини його використовують для виробництва аміаку й близько третини — на нафтопереробних заводах. Водень добувають з природного газу, нафти і вугілля за реакцією  $C + H_2O = H_2 + CO$ . Нині в усьому світі вчені працюють над проблемою добування водню з води. Електролізом добувати водень з води поки що дорого. В Японії працює дослідна установка, на якій водень добувають з води термохімічним методом.

*Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР)* — це енергія різних видів, яка залишає технологічний процес чи установку і використання якої не є обов'язковим для здійснення основного технологічного процесу. Вона являє собою побічну продукцію, що за відповідного рівня техніки може бути

частково або повністю використана для потреб нової технології чи енергозбереження інших процесів на тому самому підприємстві або за його межами. Нині особливо великі витрати теплоти на електростанціях, у металургійній, хімічній, нафтопереробній та нафтодобувній промисловості, у сільському господарстві та інших галузях господарства. За розрахунками, до 50 % виробленої теплоти в Україні втрачається.

ВЕР поділяють на три основні групи: надлишкового тиску, горючі і теплові. *ВЕР надлишкового тиску* — це потенційна енергія відходів, газів, води, пари з підвищеним тиском, яка може бути використана перед викидом в атмосферу. Такі ВЕР використовують для отримання механічної і електричної енергії. *Горючі ВЕР* — це горючі гази і відходи одного виробництва, які можуть бути застосовані у вигляді палива в інших виробництвах (тріски, тирса, стружка в деревообробній промисловості, доменний газ у металургійній, тверді й рідкі паливні відходи в різних галузях промисловості). *Теплові ВЕР* — фізична теплота відхідних газів, основної та побічної продукції виробництва, попелу і шлаків: гарячої води й пари; робочих тіл систем охолодження технологічних процесів. Теплові ВЕР можна використати для отримання теплоти, холоду, електроенергії в утилізаційних установках. Об'єм тепло енергії, виробленої за рахунок теплових ВЕР, становить близько 25 % у структурі теплоенергетичного балансу. Використання ВЕР у багатьох випадках економічно ефективне, оскільки питомі капітальні вкладення в установку для утилізації теплових ВЕР, віднесені до 1 т заощадженого палива, нижчі, ніж ціна на паливо з урахуванням його транспортування.

### Ресурси відновної енергії

Первинна енергія	Джерело енергії	Світові ресурси, 1 млрд. ТВт • год/рік.
Механічна	Стік рік	0,028
	Хвилі морські	0,005—0,05
	Припливи і відпливи	0,09
	Вітер	0,5—5,2
Теплова	Градiєнт температур:	
	Води океанів і морів	0,1—1
	повітря	0,001—0,01
	земних надр (вулканів)	0,05—0,2
Промениста	Сонячне випромінювання: на поверхні Землі	200—280
	повна енергія	1570
Хімічна	Рослини і торф	10

### Сировина

*Сировина* — це природні ресурси, які використовують у виробництві промислових продуктів. Вона є одним з основних компонентів технологічного процесу, який значною мірою визначає технологію виробництва, його економічність, якість продукту та екологічне навантаження на навколишнє природне середовище. У разі, коли вихідним матеріалом виробництва є сировина, яка вже зазнала промислової переробки, її називають *напівфабрикатом*. Як сировину використовують також відходи та побічні продукти інших виробництв.

За походженням сировину поділяють на мінеральну, рослинну і тваринну. Близько 70 % світової промислової продукції виробляють з мінеральних копалин, які видобувають з надр. За агрегатним станом розрізняють *тверду* (руда, вугілля), *рідку* (нафта, розсоли) і *газоподібну* (атмосферне повітря, природний газ) сировину. Мінеральну сировину, в свою чергу, поділяють на *рудну*, *нерудну* і *горючу* (органічну). *Рудною мінеральною сировиною* називають гірські породи або мінеральні агрегати, які містять метали, що можуть бути економічно вилучені в технічно чистому вигляді. Домішки в рудах, які не використовують у виробництві для отримання продуктів, називають *пустою породою*.

*Нерудною (неметалевою)* називають усю неорганічну сировину, яку використовують у виробництві хімічних, будівельних та інших неметалічних матеріалів, але яка не є джерелом добування металів. *Горюча мінеральна сировина*, тобто органічні копалини — вугілля, торф, нафта, сланці тощо — використовується як енергетичне паливо і як хімічна сировина.

Мінеральні ресурси належать до невідновних і характеризуються *рудним резервом*, під яким розуміють мінеральний матеріал, придатний для розробки в даний час. Резерви поділяють на визначені, передбачувані і прогнозовані. *Визначені* — це *резерви*, обсяг яких обчислено на підставі геологічної розвідки. *Передбачувані* — *резерви*, обсяг яких визначено шляхом екстраполяції даних геологічної розвідки. *Прогнозовані* — *резерви*, кількісна оцінка яких ґрунтується на геологічному характері родовища.

Показником виснаження ресурсів є видобуток на душу населення, який розраховують шляхом ділення загальної кількості видобутих ресурсів на чисельність населення країни або світу (світові запаси). Світові витрати ресурсів розподілені нерівномірно і їх можна характеризувати *індексом використання ресурсів* (IBP) — коефіцієнтом витрати резервів за рік. Використання більшості металів становить 0,4—6 %. Якщо IBP якогось металу становить 5 %, то його запаси будуть виснажені протягом  $100 : 5 = 20$  років. Найбільшу тривалість «життя» серед металів мають залізо — 177, алюміній — понад 200 і титан понад 300 років, найменше — золото, олово, свинець — близько 20 років, срібло — 14 років.

За IBP ресурси поділяють на групи:

1) ресурси з великою швидкістю виснаження — IBP >1,7 % (золото, срібло, ртуть, олово, свинець, цинк, уран, мідь, стибій, вольфрам та ін.);

2) ресурси з малою швидкістю виснаження — IBP <1,3 % (молібден, нікель, титан, залізо, манган, кобальт, хром, алюміній та ін.).

Запаси руд у багатих родовищах на верхніх горизонтах Землі майже вичерпані. Нині видобувають бідніші руди (з меншим вмістом металів, родовища яких залягають на більшій глибині і в складніших геологічних умовах).

Подовжити термін використання мінеральних ресурсів можна прискоренням пошуку нових родовищ, вдосконаленням технології видобутку руд, економічною та раціональною переробкою сировини, повторним використанням металів (переробка брухту) та пошуком заміників металів.

Балансові запаси залізних руд в Україні становлять 2 млрд. т. Загальна кількість манганових руд — близько 2 млрд. т, що становить 66 % світових запасів. На території країни є поклади хроміту, силікатів, уранових, нікелевих, титанових руд, ртуті, олова тощо. До нерудних належать родовища графіту — найбільші в Європі, фосфоритів, солей, доломітів, вогнетривких глин, пісків, кам'яних будматеріалів - граніту, мармуру, вапняку і крейди. В Україні зосереджені найбільші поклади каолінових глин для фарфоро-фаянсової та інших галузей промисловості.

Значним і поки що невикористаним резервом природних ресурсів є Світовий океан. Вже нині з морської води добувають калій, магній, бром, йод, кухонну сіль тощо. Геологи вважають, що в океанах більше, ніж на суші: мангану — 1,5 рази, нікелю - в 3, кобальту - в 30 разів. У США, Бразилії, Австралії та інших країнах з берегових монацитових пісків добувають цирконій, титан і рідкісноземельні елементи. Розробляється технологія добування золота з морської води. У Червоному морі з розсолів починають добувати срібло. Біля островів Японії з морського дна видобувають вугілля й залізну руду.

Дно океану на досить значних площах покрите залізомангановими конкреціями, в яких міститься 25 % мангану, 10—15 % заліза та близько 30 % інших елементів: міді — 1,9 %, кобальту — 1,5 %, нікелю — 2 % тощо. Останнім часом в придонних осадах виявлено промислові запаси газогідратів. Світовий океан є великою коморою природних ресурсів рослинного та тваринного походження (водоростей, риби, молюсків, ракоподібних тощо).

### Ґрунти

Ґрунти належать до біокосного компонента біосфери і утворюють *педосферу*. За визначенням В. В. Докучаєва (засновника вчення про ґрунти), під *ґрунтами* розуміють органо-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла та

світла, що утворився з гірських порід. Залежно від кліматичних і геологогеографічних умов вони мають товщину від 15—25 см до 2—3 м. Основна маса організмів і мікроорганізмів літосфери зосереджена в ґрунтах на глибині не більше кількох метрів. Ґрунт забезпечує рослини поживними речовинами та водою. Він трансформує кліматичні фактори, відіграючи велику роль у колообігу речовин, води та вуглекислого газу. Ґрунт може підсилювати дію окремих абіотичних факторів (наприклад, зменшувати вплив атмосферної посухи за рахунок водоутримувальної здатності гумусу, руйнувати біологічно шкідливі токсичні речовини тощо).

Ґрунт, як елемент біосфери, покликаний забезпечити біологічне середовище для людини, тварин, рослин та інших організмів. Він має високу буферність та енергоємність, значний резерв механізмів самоочищення, які так важливі для підтримання збалансованої взаємодії ґрунтової біоти і людини. Тільки ґрунтом можуть бути забезпечені повноцінні умови для виробництва продуктів харчування і корму для тварин. Ґрунт перебуває в постійних обмінних взаємодіях з іншими елементами біосфери і залежить від їх стану. Він істотно впливає на прилеглі елементи біосфери та поверхневі й підземні води, атмосферне повітря тощо. Ґрунти перебувають під постійною дією клімату, флори і фауни та антропогенної діяльності. Ґрунт є середовищем існування багатьох комах.

У ґрунті можна виділити кілька основних горизонтів: гумусовий, в якому зосереджена основна маса органічної речовини (підстилка і перегнійний горизонт); ілювіальний, в якому накопичуються поживні речовини; материнська вивітрена гірська порода і незмінена материнська порода. Степові ґрунти містять до 12 тис. т гумусу на 1 га, а лісові — до 100 тис. т.

Процес переробки опадів рослин і решток тіл тварин називають *гуміфікацією*. У процесі гуміфікації мертвого органічного речовиною живляться детритофаги та редуценти (комахи, бактерії та гриби). Гумус запобігає вимиванню поживних речовин, поліпшує структуру ґрунту і забезпечує утримання вологи в своїй товщі. Одночасно з гуміфікацією відбувається процес мінералізації органічної речовини. В результаті цього пронесу з органічних речовин виділяються йони фосфору, нітрогену, калію та інших мінеральних елементів, які є джерелом поживних біогенних речовин для рослин. Біогенні речовини поділяють на *макроелементи* (азот, фосфор, калій та ін.) та *мікроелементи* (манган, залізо, мідь, молібден, бор, кобальт та ін.).

Отже, гумус визначає родючість ґрунтів. Залежно від його вмісту розрізняють чорноземи, що містять 7—10 % гумусу, та підзолисті ґрунти з 2—3 % гумусу. Чорноземи є головним природним багатством країн. За співвідношенням у ґрунті піщаних і глинистих часточок їх поділяють на піщані, супіщані, суглинкові, глинисті та щебнисті. Ґрунтові пори заповнені водою й повітрям. Вода необхідна для кореневих систем рослин та

ґрунтових тварин. Повітря є джерелом кисню для дихання. Склад ґрунтового повітря відрізняється від атмосферного підвищеним вмістом (до 26 %) вуглекислого газу, який виділяється під час дихання організмів, що знаходяться в ґрунті. Поступово вуглекислий газ виділяється з ґрунту (до 25 кг/га CO<sub>2</sub> за годину). Чим вища температура ґрунту, тим активніше він «дихає». Виділюваний активний вуглекислий газ є продуктом живлення для зелених рослин, особливо низькорослих. Вода та її розчини в ґрунті є ресурсом для живлення тварин і рослин. Крім того, вона транспортує мінеральні речовини в різні ділянки ґрунту.

Спостерігаються циклічні добові, сезонні та багаторічні коливання властивостей ґрунту. Змінюється вологість, вміст вуглекислого газу, концентрація мікро- та макроелементів, вміст гумусу. У різні сезони може навіть змінюватись тип ґрунту, наприклад, болотно-лучний трансформувється в лучний. Проте порівняно з іншими компонентами екосистем ґрунт стабільніше зберігає свої властивості й структуру.

Родючі ґрунти є важливим потенціалом для розвитку сільського господарства. В Україні найродючішими є чорноземи з вмістом гумусу 3-7 % і товщиною гумусового шару 130—150 см. Вони займають понад 10 % території. Великі площі під сірими лісовими ґрунтами в Лісостеповій зоні та каштановими в Степу, що характеризуються високою якістю для сільськогосподарського виробництва.

Україна характеризується високим рівнем землезабезпечення. Земельний фонд її становить 60,3 млн. га.

### Структура земельного фонду України

Земельний фонд України	Площа	
	млн. га	% від загальної площі
Сільськогосподарські угіддя, в тому числі:	41,86	69,4
рілля	33,29	55,2
багаторічні рослини	1,07	1,8
сіножаті і пасовища	7,5	12,4
Ліси та лісосмуги	10,35	17,2
Земля під забудову, в тому числі:	2,4	4,0
під житлові будинки	0,42	0,7
промислові споруди	0,41	0,7
рудники(шахти)	0,14	0,2
Болота	0,93	1,5
Непридатні землі	1,29	2,1
Загальний земельний покрив	57,94	96
Вода, в тому числі:	2,42	4,0
штучні водоймища	1,15	1,9

### Клімат

*Клімат* — це статичний багаторічний режим погоди, який є однією з основних характеристик місцевості. Основні особливості клімату визначаються надходженням сонячної радіації, процесами циркуляції, характером підстилаючої поверхні. Впливають також широта й висота місцевості, наближення її до морського берега, рослинний покрив, наявність снігу та льоду, ступінь забруднення атмосфери. Ці фактори визначають широтну зональність клімату і сприяють формуванню місцевих різновидів (гірський, гумідний, арктичний, континентальний, морський, мусонний, субтропічний, тропічний, екваторіальний тощо). Клімат істотно впливає на водний режим, ґрунт, рослинний покрив та інші компоненти природи.

У змінах клімату виділяються циклічні процеси від 3-, 11-, 33-річного до вікового, а також спрямовані зміни. Циклічні процеси є проявом автоколивань, які виникають під впливом флуктуації сонячної радіації, прозорості атмосфери тощо.

Клімат України помірно континентальний. Південний берег Криму належить до субтропічного поясу. Сумарна сонячна радіація змінюється від 4022 на півночі до 5237 МДж/м<sup>2</sup> на півдні Криму. На її території переважають північно-західні повітряні переміщення. Впродовж року над територією країни відбувається в середньому 45 циклонів і 35 антициклонів. Найвищі середні температури спостерігаються в третій декаді липня (+20...25 °C), найнижчі — в третій декаді січня (-3...-10 °C). Кількість опадів становить від 1500 (ст. Турбат у Карпатах) до 300 мм/рік на Азово-Чорноморському узбережжі, близько 550 - 760 мм/рік — у Лісостепу.

Люди живуть в усіх кліматичних зонах. Проте в екстремальних умовах холодної Півночі чи спекотної екваторіальної Африки чисельність населення зменшується, що пояснюється більшими витратами сил і ресурсів. У зв'язку зі зменшенням енергоресурсів дехто з футурологів прогнозує, що в майбутньому переважна частина населення Землі проживатиме в південних широтах з теплим кліматом. Тут менші витрати теплоти на опалення житла, не потрібен теплий одяг. Проте й середні широти з помірним кліматом не залишаться безлюдними. З метою зменшення енерговитрат на опалення житло будуватимуть глибоко під землею. Це заощадить будівельні матеріали та енергію на обігрівання.

### Простір для життя

Площа суші на земній поверхні становить 149 млн. км<sup>2</sup>, але тільки третина її придатна для життя. Всього обробляється та зайнято містами й селами 15,1 млн. км<sup>2</sup>, 30,5 — луками й пасовиськами, 61,7 — скелями, пустелями й льодовиками, 41,6 — лісами. Нині суші для життя людей вистачає.

На сучасному історичному етапі в світі спостерігається демографічний вибух — різке зростання чисельності населення, яке в 1999 р. досягло 6 млрд. чоловік. Кожних 4—5 днів населення Землі збільшується на 1 млн.

чоловік, а за кожний рік — на 85 млн. Передбачається, що в 2035—2040 рр. його чисельність становитиме близько 12 млрд. чоловік, і ця величина має стабілізуватися. Для такої кількості населення вистачить придатної для життя площі. В цьому разі середня густина населення становитиме 240 чол/км<sup>2</sup> (десь на рівні Японії).

Україна розташована в центрі та на південному сході Центральної Європи і займає площу 603,7 тис. км<sup>2</sup> (це становить 31,5 % загальної площі центральноєвропейських країн). У країні проживає близько 49 млн. чоловік, що становить 31 % населення Центральної Європи. Середня густина населення — 85,7 чол/км<sup>2</sup>. Спостерігається тенденція до прогресуючого збільшення міського населення. Міста виникли близько 3 тис. років тому як найвища форма організації простору для життя людського суспільства. За прогнозами ООН, на початку XXI ст. половина населення мешкатиме в містах-гігантах з десятками мільйонів жителів. Найбільше місто в Україні — Київ, у якому проживає близько 3 млн. чоловік. В Україні 425 міст і понад 900 селищ міського типу, в яких проживає 68 % міського населення. Всього в п'яти містах (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса) населення становить понад 1 млн. чоловік. Густина сільського населення — 60—95 чол/км<sup>2</sup>. Найбільша густина населення в Донецькій області—200 чол/км<sup>2</sup>. Порівняно з такими європейськими країнами, як Бельгія і Нідерланди, наша країна не є перенаселеною.

Як свідчить накопичений досвід, для збереження природного середовища великого регіону на рівні оптимуму (стабільність кліматичних умов, достатня кількість харчових продуктів та необхідні умови для відпочинку людей) треба залишити 30 % площі в природному стані без антропогенної діяльності (ліси, заказники, національні парки). Половина з тих 70% площі, що залишається, має використовуватись під виробництво продуктів харчування. Зменшення площі незайманої природи призведе до негативних екологічних наслідків.

### Продовольство

Нині основну частку (до 98 %) продуктів харчування людей забезпечує суходіл, насамперед ґрунти. Для господарського використання при сучасному рівні техніки доступні 134 млн. км<sup>2</sup>, або 13,4 млрд. га. З них пустельні й тундрові території становлять 17 млн. км<sup>2</sup>. На початок 70-х років XX ст. було розорано і оброблялося 1,5 млрд. га, тобто 10,8 % придатної для сільськогосподарського використання суші. Луки й пасовиська займали майже 3 млрд. га (22,3 %). У середньому на кожного мешканця планети припадає близько 1 га орних земель, луків і пасовищ, тоді як для мисливця палеоліту для задоволення його життєвих потреб потрібна була площа 20 км<sup>2</sup>.

У зв'язку із зростанням чисельності населення та виходом частини угідь з сільськогосподарського обороту (щороку 5—7 млн. га) площа орної землі постійно зменшується. Так, у колишньому СРСР забезпеченість

населення орними землями на душу населення знизилась з 1,4 га в 1965 р. до 0,76 га в 1985р.

З майже 500 тис. видів рослин нашої планети людина використовує близько 23 тис. видів. Серед них близько 6 тис. видів — культурні рослини. З останніх у країнах СНД найпоширеніші 250 видів. До групи польових культур входить близько 90 найважливіших видів рослин, які забезпечують людей необхідними продуктами харчування, кормами для тварин і сировиною для технічної переробки. Серед квіткових рослин їстівних налічується 2897 видів. З найпоширеніших 1500 видів харчових, технічних і лікарських культурних рослин М. І. Вавилов виділив 1000 найголовніших, які займають 90 % площі, що обробляється.

В Україні практичну цінність для задоволення потреб людини мають 65 % видів її флори. До них належать кормові — близько 1000, дикорослі їстівні — 150, ефіроолійні — 400, вітаміноносні — 200, медоносні — 500, дубильні — 100, фарбувальні — 150, волокнисті — 50 та лікарські — 800 видів.

Населення планети споживає 8,7 млрд. т органічної речовини, виробленої сільським господарством. Біомаса земної кулі разом з гумусом і органічними рештками становить 5500 млрд. т. Щорічне виробництво органічної речовини еквівалентне  $1,5 \cdot 10^{17}$  кДж енергії, з якої на частку рослинних продуктів припадає 89 %.

Земляни вирощують понад 80 видів головних сільськогосподарських культур. У світовому виробництві продуктів харчування 60 % припадає на частку зернових культур, з яких більш як 40% — рис і пшениця. Злакові забезпечують майже 50% білка в раціоні харчування. Рис є основною їжею більш як 2 млрд. чоловік і його виробництво в 1975 р. становило 325 млн. т. Того року вироблено пшениці 360 і кукурудзи — 293 млн. т. Щороку вирощується понад 300 млн. т картоплі і 125 млн. т бобових (гороху, сої, арахісу).

У 1989 р. в колишньому СРСР було вироблено: зерна— 211,1; цукрових буряків — 97,5; картоплі — 72,0; овочів — 33,5; плодів і ягід — 9,9; винограду — 4,9 млн. т. Середня урожайність зерна в країні становила 18,8 ц/га. Вироблено 20,0 млн. т м'яса, 108,1 млн. т молока і 84,6 млрд. штук яєць. Поголів'я свійських тварин становило: великої рогатої худоби — 119,6; свиней — 78,1 та овець і кіз — 147,5 млн. голів.

Україна в 1990 р. виробляла зернових і зернобобових культур — 38,7 млн. т, цукрових буряків — 36,3; картоплі — 14,5; м'яса — 4,0; молока — 22,4; цукру-піску — 3,5 млн. т; вилловлювала риби і добувала морепродуктів 0,9млн т та виготовляла 380,8 тис. т тваринного масла. В 1994 р. в країні було 21,6 млн. голів великої рогатої худоби, 15,3 млн. свиней і 6,9 млн. овець.

Для задоволення харчового раціону людині щороку потрібно близько 4млн кДж (~1 млн. ккал) в енергетичному еквіваленті. В світі лише

декілька країн (Австралія, Канада, Нова Зеландія, США і ПАР) забезпечують населення продуктами харчування власного виробництва. Нині примара голоду нависла над багатьма країнами Азії, Африки та Латинської Америки. Щороку від голоду помирає понад 20 млн чоловік, близько 800 млн — голодує. Майже половина населення Землі неповноцінно (без тваринних білків) харчується. Щоб прогодувати 6,5 млрд населення, треба збільшити врожайність полів у 2 рази, що цілком можливо, виходячи з порівняння середніх і рекордних урожаїв. Так, для пшениці середній врожай становить — 20,85 ц/га, рекордний — 145,26 ц/га, для картоплі — відповідно 266,8 і 941,5, для рису — 25 і 144 ц/га. З наведеною прикладу можна зробити висновок, що за рахунок інтенсифікації сільського господарства виробництво продуктів харчування можна збільшити за певних умов у 3—4 рази.

Раціон людини включає продукти тваринництва (м'ясо, молоко та ін.). Для відгодівлі тварин згодовують 33—40 % рослинного фуражного зерна. Нині на кожного жителя планети припадає в середньому одна велика свійська тварина і один птах, які споживають у 5 разів більше їжі (в основному зерна), ніж людина. Трансформація біомаси з рослинної в тваринну зменшує її кількість у 10 разів, що потребує значного збільшення продуктивності від агросистем у разі введення значної частки продуктів тваринництва в раціон харчування. Отже, слід самообмежити себе в споживанні продуктів тваринництва і віддавати перевагу продуктам рослинництва.

Світові ресурси продовольства поповнюються продуктами Світового океану та інших водойм. Займаючи площу, що становить 71 % поверхні Землі, він сьогодні постачає 2 % продуктів (риба, ракоподібні, ссавці, криль та деякі рослини — ламінарія). В 1970—1990 рр. вилов риби в світі стабілізувався і становить 75 млн. т за рік. Підраховано, що річний приріст риби в океані становить 230—250 млн. т. З цієї кількості можна виловлювати близько 120 млн. т. Важливим резервом поповнення ресурсів продовольства є аквакультура — розведення риби в ставках, особливо вирощування мідій, устриць. Мідії мають смачне м'ясо з повноцінним білком. У Франції вихід м'яса мідій на 1 га водойм становить 200—250 т за рік, тоді як з корів отримують 0,3 т, а розведенням курей — 2 т живої маси. Крім того, аквакультура економічно більш вигідна. Тому в Україні на березі Чорного моря варто вирощувати мідій у більших масштабах, про що свідчить досвід впровадження цього методу під Одесою та в Криму. За рахунок аквакультури внесок океану в забезпечення людини їжею може збільшитися до 5 %.

Наприкінці XX ст. відкрився ще один шлях поповнення ресурсів продовольчих продуктів — застосування біотехнологій. *Біотехнологія* — це мікробіологічний синтез за допомогою бактерій білка та інших органічних речовин на основі відходів сільського господарства, деревини чи нафтопродуктів. Бактеріальний синтез дає змогу отримати білки з повним

складом амінокислот. Особливо важливими є висока швидкість розмноження бактерій вони дають потомство кожні 30 хв. З однієї клітини за 5 год. утворюється тисяча нових. Так, при вирощуванні кормових дріжджів з 1 м<sup>3</sup> об'єму апарата за добу можна одержати 30 кг білка. Це еквівалентно кількості білка, яку можуть дати 100 корів за той самий час. Складність цієї проблеми полягає в традиції поглядів людей на продукти харчування. Уже створено штучну чорну ікру, лососину, м'ясо, курячий та м'ясний бульйони, мармелад тощо. Навчилися робити штучні ароматизатори з будь-яким запахом (часнику, цибулі, шинки, м'ясного бульйону, банана та ін.). В Японії, США та Англії вже зараз випікають «зелений хліб» з добавкою порошку з морських водоростей, який дуже корисний для здоров'я.

### Генетичний фонд та надбання людського інтелекту

Сукупність видів рослин і тварин Землі становить генетичний фонд. Рослинний світ планети утворює фітосферу (грец. phitos - рослинна сфера), до якої входить приблизно 500 тис. видів рослин. До складу основних груп рослин належить таке число видів:

Бактерії	1 200	Зелені водорості	8 000
Синьо-зелені водорості	2 000	Інші водорості	1 000
Діатомові водорості	1 400 – 1 600	Гриби	40000-50 000
Жовто-зелені водорості	300	Лишайники	20 000
Бурі водорості	1 500	Мохоподібні	25 000
Червоні водорості	3 800	Судинні спорові	11 000
Пірофітові водорості	1 200	Голонасінні	600
Золотисті водорості	1 000	Покритонасінні	260 000

До складу фауни входить близько 1,5 млн. видів, у тому числі: комах — 1 млн., джгутикових — 8000, інфузорій — 6000, губок — 5000, коралів — 6100, нематод — 10000, моховаток — 2700, черевоногих молюсків — 9000, двостулкових молюсків — 15000, ракоподібних — 25000, павукоподібних — 35000, риб — 20000, земноводних і плазунів — 6000, птахів — 8590, ссавців — 4000 – 4500 та багато інших.

Рослинний і тваринний світ є дзеркалом, в якому відбивається ставлення людини до природи. Всі елементи живої речовини біосфери тісно пов'язані між собою трофічними ланцюгами (мережею). Зміни в природі впливають на життєздатність, екологію та поширення окремих рослин і тварин. Екологічна рівновага в глобальній екосистемі — біосфері забезпечується біологічним розмаїттям. Зникнення будь-якого виду в біогеоценозі руйнує усталені віками зв'язки між окремими видами та іншими компонентами біогеоценозу (мікроорганізмами, комахами тощо). В природі кожний вид організмів відіграє певну і тільки йому властиву роль.



Зникнення одного виду автоматично призводить до зникнення багатьох інших, об'єднаних спільним трофічним ланцюгом. Тому слід дбайливо оберегти генетичний фонд нашої планети.

Одним з найголовніших ресурсів людства є його розум. Сумарна маса мозку людства нині становить приблизно 9 млн. т. Можливості розуму безмежні і потрібно розумно розпоряджатися ним багатством. Плоди його діяльності слід спрямовувати на служіння людям і користь усіх нашої біосфері. Вже нині людське суспільство має величезні здобутки в галузі науки і техніки. Людина змогла розгадати таємниці мікро- і макросвіту, подолати сили гравітації Землі і вирватися в безмежні далі космічного простору. Вона неодноразово побувала на поверхні Місяця, запустила космічні апарати на деякі планети Сонячної системи і до Сонця; навчилася перетворювати хімічні елементи; використовує в господарстві величезні запаси атомної енергії; побудувала автоматично керовані штучні екосистеми, які функціонують і в Космосі.

Досягнення людського інтелекту слід спрямовувати не на війни за життєвий простір, не на підкорення народів, а на забезпечення гармонійного співіснування з біосферою, стійкої динамічної екологічної та біологічної рівноваги, підвищення добробуту людей та оптимальних умов існування природи.

### III. Забруднення та їх класифікація.

До недавнього часу (приблизно до XIII ст., коли чисельність населення становила 300—350 млн. чоловік) природа активно переробляла всі надходження речовин у біосферу, тобто відбувалося самоочищення. Продукти життєдіяльності всіх організмів, включаючи й людину, були переважно органічного походження. Після перетворення їх редуцентами на неорганічні сполуки вони включалися в природний колообіг речовин. Знаряддя праці чи предмети вжитку, хоча й мали неорганічну природу, використовувались у відносно невеликій кількості, і це не становило загрози для навколишнього природного середовища. Проте в подальшому, із зростанням чисельності населення, значно збільшувалися його потреби, для задоволення яких людство почало залучати багато нових речовин (порох, кислоти, солі, пізніше — різні хімічні препарати для боротьби з шкідниками сільського господарства тощо), які були не властиві природі і за відносно невеликий проміжок часу вона не встигала до них адаптуватися, тобто вони не включалися в природний процес колообігу речовин. Це призвело до їх накопичення і в подальшому стало завдавати значної шкоди екосистемам загалом і людині зокрема.

Отже, *забруднення* — це внесення у навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних і біологічних

речовин, агентів або внесення в надлишковій кількості будь-яких уже відомих речовин, які чинять шкідливий вплив на природні екосистеми й людину і яких природа не здатна позбутися самоочищенням. Речовини, які спричинюють забруднення навколишнього природного середовища, називають *забрудниками*, або *полютантами*. Забруднення біосфери означає не просто внесення в ґрунт, воду чи повітря тих або інших чужорідних компонентів. У будь-якому випадку об'єктом забруднення є біогеоценоз. Надлишок одних речовин у природному середовищі або наявність інших призводить до зміни екологічних факторів (змінюються склад атмосфери, води, ґрунту тощо). При цьому порушуються процеси обміну речовин, знижується інтенсивність асиміляції продуцентів і біопродуктивність біогеоценозу загалом. Завдається велика шкода всім процесам життєдіяльності, яка в кінцевому підсумку призводить до екологічної кризи та екологічної катастрофи. Під *екологічною кризою* розуміють ситуацію, що виникла в природних екосистемах у результаті порушення рівноваги під дією стихійних природних явищ або в результаті антропогенних факторів (вирубування лісів, зарегулювання рік, забруднення атмосфери, гідросфери, ґрунтів тощо). *Екологічна катастрофа* — це зміни необоротного характеру, що відбулися в екосистемах чи в біосфері.

Забрудники, що потрапили в атмосферне повітря чи води Світового океану, переміщуються на значні відстані і можуть опинитися там, де їх раніше не було. Більшість з них хімічно активні і здатні взаємодіяти з живою речовиною. Ввійшовши до складу тканин і органів живих організмів, такі речовини здебільшого стають отрутою для живої природи.

Існують різні принципи класифікації забруднень навколишнього середовища.

*Інгредієнтне забруднення*, як сукупність речовин, кількісно або якісно чужорідних природним біогеоценозам; *параметричне забруднення*, спричинене зміною якісних параметрів навколишнього середовища; *біоценотичне забруднення*, яке полягає в дії на склад і структуру популяцій живих організмів; *стаціонально-деструктивне забруднення*, що являє собою зміну ландшафтів і екологічних систем у процесі природокористування, пов'язану з оптимізацією природи в інтересах людини. Цю класифікацію вірніше було б назвати класифікацією перешкод, які заважають нормальному функціонуванню біосфери і завдають шкоди біоценозам та біотопам. Проте нас цікавить антропогенний тиск на біосферу, насамперед наслідки впливу на біосферу техногенної діяльності людини. Тому в подальшому ми розглянемо класифікацію забруднень, які є наслідком техногенної діяльності людини.

Забруднення поділяють на *природні*, спричинені будь-якими природними, зазвичай катастрофічними чинниками (повені, виверження вулканів, селявий потік тощо), і *антропогенні*, що виникають внаслідок діяльності

людей. Антропогенні забруднення за типом походження поділяють на механічні, хімічні, фізичні та біологічні.

До механічних забруднень відносять різні предмети у воді й ґрунті, а також тверді часточки різного розміру. Хімічні забруднення — це різноманітні сторонні штучні хімічні речовини (рідкі, тверді та газоподібні), які утворилися внаслідок хімічної реакції в хімічній, металургійній чи інших галузях господарства. Вони потрапляють у біосферу і порушують встановлені природою процеси колообігу речовин та енергії. Фізичні забруднення поділяють на теплові, електричні, радіаційні та світлові, а також шуми, вібрації та гравітаційні сили.

*Теплові (термальні)* забруднення виникають внаслідок підвищення температури середовища, головним чином у зв'язку з промисловими викидами нагрітих відхідних газів і води. *Світлові* забруднення пов'язані з порушенням природного освітлення місцевості в результаті дії штучних джерел світла, що призводить до появи аномалій у житті тварин і розвитку рослин. Шумове забруднення є наслідком збільшення інтенсивності шуму понад природний рівень. *Електромагнітне* забруднення створюється в результаті зміни електромагнітних властивостей середовища (від ліній електропередач, радіо і телебачення тощо), що призводить до геофізичних аномалій і змін у біологічних структурах. *Радіоактивне* забруднення пов'язане з підвищенням природного радіаційного фону і концентрації в середовищі радіоактивних речовин. *Мікробіологічне* (мікробне) забруднення спричинюється появою незвично великої кількості мікроорганізмів внаслідок масового їх розмноження на антропогенних субстратах або середовищах, які змінилися внаслідок господарської діяльності людини.

Згідно з іншою класифікацією, техногенні забруднення поділяють на дві основні групи — матеріальні та енергетичні.

До *матеріальних* належать викиди в атмосферу (газоподібні, рідкі, тверді та змішані), стічні води (умовно чисті й брудні) та тверді відходи (нетоксичні й токсичні). До *енергетичних* віднесені теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, іонізуюче та електронне випромінювання. За ознакою взаємодії з навколишнім середовищем забруднення поділяють на стійкі, які не руйнуються впродовж тривалого часу (наприклад, пластмаси), і нестійкі, які швидко руйнуються під дією природних фізико-хімічних або біохімічних процесів.

Під *навмисними забрудненнями* розуміють цілеспрямоване знищення лісів, використання родючих земель і пасовиськ під забудову, утворення внаслідок техногенної діяльності людей кар'єрів, шламонакопичувачів, териконів, мулових майданчиків, неправильне використання поверхневих і підземних вод, мінеральних та інших природних ресурсів.

*Супутнє забруднення* — це поступові зміни біосфери під впливом антропогенної діяльності (спустелювання, потепління в результаті «парникового ефекту», руйнування озонового шару, висихання боліт, озер, морів, випадання кислотних дощів тощо).

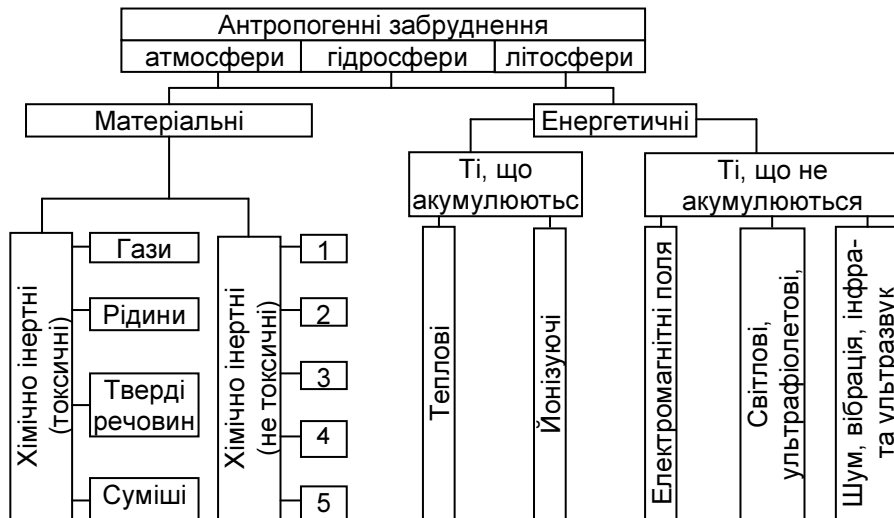
Антропогенні відходи виникають як у результаті промислової діяльності, так і споживання. Відповідно до цього їх поділяють на відходи виробництва і відходи споживання. *Відходами виробництва* вважають невикористані залишки сировини, матеріалів або напівфабрикатів, що утворилися при виготовленні продукції і повністю або частково втратили свої споживчі властивості. До них належать також продукти фізико-хімічної чи механічної переробки сировини, отримання яких не було метою виробничого процесу і які в подальшому можуть бути використані в господарстві як готова продукція після відповідної обробки або як сировина для подальшого перероблення.

Забруднення середовища	Інгредієнтне	Мінеральне	Продукти згоряння вихлопного палива	Продукт згоряння в ДВЗ
			Відходи хімічних виробництв	Пестициди і добрива
			Шахтні відвали і терикони	Аварійні скиди в акваторіях
			Інші	
		Органічне	Побутові стоки і сміття	Відходи тваринницьких ферм
			Мікробіологічні препарати	Нафтовидобуток і нафтопереробка
			Відходи харчової промисловості	
			Інші	
	Параметричне		Шумове	Радіаційне
			Теплове	Електромагнітне
			Світлове	
	Біоценологічне		Комплексний фактор занепокоєнь	Нерегульований збір, вилов, відстріл, браконьєрство
			Порушення балансу популяцій	Перепромисел
			Випадкова і спрямована інтродукція видів	
	Стадіально-деструктивне		Вирубування лісових насаджень	Ерозія ґрунтів
			Зарегулювання водостоків	Осушення земель
			Зарегулювання	Урбанізація
			Кар'єрна розробка копалин	Лісові та степові пожежі
			Шляхове будівництво	Інші форми, пов'язані з руйнацією та перетворенням екосистем

До відходів споживання відносять різні вироби, комплектувальні деталі тощо, які з тих чи інших причин не придатні для подальшого використання. Ці відходи поділяють на промислові та побутові. До перших належать металобрухт, обладнання, що вийшло з ладу, вироби технічного призначення з гуми, пластмаси, скла тощо. До побутових належать харчові відходи, зношені вироби побутового призначення (одяг, взуття та ін.), різноманітні використані вироби (пакувальні матеріали, скляна та інші види тари), побутові стічні води тощо.

Класифікацію відходів можна здійснювати за такими ознаками: за місцем утворення, можливістю переробки, агрегатним станом, токсичністю. За місцем утворення відходи поділяють на промислові, агропромислові та побутові. За можливістю переробки всі відходи можна поділити на вторинні матеріальні ресурси, які вже переробляються або переробка яких планується, і на відходи, переробка яких на даному етапі розвитку економіки недоцільна і які становлять безповоротні втрати. За агрегатним станом відходи поділяються на тверді (гравій, пісок тощо), рідкі (розчини, емульсії, суспензії тощо) та газоподібні (гази та їх суміші, водяна пара, парогазова суміш). За токсичністю відходи класифікують залежно від небезпечності отруєння на чотири класи.

#### Антропогенні забруднення біосфери



1 — загальносоматичні — призводять до отруєння всього організму (оксиди вуглецю, ціаністі сполуки, свинець, ртуть, арсен та його сполуки).

2 — подразнювальні — призводять до подразнення дихальних шляхів та слизової оболонки (хлор, аміак, сірчистий газ, фторид водню, оксиди азоту, озон, ацетон та ін.).

3 — сенсибілізуювальні - діють як алергени (розчинники, лаки та ін.).

4 — канцерогенні — призводять до появи ракових пухлин (азбест, радон, оксиди хрому та ін.).

5 — мутагенні — зумовлюють зміну спадкової інформації (свинець, радій, уран та ін.).

#### Класифікація речовин за ступенем небезпечності (ДГСТ 12.1.007—76)

Показник токсичності (встановлений експериментально або затверджений директивним органом)	Норма класу небезпечності речовин			
	Надзвичайно небезпечні 1	Високо небезпечні 2	Виважено небезпечні 3	Мало небезпечні 4
ГДК робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	<0,1	0,1—1,0	1,1—10,0	>10,0
Середня смертельна доза, введення в шлунок, мг/кг	<15	15—150	151—50000	>5000
Середня смертельна доза, на шкірну, мг/кг	<100	100—500	501—2500	>2500
Середня смертельна концентрація, інгаляція, мг/м <sup>3</sup>	<500	501—50000	5001-50000	>50000
Коефіцієнт можливого отруєння	<300	300—30	29—3	<3
Зона гострої дії	<6,0	6—18	18,1—54	>54
Зона хронічної дії	>10	10—5	4,9—2,5	<2,5

#### IV. Основні забрудники і їх класифікація.

Схарактеризуємо найпоширеніші забруднювальні речовини.

Оксид вуглецю (II) CO, або чадний газ, — не має кольору та запаху і є одним з найпоширеніших забрудників повітря. Він утворюється при не-

повному згорянні палива за реакцією:  $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ . За концентрації в повітрі більш як 1 % він негативно впливає на рослини, тварин і людину, понад 4 % — спричинює смерть. Токсичність чадного газу полягає в тому, що, потрапляючи в кров, він позбавляє еритроцити (червоні кров'яні тільця) здатності транспортувати кисень, настає кисневе голодування, задуха, запаморочення і навіть смерть. Він спричинює розлад серцево-судинної системи, а також сприяє розвитку атеросклерозу.

Оксиди нітрогену  $NO_x$  ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ ) для людини значно небезпечніші, ніж оксид карбону (II). Вони утворюються внаслідок недосконалої технології спалювання палива та в процесі виплавлення металів. Тому їх багато в районах ТЕС, котелень, металургійних і хімічних заводів. У повітря викидаються переважно підприємствами, що виробляють нітратну кислоту, целулоїд, анілінові фарби та віскозний шовк. Сполучаючись з водою в дихальних шляхах, вони утворюють нітратну й нітритну кислоти, які спричинюють сильні подразнення слизових оболонок і тяжкі захворювання. Вони поглинаються листям рослин, які втрачають після цього кормові якості і хворіють.

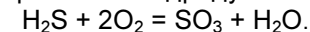
Токсичні вуглеводні (парафіни, нафтени, ароматичні вуглеводні, бензпирен та ін.) — пара неповного згорання палива, що викидається з двигунів внутрішнього згорання. Надзвичайно шкідливими є ненасичені (олефінові) вуглеводні, що становлять 35 % загальної кількості вуглеводневих викидів. Нині вчені встановили наявність у вихлопних автомобільних газах понад 200 сполук, найшкідливішими серед яких є бензпирен, оксиди нітрогену, альдегіди, сполуки плюмбуму й меркурію. Вуглеводневі сполуки спричинюють утворення смогу — фотохімічного туману у великих містах (Лондон, Токіо, Мехіко, Мілан, Нью-Йорк та ін.). Це явище загрожує і нашим індустриальним містам з великими обсягами автотранспорту (Київ, Дніпропетровськ, Донецьк, Харків, Одеса, Сімферополь, Запоріжжя та ін.). Сприятливими умовами виникнення смогу є літні сонячні безвітряні дні.

Сірчаний ангідрид  $SO_3$  утворюється внаслідок окиснення сірчистого ангідриду в атмосфері під час фотохімічних і каталітичних реакцій і є аерозолем або розчином сульфатної кислоти в дощовій воді. Сульфатна кислота підкиснює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків, доломітів. Вона загострює захворювання легеневої системи та дихальних шляхів людини й тварин. Сірчаний ангідрид поширений у районах хімічної, нафтохімічної та металургійної промисловості, ТЕС, котелень, коксохімічних і цементних заводів. Сірчаний ангідрид дуже шкідливий і для рослин, оскільки легко ними засвоюється і порушує їх життєдіяльність.

Сірчистий ангідрид  $SO_2$  або сірчаний газ, виділяється під час згорання палива з домішками сірки (вугілля, нафти, природного газу), переробки сірчанних руд, горіння териконів, виплавлення кольорових металів. За ви-

соких його концентрацій у рослинах швидко зникає хлорофіл, клітини розриваються і спостерігається некроз тканин, які набувають коричневого кольору. Найчутливіші види рослин, такі як люцерна, соя та ячмінь, виявляють симптоми пошкодження вже за концентрацій сірчистого ангідриду порядку  $0,3\text{—}0,5\text{млн}^{-1}$  при тривалості дії не менш як 2—3 год. У разі інтенсивнішого впливу сірчаного газу може спостерігатися майже повний некроз молодих голок хвойних дерев, їх повне обпадання. Оксид сульфору (IV) та інші його сполуки подразнюють слизову оболонку очей і дихальних шляхів. Тривала дія малих концентрацій цього газу призводить до виникнення хронічного гастриту, гепатонатії, бронхіту, ларингіту та інших хвороб. Є відомості про зв'язок між вмістом сірчаного газу в повітрі та рівнем смертності від раку легенів.

Гідрогенсульфід  $H_2S$  і карбондисульфід  $CS_2$  викидаються в повітря окремо або разом з іншими сульфуровмісними сполуками підприємствами, що виготовляють штучне волокно, цукор, а також нафтопереробними й коксохімічними заводами. Характерною ознакою цих забрудників є різкий, неприємний, подразливий запах і висока токсичність (вони в 100 разів токсичніші за сірчаний газ). В атмосфері гідрогенсульфід повільно окиснюється до сірчаного ангідриду:



Гідрогенсульфід утворюється в природі в результаті діяльності вулканів та сульфатредукуючих бактерій. Дія останніх спостерігається в місцях з нестачею кисню — донні відклади річок, боліт, озер і морів, у портах і районах стоку забруднених вод із суші, в каналізаційних мережах міст. Сульфатредукуючі бактерії відщеплюють кисень від молекул сульфатної кислоти та її сполук, що містяться в стоках та застійних водах, і виділяють гідрогенсульфід. Якщо останній утворює чорні сульфідні сполуки, то він не шкідливий. Вільний гідрогенсульфід дуже небезпечний. Він має різкий запах тухлих яєць і густину  $1,19\text{ г/дм}^3$ , добре розчиняється у воді. Цей газ легко поглинається слизовими оболонками очей, носа, дихальних шляхів. У значних кількостях він дуже подразнює ці органи, роз'їдає їх, призводить до запалення трахеї, бронхів, легенів і навіть до смерті. Внаслідок тривалої дії незначних концентрацій гідрогенсульфіду виникають подразнення шкіри, сип, фурункули. Одне-два вдихання газу високих концентрацій викликає параліч органів дихання та смерть. Карбондисульфід впливає на нервову систему, викликаючи явище гострої інтоксикації, а також розвиток атеросклерозу.

Сполуки хлору поширюються в повітрі навколо хімічних заводів, що виробляють хлоридну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду тощо. У великих кількостях вони дуже шкідливі для рослин, тварин і людини. В атмосфері ці сполуки перебувають у вигляді молекулярного хлору та хлориду гідрогену; 84 % сумарної кількості сполук хлору в атмосфері сконцентровано в районах, де

сильно розвинена промисловість. Вільний хлор та його сполуки діють на органи нюху, світлову чутливість очей, порушують ритм дихання.

*Сполуки флуору* характерні для районів, де діють підприємства, що виробляють алюміній, емаль, скло, кераміку, фарфор, сталь, фосфорні добрива. В повітрі вони містяться у вигляді газоподібних HF або пиловатих часточок флюориту. Сполуки флуору надзвичайно токсичні. До нього дуже чутливі комахи. Надлишки фтору (накопичуються в рослинах, а через рослинний корм — в організмі тварин) призводять до швидкого псування зубів, кісток, зниження діяльності молочних залоз, некрозу нирок, ушкодження кишківника. Сполуки флуору викликають різке подразнення шкіри і слизових оболонок. Тривала їх дія може призвести до носових кровотеч, нежиті, кашлю, пневмосклеротичних змін у легенях.

Великої шкоди навколишньому природному середовищу завдають *важкі метали* — мідь, нікель, свинець, кадмій, ртуть та ін. *Свинець* може міститися в ґрунтах, воді й повітрі. У великих містах у дощових водах і снігу вміст свинцю сягає 250—350 мкг/л. Головним джерелом його надходження в природне середовище є автотранспорт. Свинець у вигляді аерозольних часточок викидається з вихлопними газами, які утворюються в двигунах внутрішнього згорання при використанні етильованого бензину. В складі останнього як антидетонатор використовують тетраетилсвинець. Сполуки плумбуму, які дуже шкодять здоров'ю людини, містяться також у свинцевих фарбах, свинцевих покриттях водогінних труб, різних прокладках, ізоляціях електрокабелів тощо.

Наявність незначної кількості свинцю в організмі призводить до тяжких захворювань, зниження інтелектуального розвитку, перезбудження, розвитку агресивності, неухильності, глухоти, безпліддя, затримки росту, порушень вестибулярного апарату тощо. Навіть незначні домішки свинцю в повітрі, воді чи їжі шкодять нервовій та кровоносній системі дітей. У промислово розвинених країнах (Японії, США, Англії, Франції, Швеції та Німеччині) було прийнято рішення і припинено виробництво етильованого бензину та свинцевих фарб. Таке саме рішення прийняла незалежна Україна.

У середньому в організмі людини міститься 120 мкг свинцю, розподіленого у всіх органах, тканинах і кістках. З м'яких тканин свинець поступово виводиться, а з кісток скелета — дуже повільно (десять років). Органічні сполуки плумбуму надходять в організм людини через шкіру, слизові оболонки, з водою та їжею, а неорганічні — переважно через дихальні шляхи. Нині мешканець великого міста щодня вдихає з повітрям та поглинає з їжею до 45 мкг свинцю, з яких в його організмі затримується до 16 мкг. Цей свинець проникає в кров і розподіляється в кістках (90 %), печінці та нирках, іноді загальна його кількість в організмі досягає 0,5 г і більше, що значно перевищує ГДК в крові (50—100 мкг/100 мл).

Людина є однією з останніх ланок ланцюга живлення. А в межах цього ланцюга концентрація свинцю від ланки до ланки зростає: у донних водоростях, які поглинають свинець із забруднених вод, його концентрація підвищується в 700 разів, у фітопланктоні — в 4000, у зоопланктоні — в 3000, у молюсках — у 4000 разів.

*Кадмій* є досить отруйною речовиною, незначні концентрації якої призводять до серйозних захворювань нервової системи, кісткових тканин, а тривала дія — навіть до смерті. Його ГДК становить 0,001 мг/л. Тяжке кісткове захворювання, відоме в Японії як «ітай-ітай», спричинене хронічним отруєнням кадмієм, що містився в рисі. Рис накопичував цю речовину внаслідок забруднення відходами гірничодобувної промисловості, розміщеної поблизу полів. У цих районах щодня в організм потрапляло до 600 мкг кадмію. В США нині в організм дорослої людини потрапляє за добу 50—60 мкг кадмію, в Швеції — 15—20, у Японії — до 80 мкг. Основна маса кадмію виводиться з організму досить швидко, адсорбується лише близько 2 мкг за добу.

Виявлено, що в природне середовище кадмій надходить переважно в результаті антропогенної діяльності — під час видобутку та переробки деяких металонесних корисних копалин, згорання деяких видів палива, спалювання побутових відходів на звалищах, а також з промисловими стічними водами. Потрапляючи в ріки, кадмій далі виноситься в морі, де накопичується в морських рослинах, планктоні, кістках риб. До річч, морські фосфорити, як і добрива, які з них виготовляють, містять підвищену кількість кадмію, а це призводить до його накопичення в ґрунтах.

*Ртуть* — дуже отруйна речовина. Особливо токсичними є органічні сполуки меркурію: метилмеркурій, етилмеркурій тощо. Потрапляючи в організм, вона циркулює з кров'ю і, з'єднуючись з білками, частково відкладається в печінці, селезінці та тканинах мозку. Особливо небезпечні сполуки меркурію для немовлят. Характерні ознаки ртутного отруєння — поява на краях ясен синьо-чорної смуги, зниження працездатності, поганий сон, послаблення нюху, головний біль, тремтіння пальців. Ртуть, що потрапила в організм внаслідок разового отруєння, виводиться сечогінними засобами дуже повільно — впродовж трьох-чотирьох місяців.

Вплив *пилу*, що викидається в атмосферу, на організм людини пов'язаний з його дисперсністю. Дрібні часточки проникають у дихальні шляхи і подразнюють слизові оболонки. Тривала дія дуже дрібного пилу може призвести до закупорювання пор і зниження потовиділення. У людей, які постійно мешкають в умовах запиленої місцевості, спостерігаються фіброзні зміни в легенях. Пил, що містить отруйні речовини (арсен, ртуть, свинець), призводить до отруєння. Азбестовий пил здатний спричинювати фіброз легень. Крім того, він посилює шкідливу дію оксиду сульфуру (IV). Деякі метали віднесено до речовин, що зумовлюють ракові захворювання, зокрема арсен і хром. Отруєння селеном зазвичай закінчується смертю.

Вуглеводні подразнюють дихальні шляхи, з'являється нудота, запаморочення, сонливість, розлад дихання й кровообігу. Деякі вуглеводні є канцерогенами.

Дуже небезпечними для здоров'я людини є *радіонукліди*. Постійна дія радіоактивних речовин навіть у малих дозах порушує нервову діяльність, функції статевих залоз, травного каналу, органів дихання, викликає розлад у роботі надниркових залоз, гіпофіза й щитоподібної залози, змінює склад крові і порушує діяльність серцево-судинної системи, а в деяких випадках виникає і канцерогенний ефект.

## V. Нормування і методи визначення властивостей забруднення

Ефективним методом зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище та забезпечення екологічної безпеки біосфери є застосування в господарській діяльності безвідходних технологій з повним використанням усіх компонентів сировини. Однак нинішній рівень розвитку техніки не дає змоги розробити подібні технології, а тому поки що основним напрямом охорони довкілля є нормування кількості викидів, стоків та відходів і контроль за ними. В основі нормування лежить установлення *гранично допустимих концентрацій* (ГДК) шкідливих речовин (полютантів) в атмосферному повітрі, воді й ґрунті та харчових продуктах. При встановленні ГДК приймають найнижчий рівень забруднення, який ґрунтується на санітарно-гігієнічних нормах. *ГДК полютанта* — це такий його максимальний вміст у природному середовищі (воді, повітрі, ґрунті) або продукті, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю в разі постійного контакту, а також не викликає небажаних (негативних) наслідків у нащадків.

Для визначення ГДК використовують високочутливі тести, пов'язані зі зміною світлової чутливості ока, потенціалів мозку тощо. Вони дають змогу виявити мінімальні впливи токсичних речовин на організм людини навіть у разі короточасної їх дії. Для виявлення тривалого впливу токсичних речовин проводять лабораторні дослідження на тваринах у спеціально обладнаних камерах із застосуванням різних тестів. Під час визначення ГДК враховують дію забрудників не лише на здоров'я людини, а й на диких і свійських тварин, рослини, гриби, мікроорганізми та біоценози загалом. Використовують також матеріали епідеміологічних досліджень. До визначеного порогу впливу додають коефіцієнти запасу. ГДК виражають у міліграмах на метр кубічний ( $\text{мг/м}^3$ ) — у повітрі, на дециметр кубічний ( $\text{мг/дм}^3$ ) — у воді та в міліграмах на кілограм ( $\text{мг/кг}$ ) — у ґрунті та продуктах харчування.

Для кожного середовища визначено різні види ГДК. Для повітряного середовища:  $\text{ГДК}_{\text{р.з}}$  - робочої зони, за яку вважають простір заввишки до 2 м над підлогою, де знаходяться робітники (рівень вдихання);  $\text{ГДК}_{\text{м.р}}$  — максимальна разова, при вдиханні впродовж 20 хв. не повинна спричинювати негативних наслідків в організмі людини;  $\text{ГДК}_{\text{с.д}}$  — середньодобова, не повинна негативно впливати в разі необмежено тривалого (впродовж років) вдихання. Для водного середовища:  $\text{ГДК}_{\text{в}}$  — у воді господарсько-питного й культурно-побутового призначення;  $\text{ГДК}_{\text{в.р}}$  — у водоймах рибогосподарського водокористування. Для ґрунту:  $\text{ГДК}_{\text{гр}}$  — в орному шарі ґрунту, не повинна негативно впливати не тільки на здоров'я людини, а й на самоочисну здатність ґрунту. Для продуктів харчування —  $\text{ГДК}_{\text{пр}}$ , або інакше *допустима залишкова кількість* (ДЗК) речовини, що не чинить шкідливого впливу на здоров'я людини.

У разі наявності в повітрі чи воді кількох домішок враховують їх сумарну шкідливу дію за формулою

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1,$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — концентрації забрудників,  $\text{мг/м}^3$ ;  $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots, \text{ГДК}_n$  — ГДК забрудників,  $\text{мг/м}^3$ .

Дуже шкідливою є дія таких полютантів, як сірчистий газ, оксид нітрогену (IV), сульфатна кислота, фторид гідрогену, фенол та аерозолі. Тому в разі їх спільної наявності визначають сумарний вплив цих забрудників.

Встановлено національний стандарт (ГДК) для найпоширеніших забрудників. Значення ГДК одних і тих самих полютантів для різних середовищ різняться. Неоднакові також максимальні разові й середньодобові ГДК одних і тих самих полютантів. Так,  $\text{ГДК}_{\text{м.р}}$  сірчистого газу становить —  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , а  $\text{ГДК}_{\text{с.д}}$  —  $0,05$ ; ГДК пари фториду гідрогену — відповідно  $0,02$  і  $0,005$ , аміаку —  $0,2$  і  $0,004 \text{ мг/м}^3$ .

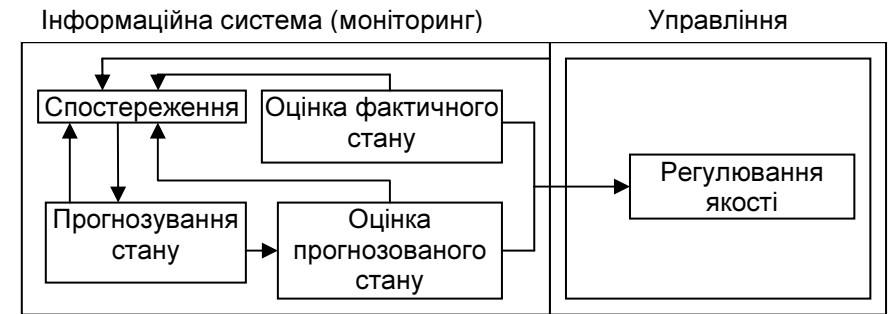
Для нормування різних викидів в атмосферу і скидів у водойму забруднювальних речовин запропоновано ще один норматив — граничнодопустимий викид в атмосферу (ГДВ) або гранично допустимий скид у водойму (ГДС). *Гранична допустимі викиди* — це кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, щоб концентрація забрудників повітря на межі санітарної зони не була вищою від ГДК. Встановлюють ГДВ на основі розрахунку розсіювання домішок в атмосфері.

*Санітарно-захисні зони* (СЗЗ) — це ділянки землі навколо підприємств, що відокремлюють їх від житлових масивів з метою зменшення шкідливого впливу цих підприємств на здоров'я людини. Їх розташовують з підвітряного боку підприємств і засаджують пилостійкими деревами та чагарниками, що мають бактерицидні властивості (береза, біла акація, грецький горіх, дуб, канадська тополя, сосна, смерека, бузина, смородина та ін.).

Згідно із санітарними нормами проектування промислових підприємств, виділяють 5 класів промислових об'єктів із СЗЗ завширшки від 50 м до 3000 м з урахуванням ступеня забруднення повітря поблизу виробництва. Перший клас поділяють на підкласи 1А з СЗЗ завширшки 3000 м та 1Б — 1000 м. До першого класу А з СЗЗ завширшки 3000 м відносять особливо небезпечні об'єкти (АЕС та ін.). До першого класу Б з СЗЗ завширшки 1000 м належать хімічні, нафтопереробні, паперово-целюлозні та металургійні заводи й підприємства, що займаються випалюванням коксу, вторинною переробкою кольорових металів, видобутком нафти, природного газу та кам'яного вугілля. До другого класу із СЗЗ завширшки 500 м належать цементні, гіпсові, вапнякові та азбестові заводи і підприємства, що виробляють свинцеві акумулятори, пластичні маси, видобувають горючі сланці, кам'яне, буре та інше вугілля. До третього класу із СЗЗ завширшки 300 м належать підприємства з виробництва скловати, керамзиту, толю й руберойду, вугільних виробів для електропромисловості, різних лаків та оліфи, ТЕЦ, заводи залізобетонних виробів, асфальтобетонні, кабельні заводи тощо. До четвертого класу СЗЗ завширшки 100 м відносять підприємства металообробної промисловості, машинобудівні заводи, електропромисловість з невеликими ливарними цехами, виробництва неізолюваного кабелю, котлів, цегли, металевих електродів, будівельних матеріалів з відходів ТЕС. До п'ятого класу із СЗЗ завширшки 50 м включено підприємства легкої промисловості, металообробної промисловості з термічною обробкою без ливарних цехів, виробництва лужних акумуляторів, приладів для електротехнічної промисловості без застосування ртуті й лиття, друкарні, виробництва харчової промисловості, пункти очищення й промивання цистерн, виробництво стиснутих і зріджених продуктів розділення повітря.

## VI. Екологічний моніторинг і якість природного середовища

Для керування процесом охорони природи, раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки навколишнього природного середовища потрібна організація обліку антропогенних змін та їх проявів як в окремих регіонах, так і в глобальних масштабах (державні, континенті, біосферні). Такий облік потрібно здійснювати з метою запобігання будь-яким негативним наслідкам у повсякденному господарюванні та погіршенню якості природного середовища, а також для прогнозування змін у середовищі та їх наслідків. Ці завдання вирішують за допомогою екологічного моніторингу. *Екологічний моніторинг* — це комплексна науково-інформаційна система спостережень, оцінки й



прогнозування змін стану навколишнього середовища та живих організмів під впливом антропогенних факторів.

Розрізняють моніторинг фоновий, біологічний (біосферний) та господарський. За *фоновому моніторингу* здійснюють систематичні стаціонарні заміри, які проводять за єдиною програмою стану атмосфери, ґрунту, природних вод та особливостей земної поверхні. За *біологічного моніторингу* здійснюють систематичну оцінку стану видів рослин і тварин. *Господарський моніторинг* проводять з метою оцінки діяльності окремих сільськогосподарських або промислових об'єктів. Проведення глобального моніторингу розпочато на основі рішення Міжнародної наради, що відбулася в 1974 р.

Для керування раціональним природокористуванням, що не допускає небажаних відхилень якості середовища або своєчасно запобігає їм, поряд з отриманням відповідної інформації потрібно визначити нормативи оптимального середовища для нормальних умов життя людини. Для цього необхідно установити *гранично допустимі екологічні навантаження* (ГДЕН) на навколишнє середовище, перевищення яких може призвести до його погіршення, а отже, до збитків і погіршення здоров'я самої людини. Якість середовища можна виражати в абсолютних або умовних одиницях (балах), що характеризують кожен з критеріїв або параметрів. Сумарне значення балів і характеризує стан середовища в певному регіоні. Так, США з 1969 р. характеризують стан середовища *індексом якості природного середовища* (ІЯПС). Його визначають за результатом багатьох оцінок стану повітря, ґрунтів, природних ресурсів тощо. Максимальне значення ІЯПС становить 700 балів. У США цей індекс знизився з 406 балів у 1969 р. до 343 у 1977 р.

Бальна оцінка дає змогу щороку аналізувати, за рахунок яких факторів погіршується якість природного середовища. При цьому необхідне також ретельне спостереження за якістю середовища з отриманням відповідної оцінкової інформації, яке здійснюється за допомогою моніторингу. Основні елементи моніторингу такі: 1) стеження, тобто спостереження за факторами впливу і станом навколишнього природного

середовища; 2) прогнозування майбутнього стану середовища; 3) оцінка фактичного й прогнозованого стану природного середовища:

Розрізняють три рівні стеження за станом навколишнього середовища: 1) глобальні космічні спостереження з супутників або пілотованих кораблів за станом біосфери; 2) регіональні аероспостереження за окремими великими регіонами, здійснювані з літаків; 3) наземні спостереження окремих районів. Для останніх використовують нерухомі (стаціонарні) і рухомі пости. Наприклад, у місті з населенням до 500 тис. чоловік має бути не менш як 3-5 стаціонарних постів, призначених для аналізу атмосферного повітря, води у водоймах і ґрунтів.

З добутої інформації на першому етапі виконують аналіз ефектів впливу різних факторів на навколишнє природне середовище, у тому числі визначення видів заподіяної шкоди та виявлення критичних факторів. На другому етапі визначають екологічні навантаження на природні екосистеми і на третьому—розраховують гранично допустимі екологічні навантаження (ГДЕН) на цю екосистему з урахуванням економічних і соціальних факторів.

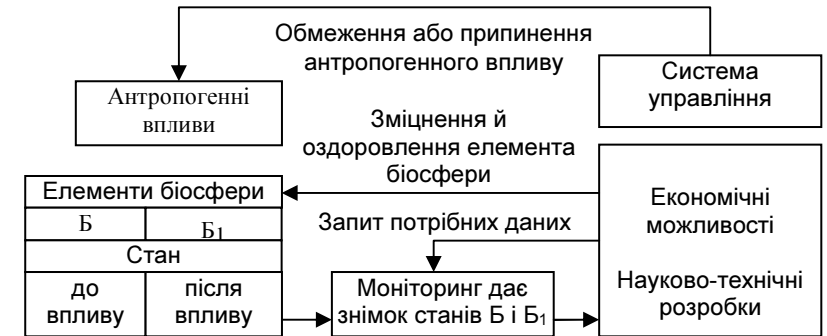
Залежно від масштабу та об'єктів спостереження розрізняють медико-біологічний моніторинг — моніторинг факторів, пов'язаних із здоров'ям людини, кліматичний — зі станом клімату, екологічний — зі станом екосистеми та ін. Ю.А. Ізраїль визначив критерії високої якості навколишнього природного середовища:

- 1) таке середовище дає можливість для сталого існування і розвитку екосистеми в певному місці, яка історично виникла, створена або перетворена людиною;
- 2) у таких умовах відсутні нині й не загрожують у майбутньому несприятливі наслідки для будь-якої популяції, що перебуває в цьому місці історично або тимчасово.

Для постійного підтримання високої якості навколишнього середовища потрібно мати систему керування його станом, яка б впливала на екологічне нормування, тобто на систему норм забруднювальних речовин і допустиму інтенсивність їх надходження в природне середовище. При ньому особливу увагу слід приділяти стійким полютантам (хлорорганічні пестициди — ДДТ, альдрин та ін., поліхлорбефеніл (ПХБ), ртуть, радіонукліди).

Екологічну значущість різних факторів оцінюють за допомогою гранично допустимих концентрацій (ГДК), гранично допустимих викидів (ГДВ), гранично допустимих скидів (ГДС) для джерел забруднення і гранично допустимих екологічних навантажень (ГДЕН). На основі аналізу цих факторів роблять висновок про *допустимі впливи на екосистему*. Під допустимими розуміють впливи, що не призводять до перевищення допустимого навантаження на екосистему:

### Схема системи управління станом середовища



В екосистемі має постійно створюватися середовище, оптимальне для життя людини. Незважаючи на всі досягнення розуму людини, вона залишається біологічним видом, для задоволення життєвих потреб якої необхідні певні умови середовища: склад повітря і води, якість їжі, температура тощо. З погляду на ці фактори і говорять про якість середовища, тобто про ступінь його відповідності потребам людини та біоценозам.

Для нормальної життєдіяльності людства потрібна система екологічного захисту, яка б забезпечувала екологічну безпеку біосфери. Ці функції виконує система глобального моніторингу, організована на базі космічної та обчислювальної техніки на основі міжнародного співробітництва. Штучні супутники Землі ведуть спостереження за станом біосфери, а ЕОМ обробляють добуту інформацію. Національний (у межах держави), регіональний (у межах району) і локальний (у межах населеного пункту або підприємства) моніторинги забезпечують постійний контроль за ступенем забруднення навколишнього природного середовища, що дає змогу вчасно вживати запобіжних заходів для забезпечення задовільної якості середовища. Система моніторингу допомагає уникнути переходу критичних рівнів якості середовища, тобто запобігти незворотним змінам, які призводять до екологічної катастрофи.



- Природні ресурси – це найважливіші компоненти навколишнього природного середовища, які використовують для задоволення матеріальних та культурних благ людини.
- Основні групи потреб людини: біологічні, психологічні, етичні, трудові, економічні, соціальні.
- Природні ресурси поділяються на вичерпні та невичерпні. Вичерпні поділяються на відновні та невідновні.
- Забруднення – це внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних та біологічних речовин, реагентів або внесення в надлишковій кількості будь-яких відомих уже речовин, які чинять шкідливий вплив на природні екосистеми й людину, і яких природа нездатна позбутись самоочищенням.
- Забруднення поділяються на інгредієнтні, параметричні, стаціонарно-деструктивні, біоценологічні, супутні і навмисні, матеріальні і енергетичні.
- Найпоширеніші забруднювальні речовини: оксид карбону, оксид нітрогену, токсичні вуглеводні, сірчаний ангідрид, сірчистий ангідрид, важкі метали, сполуки флуору, сполуки хлору та інші.
- Граничнодопустимі концентрації поллютанта – це такий його максимальний вміст у природному середовищі або продукті, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю в разі постійного контакту, а також не виникає небажаних наслідків у нащадків.
- Для кожного середовища визначено різні види гранично допустимих концентрацій (ГДК).
- Санітарно-захисна зона – це ділянки землі навколо підприємств, що відокремлюють їх від житлових масивів з метою зменшення шкідливого впливу цих підприємств на здоров'я людини.
- Екологічний моніторинг – це комплексна науково-інформаційна система спостереження оцінки й прогнозування змін стану навколишнього середовища та живих організмів під впливом антропогенних факторів.
- Розрізняють моніторинг фоновий біологічний (біосферний), господарський, національний, регіональний, локальний.
- Залежно від масштабу та об'єктів спостереження розрізняють медико-біологічний, кліматичний, екологічний моніторинг.

**☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Що називають забрудненням навколишнього середовища?
2. Які методи класифікації забруднень ви знаєте? Дайте характеристику і наведіть приклади.
3. У чому полягає суть класифікації речовин за ступенем небезпечності?
4. Які найпоширеніші забрудники атмосферного повітря ви знаєте і якої шкоди вони завдають здоров'ю людини?

5. Як здійснюють нормування забруднень навколишнього середовища і які методи визначення їх властивостей ви знаєте?
6. Що таке ГДК поллютанта і як її визначають?
7. Що таке ГДВ і ГДС?
8. Що таке санітарно-захисна зона і які розміри вона має для різних типів підприємств?
9. Що називають екологічним моніторингом? Які види моніторингу ви знаєте?
10. Від чого залежить якість природного середовища?
11. Як класифікують природні ресурси?
12. Дайте визначення, що таке відновні й невідновні природні ресурси і чим вони відрізняються.
13. Що таке вичерпні й невичерпні природні ресурси і чим вони відрізняються?
14. Схарактеризуйте воду як природний ресурс.
15. Знаючи сучасні витрати води в країні на одного мешканця (приблизно 150 л на одну добу), підрахуйте річну потребу населення України в прісній воді.
16. Схарактеризуйте атмосферне повітря як природний ресурс.
17. Підрахуйте життєву потребу людини в атмосферному повітрі, якщо середня тривалість життя людини становить 63 роки.
18. На спалювання палива в усьому світі витрачається приблизно 10 млрд т кисню. Підрахуйте, скільки палива спалюється щороку в усьому світі, якщо це паливо – кам'яне вугілля.
19. Які енергетичні ресурси ви знаєте?
20. Обґрунтуйте, чому людство планети було змушене подвоювати споживання енергії останнім часом впродовж 10 років, тоді як у недалекому минулому це подвоєння відбувалося впродовж 20 років?
21. Як людство задовольнятиме власні енергетичні потреби в майбутньому?
22. Що називають рудною і нерудною мінеральною сировиною?
23. Схарактеризуйте ґрунти як природний ресурс.
24. Які типи ґрунтів ви знаєте? Чим визначається їхня якість?
25. Підрахуйте, скільки вуглекислого газу виділяє садова ділянка площею 0,6 га за добу.
26. Схарактеризуйте клімат як природний ресурс.
27. Схарактеризуйте простір для життя як природний ресурс.
28. Нині в Україні проживає 49 млн. населення. Яка буде густина населення, якщо кількість населення подвоїться? Скільки буде потрібно викопного палива, якщо його витрати зберуться на сучасному рівні?
29. Схарактеризуйте генетичний фонд та надбання людського інтелекту як природні ресурси.

30. Підрахуйте, яка ділянка лісу потрібна, щоб переробити за допомогою фотосинтезу весь вуглекислий газ, який видихає населення України; населення всієї планети.
31. Яка маса оксиду карбону (IV) перетворюється на зелені рослини, якщо на один моль поглиненого вуглецю витрачається 477,7 кДж енергії?

**Тематичні реферати, доповіді.**

1. Природні ресурси та їх класифікація.
2. Основні забрудники та їх вплив на здоров'я людини.
3. Екологічний моніторинг.
4. Нормативні показники забруднень навколишнього середовища.

## Тема 2.3

### «Екологічні проблеми повітряного середовища»

**План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Атмосфера та її функції.
- II. Основні компоненти атмосфери та її шари.
- III. Парниковий ефект.
- IV. Руйнування озонового шару.
- V. Смог.
- VI. Кислотні дощі.
- VII. Ядерна ніч і ядерна зима.
- VIII. Методи боротьби із забрудненням атмосфери.

**Суттєво:**

Знати:

- функції атмосфери;
- компоненти атмосфери;
- шари атмосфери (знизу вгору);
- причини і наслідки: парникового ефекту, руйнування озонового шару атмосфери, кислотних дощів, ядерної ночі і ядерної зими.

Вміти:

- дати визначення атмосфери;
- охарактеризувати сучасний склад атмосфери.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- парниковий ефект;
- озоновий шар;
- кислотні дощі;
- ядерна ніч;
- ядерна зима;
- смог.

## I. Атмосфера та її функції

Атмосфера — це газова оболонка, що оточує Землю. Наявність атмосфери — одна з найголовніших умов життя на планеті. Без їжі людина може обходитися місяць, без води — тиждень, а без повітря не проживе й кількох хвилин.

Атмосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує кілька основних функцій:

- захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань та ударів метеоритів;
- регулює сезонні й добові коливання температури (якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури досягали б  $\pm 200^{\circ}\text{C}$ );
- є носієм тепла й вологи;
- є депо газів, які беруть участь у фотосинтезі й забезпечують дихання;
- зумовлює низку складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо).

Основні компоненти атмосфери: азот (78,084 %), кисень (20,946 %) та аргон (0,934 %). Важливу роль відіграють і так звані малі домішки: вуглекислий газ, метан тощо. Крім того, атмосфера містить водяну пару: від 0,2 % у приполярних районах до 3 % поблизу екватора. Такий хімічний склад атмосфера Землі мала не завжди. Первісна атмосфера Землі була схожа з атмосферами деяких інших планет Сонячної системи, наприклад Венери, й складалася з вуглекислого газу, метану, аміаку тощо. Нинішня киснево-азотна атмосфера — результат життєдіяльності живих організмів.

Маса атмосфери становить приблизно одну мільйонну маси Землі —  $5,15 \cdot 10^{15}$  т. Та атмосферне повітря лише умовно можна вважати невичерпним природним ресурсом. Річ у тім, що людині необхідне повітря певної якості, а під впливом її ж діяльності хімічний склад і фізичні властивості повітря дедалі погіршуються. На Землі вже практично не залишилося місць, де повітря зберегло свої первозданні чистоту та якість, а в деяких промислових центрах стан атмосфери вже просто загрозливий для людського здоров'я.

## II. Основні компоненти атмосфери та її шари.

Атмосфера складається з таких шарів (знизу вгору):

тропосфера (до висоти 18 км), стратосфера (до 50), мезосфера (до 80), термосфера (1000), екзосфера (1900), геокорона (умовно до 20 тис. км);

далі атмосфера поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі —

тропосфері. Тут же відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океанів і суходолу. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має *озоновий мар* у стратосфері, повітря якого збагачене триатомним киснем ( $\text{O}_3$ ). Він розташований на висоті 20—50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії «жорсткого» ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Крім газів, у повітрі атмосфери містяться ще й домішки так званих аерозолів, тобто дуже дрібних крапель рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження: сірчистих (краплі  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), мінеральних (пил із земної поверхні), вуглеводневих (сажа), морських (частинки морських солей) та ін.

## III. Парниковий ефект.

Клімат Землі, що залежить в основному від стану її атмосфери, протягом геологічної історії періодично змінювався: чергувалися епохи істотного похолодання, коли значні території суші вкривалися льодовиками, й епохи потепління (до речі, ми живемо саме в епоху потепління, коли розтанули великі льодовикові щити в Євразії та Північній Америці). Та останнім часом учені-метеорологи б'ють на сполох: *сьогодні атмосфера Землі розігрівається набагато швидше, ніж будь-коли в минулому*. І це зумовлено діяльністю людини: • по-перше, людина підігріває атмосферу, спалюючи велику кількість вугілля, нафти, газу, а також уводячи в дію атомні електростанції; • по-друге, і це головне, в результаті спалювання органічного палива, а також унаслідок знищення лісів у атмосфері нагромаджується вуглекислий газ. *За останні 120 років уміст  $\text{CO}_2$  в повітрі збільшився на 17 %*. У земній атмосфері вуглекислий газ діє, як скло в теплиці чи парнику: він вільно пропускає сонячні промені до поверхні Землі, але втримує її тепло. Це спричинює розігрівання атмосфери, відоме як *парниковий ефект*. За розрахунками вчених, найближчими десятиліттями через парниковий ефект середньорічна температура на Землі може підвищитися на  $1,5\text{—}2^{\circ}\text{C}$ .

Якщо людство не зменшить обсягу забруднень атмосфери й глобальна температура зростатиме й надалі, як це відбувається протягом останніх

20 років, то дуже швидко клімат на Землі стане теплішим, ніж будь-коли впродовж 100 тис. років. Це прискорить глобальну екологічну кризу.

У чому ж полягає небезпека парникового ефекту? Розрахунки й моделювання на ЕОМ свідчать: підвищення середньорічної температури

спричинить зміни таких найважливіших кліматичних параметрів, як кількість опадів, хмарний покрив, океанічні течії, розміри полярних

крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя — вологішими, зима буде коротшою й теплішою, а літо — тривалішим і спекотнішим. Основні кліматичні зони в північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це зумовить потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти й полярних Крижаних Шапок. У Середніх Широтах, тобто в головних «хлібних» районах (Україна, Чорнозем'я, Росії, Кубань, «зернові штати» США), клімат стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться.

Глобальне потепління призведе до танення льодовиків Гренландії, Антарктиди й гір, рівень Світового океану підвищиться на 6—10 м, при цьому буде затоплено близько 20 % площі суходолу, де сьогодні живуть сотні мільйонів людей, розташовані міста, ферми, сади й поля.

Учені не дійшли єдиної думки про те, за якого підвищення середньорічної температури можуть відбутися ці негативні для людства явища: одні метеорологи вважають критичним значення 2,5 °C, інші - 5 °C.

Останнім часом тривога вчених із приводу парникового ефекту ще посилилася. Виявилось, що, крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричинюють також деякі інші гази, що входять до групи малих домішок — метан, оксиди азоту, фреони, — вміст яких в атмосфері через антропогенний фактор стрімко зростає.

Моделлю парникового ефекту в масштабах планети може слугувати клімат на Венері. Її щільна (більш як 9 тис. кПа біля поверхні) атмосфера, що на 98 % складається з вуглекислого газу, за рахунок цього явища розжарена до температури 500 °C (за такої температури залізо починає світитися червоним кольором).

#### IV. Руйнування озонового шару.

Життя на Землі залежить від енергії Сонця. Надходить ця енергія на Землю у вигляді світла видимого випромінювання, а також інфрачервоною, або теплового, й ультрафіолетового (УФ) випромінювань. УФ-випромінювання несе найбільшу енергію і є фізіологічне активним, тобто інтенсивно діє на живу речовину. Весь потік УФ-випромінювання Сонця, що доходить до земної атмосфери, умовно поділяють на три діапазони: УФ(А) (довжина хвилі 400-315 нм). УФ(В) (315-280 нм) і УФ(С) (280-100 нм). УФ(В)- і УФ(С)-випромінювання, так званий «жорсткий ультрафіолет», надзвичайно шкідливі для всього живого: вони призводять до порушення структури білків та нуклеїнових кислот і врешті-решт до загибелі клітин.

Як уже згадувалося, на висотах 20—50 км повітря містить підвищену кількість озону. Озон утворюється в стратосфері за рахунок звичайного двохатомного кисню ( $O_2$ ), що поглинає «жорстке» УФ-випромінювання.

Енергія УФ(В)- та УФ(С)-випромінювань витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з кисню ( $3O_2 > 2O_3$ ), і тому до поверхні Землі вони не доходять; туди проникає лише істотно ослаблений потік «м'якого» УФ(А)-випромінювання. Від його негативної дії наш організм уміє захищатися, синтезуючи в шкірі шар темною пігменту — меланіну (засмага). Однак ця речовина утворюється досить повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці, коли шкіра ще не насичена меланіном, викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо.

Озоновий шар в атмосфері Землі з'явився на світанку її геологічної історії, коли в повітря став надходити кисень, що вироблявся в процесі фотосинтезу мікроскопічними морськими водоростями. За розрахунками вчених, коли вміст кисню в атмосфері досяг приблизно 10% сучасного, сформувався озоновий шар, і життя змогло вийти з моря на суходіл (до цього поверхня суші була випалена, стерилізована ультрафіолетом).

Останнім часом учені надзвичайно занепокоєні зниженням умісту озону в озоновому шарі атмосфери.

• Над Антарктидою в цьому шарі виявлено „діру“, в якій уміст озону менший від звичайного на 40—50 %. Площа „діри“ з року в рік збільшується й сьогодні вже перевищує площу материка Антарктиди. У результаті підвищився УФ-фон у країнах, розташованих у південній півкулі, ближче до Антарктиди, передусім у Новій Зеландії. Медики цієї країни охоплені тривогою, констатуючи значне зростання захворювань, пов'язаних із підвищенням УФ-фону (рак шкіри й катаракта). Жителі Веллінгтона, столиці Нової Зеландії, які раніше намагалися використати кожний погожий день (їх там буває не так уже й багато) для відпочинку на повітрі, сьогодні побоюються з'являтися на пляжах.

• Тривожні повідомлення надходять також і з північної півкулі: і тут виявлено озонову „діру“ (над Шпіцбергенем), щоправда, не таку велику, як антарктична.

Зменшення вмісту озону в атмосфері загрожує зниженням урожаїв сільськогосподарських культур, захворюваннями тварин і людей, збільшенням кількості шкідливих мутацій і т.п. Якщо ж озоновий шар зникне зовсім, то не призведе до загибелі принаймні наземної біоти.

Установлено, що руйнуванню озонового шару сприяють також деякі хімічні речовини (зокрема оксиди азоту): потрапляючи в стратосферу з висхідними повітряними течіями, вони вступають у реакцію з озоном і розкладають його на кисень. Проте вміст оксидів азоту в повітрі невеликий, вони нестійкі й суттєво не впливають на кількість озону в стратосфері.

З'явилось також інше джерело озоноруйнівних речовин — діяльність людини. Сучасна промисловість широко використовує так звані фреони (хлорфторметани) —  $CFCl_3$ ,  $CF_2ClBr$  тощо — як холодоагенти в

рефрижераторах і побутових холодильниках, як аерозольні розприскувачі в балончиках із фарбою, лаком, парфумами, для очищення напівпровідникових схем і т.п. Щорічно в світі випускається кілька мільйонів тонн фреонів. Для людини пари фреонів не шкідливі. Та вони над-

звичайно стійкі й можуть зберігатися в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють у стратосферу, де під впливом УФ-випромінювання Сонця розпадаються, вивільняючи атоми хлору. Ця речовина діє на озон як дуже сильний каталізатор, розкладаючи його молекули до кисню. *Один атом хлору здатен розкласти 100 тис. молекул озону*

• Занепокоєні загрозою руйнування озонового шару керівники багатьох країн світу вживають заходів для його збереження, й у 1985 р. в Монреалі було підписано Протокол про охорону атмосферного озону. Вирішено до 2000 р. скоротити на 50 % споживання фреонів, а згодом і зовсім відмовитися від них, замінивши їх безпечними сполуками.

Призводить до руйнування озонового шару й військова діяльність, зокрема запуск балістичних ракет. Їхні двигуни викидають в атмосферу дуже багато оксидів азоту. Під час кожного запуску ракети в Космос в озоновому шарі «пропалюється» величезна «діра», яка «затягується» лише за кілька годин. Світова громадськість дізналася про злочинні досліді мілітаристів щодо дії на озоновий шар планети (розробка «озонової» зброї).

• У 70-ті роки американські військові розсіяли в стратосфері над одним із безлюдних атолів у Тихому океані спеціальні хімічні речовини, внаслідок чого в озоновому шарі над цим островцем утворилася «діра», яка затягнулася тільки через багато годин. У результаті на атолі загинула майже вся наземна біота: пальми та інші рослини, тварини, мікроорганізми; з хребетних тварин залишилося кілька великих черепах (їх урятував товстий кістяний панцир, але вони осліпли — сітківка їхніх очей була спалена ультрафіолетом).

Яр Руйнування озонового шару відбувається так;

• активне функціонування хімічної промисловості, яка випускає речовини, що містять хлорфторкарбонати (ХФК), гідро-ХФК. і бром, спричинює нагромадження в атмосфері озоноруйнівних газів (ОРГ);

• ОРГ піднімаються на висоту 20—50 км над поверхнею Землі, де розташований озоновий шар (особливо сприятливі умови для цього в приполярних районах);

• сонячні промені діють на техногенні гази, з яких виділяється хлор;

• хлор руйнує озон, відбираючи один із трьох атомів кисню й перетворюючи його на  $O^{\wedge}$ ; при цьому кожний атом хлору здатен відокремити атом кисню майже 100 тис. разів. За останні 12 років спостерігається істотніше руйнування озонового шару над континентальною Європою порівняно з Антарктидою. Новою Зеландією

чи Латинською Америкою. За прогнозами, на початку XXI ст. озоновий шар може стати тоншим на 30%.

• За даними екологічного відділу ООН і Всесвітньої метеорологічної ради, відбувається руйнування озонового шару над усією Північною Америкою, Європою, територією колишнього СРСР, Австралією, Новою Зеландією та частиною Південної Америки.

• якщо озоновий шар зменшиться на 10 %, то не спричинить розвиток раку шкіри додатково у 300 тис. чоловік, катаракти — у 1 млн. 750 тис. чоловік. Постає серйозна загроза здоров'ю всього населення Землі, оскільки знизиться опірність людського організму.

• Після 1991 р. в Чилі неодноразово реєструвалися випадки сліпоти лососевих риб, диких кроликів, овець, пов'язані з істотним зростанням інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. Водночас із тієї самої причини зменшилася кількість планктону в районі Антарктиди. В районах підвищеного ультрафіолетового випромінювання пригнічується ріст рослин, знижується врожайність багатьох культур.

## V. Смог

У грудні 1952 р. світові інформаційні агентства передавали тривожні повідомлення про біду, що спіткала Лондон. Через безвітряну й дуже холодну погоду над, цим величезним містом утворився так званий *чорний смог* (смог у перекладі з англійської означає «дим») — скупчення шкідливих газів, причиною якого була посилена робота котелень, що використовували вугілля, мазут і солярку оливу. В приземному шарі повітря різко зріс (до  $10 \text{ мг/м}^3$ , а подекуди й більше) вміст отруйною оксиду азоту та інших шкідливих сполук. Це призвело до загибелі близько 4 тис. чоловік, а десятки тисяч потрапили до лікарень із захворюваннями легень.

• Над іншим великим містом — Лос-Анджелесом — через велику загазованість його території внаслідок роботи автотранспорту досить часто з'являється так званий *білий смог*. Це явище серйозно загрожує здоров'ю жителів і таких міст, як Нью-Йорк, Чикаго, Бостон, Токіо, Мілан, Мехіко, а найближчим часом може виникнути й у наших великих індустріальних містах, до того ж іще й перевантажених автотранспортом (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Сімферополь, Запоріжжя та ін.). Утворенню смогу сприяє спекотна безвітряна погода.

Сьогодні 400 суперміст світу щороку викидають в атмосферу близько 3 млрд. т відходів (газів, аерозолів, пилу та ін.). Це на 500 млн. т більше, ніж дають 578 активних вулканів нашої планети.

Дослідження вчених свідчать, що смог виникає внаслідок складних фотохімічних реакцій (тому його ще називають фотохімічним смогом) у повітрі, забрудненому вуглеводнями, пилом, сажею та оксидами азоту під

дією сонячного світла, підвищеної температури нижніх шарів повітря й великої кількості озону, який утворюється в результаті розпаду діоксиду азоту під впливом олеїнів у парах несповна згорілого автомобільного палива. В сухому, загазованому, теплом повітрі уявляється синюватий прозорий туман, який має неприємний запах, викликає подразнення очей, горла, задишку, спричинює розвиток бронхіальної астми, емфіземи легень тощо. Листя на деревах в'яне, стає плямистим, жовкне. Набагато прискорюються корозія металів, руйнування мармуру, фарб, гуми, швидко псуються одяг, взуття, порушується робота транспорту.

## VI. Кислотні дощі.

Оксиди сірки й азоту, що викидаються в атмосферу внаслідок роботи теплових електростанцій (ТЕС) та автомобільних двигунів, сполучаються з атмосферною вологою й утворюють дрібні крапельки сірчаної та азотної кислот, які переносяться вітрами у вигляді кислотного туману й випадають на землю *кислотними дощами*. Ці дощі вкрай шкідливо впливають на довкілля:

- знижується врожайність більшості сільськогосподарських культур через ушкодження листя кислотами;
  - з ґрунту вимиваються кальцій, калій і магній, що призводить до деградації рослинності й, як наслідок, — збіднення тваринного світу;
  - гинуть ліси (найчутливіші до кислотних дощів кедр, бук і тис);
  - отруюється вода озер і ставків, у них гине риба, зникають комахи;
  - щезають водоплавні птахи й тварини, що живляться комахами;
  - загибель лісів спричинює в гірських районах (таких як Карпати) зсуви та селі;
  - прискорюється руйнування пам'яток архітектури, споруд, особливо тих, що побудовані з вапняку, оздоблені мармуром;
  - збільшується захворюваність людей (найчастіше хворобами очей, органів дихання тощо).
- Взимку поблизу ТЕС і металургійних заводів іноді випадає також *кислотний сніг*, іще шкідливіший, ніж кислотний дот. що пояснюється більшим вмістом у ньому кислот. Райони випадання і якого снігу дістають одразу 4—5-місячну дозу забруднення, а внаслідок його танення навесні відбувається концентрація шкідливих речовин, тому тала вода інколи містить удесятеро більше кислот, ніж сам сніг.
- Більш як 230 озер у горах Адірондак (штат Нью-Йорк) мають критичний рівень забруднення сірчаною та азотною кислотами, принесеними кислотними дощами й снігом.

- До небезпечного для водних екосистем рівня закиснена також третина озер штату Флорида, 20 % озер штатів Массачусетс, Нью-Гемпшир, Род-Айленд.
- У такому самому стані перебувають 20 тис. озер півдня Швеції, сотні озер у Південній Канаді.
- Учені прогнозують, що на початку ХХІ ст. близько 34 тис.-озер канадської провінції Квебек стануть непридатними для життя.

## VII. Ядерна ніч і ядерна зима.

Сьогодні людство, на жаль, здатне спричинити не лише повільні зміни клімату, а й різкі катастрофічні, в результаті чого може бути знищена не тільки сама людини як біологічний вид, а й загалом усе живе на планеті. Такою катастрофою була б світова ядерна війна. На Землі нагромаджено колосальний ядерний потенціал (за приблизними оцінками, лише в США й Росії сьогодні зберігається 60 тис. ядерних боєголовок, потужність вибуху кожної з яких набагато перевищує потужність вибуху бомби, скинутої в 1945р на Хіросиму). Як свідчить моделювання на ЕОМ, виконане американськими й, незалежно від них, російськими вченими, катастрофічні наслідки для людства мав би навіть ядерний конфлікт із використанням "лише" 1000 Мт тротилу. Цей конфлікт, хоч би де він стався, неминуче спричинить метеорологічну катастрофу глобального масштабу, яка матиме такі наслідки:

- теплове нагрівання атмосфери на 1 °С. то підніме ураганні вітри;
- забруднення атмосфери радіоактивними речовинами, які за короткий час поширяться по всій земній кулі (конфлікт, скажімо, в Європі призведе до випадання радіонуклідів і в Африці, і в Америці);
- виділення горючих газів унаслідок пожеж і руйнування промислових свердловин і газопроводів, що викличе підвищення глобальної температури атмосфери Землі на 4—5 °С у перші ж дні після конфлікту;
- утворення під час ядерних вибухів великої кількості оксидів азоту; їх надходження в стратосферу призведе до руйнування від 40 до 60 % озонового шару, а отже, до збільшення Уф-опромінювання поверхні Землі;
- забруднення атмосфери величезною кількістю пилу й сажі після ядерних вибухів і пожеж.

Найстрашнішим наслідком ядерного конфлікту буде саме цей останній. Спостереження під час випробувальних наземних вибухів показали, що в результаті кожного вибуху ядерного заряду потужністю 1Мт тротилу в повітря піднімається 5Мт пилу. Величезна кількість гірських порід випаровується й перетворюється на аерозоль із розмірами частинок 1мкм. Такий найдрібніший пил надовго зависає в повітрі й надходить у

стратосферу. Отже, вибухи потужністю 1000Мт тротилу піднімуть у повітря 5 млрд. т найдрібнішого пилу! Крім того, повітря забрудниться ще й мільярдами тонн сажі та попелу. В містах, де зосереджено багато займистих матеріалів (деревини, пластмас, фарб тощо), все горітиме, причому пожежі набудуть характеру вогняних смерчів колосальних розмірів.

- Подібні явища спостерігалися під час другої світової війни в дні масових бомбардувань Гамбурга й Дрездена літаками союзників, коли полум'я від будинків, які горіли, зливалось в одну вогняну «форсунку» діаметром у кілометр і заввишки в багато сотень метрів. Уцілілі свідки розповідали: висхідні течії повітря в палаючому Дрездені були такими потужними, що піднімали вгору й усмоктували в ревуче полум'я людей, які металися на вулицях...

Після такого локального ядерного конфлікту пил, попіл і сажа сильними горизонтальними течіями, що є в стратосфері, за один-два тижні затягнуть небо над усією Землею. В результаті прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів! На Землі настане «ядерна ніч», що триватиме кілька місяців, упродовж яких загине врожай і зникне практично весь рослинний покрив планети.

Унаслідок сильного запорошення атмосфери приземний шар повітря охолоне на 15—30 °С протягом першого місяця після конфлікту. А в деяких районах, як показало моделювання, температура знизиться на 40—50 °С. Настане «ядерна зима», що триватиме кілька місяців. Це спричиниться тим, що в атмосфері встановиться не властива їй надстійка стратифікація (розшарування), коли нижні її шари сильно охолонуть, а верхні — нагріються, й припиниться вертикальне перемішування повітря.

За кілька місяців темряви й холоду пил і сажа поступово осядуть. Охолодження зміниться нагріванням атмосфери на 20—30 °С вище за норму, то породить повені й селі, передусім у гірських місцевостях. Неоднорідні температурні зміни над суходолом та океаном піднімуть ураганні вітри й снігопади в прибережних районах материків,

Люди, які вціліють після ядерних вибухів, поринуть у пекельний жак ядерної ночі та ядерної зими. Загибель рослин і тварин, радіоактивне забруднення, вихід із ладу енергетичних систем, транспорту й зв'язку, ніч і мороз, ураганні вітри викличуть такий психологічний шок, який людство пережити не зможе. Отже, локальний ядерний конфлікт спричинить глобальну загибель людства, а ймовірно, й усієї біосфери. А той політик, який віддасть наказ натиснути на ядерну кнопку», сам собі підпише смертний вирок

Ці результати моделювання зайвий раз переконують у тому, що ядерна зброя має бути безсуперечно заборонена й знищена. Ми, українці, можемо пишатися тим, що наша держава усвідомила цю істину раніше за

інших, заявила про свій без'ядерний статус і вивезла ядерну зброю за межі своєї території.

## VIII. Методи боротьби із забрудненнями атмосфери.

До основних і найефективніших із них належать *економічні методи*. В багатьох розвинених країнах діє продумана система заохочувальних і заборонних заходів, що допомагають уникнути забруднень. Фірми, які впроваджують безвідходні технології, найновіші системи очищення й т. п., мають істотні податкові пільги, що дає їм переваги над конкурентами. Водночас фірми й підприємства, які забруднюють атмосферу, змушені платити дуже великі податки й штрафи. В багатьох країнах, крім державних санітарно-епідеміологічних служб, за станом атмосфери слідкують також численні громадські організації («зелені» товариства).

- У Швейцарії, наприклад, власник фабрики може отримати листа такого змісту: «Ваша фабрика забруднює повітря понад визначені норми. Якщо Ви не встановите очисні фільтри й не ліквідуєте забруднення, наша екологічна організація розпочне в пресі кампанію проти Вашої продукції, в результаті чого збитки Вашої фірми перевищать ті затрати, які Вам потрібні для поліпшення системи очищення. Як правило, такі попередження діють дуже ефективно, оскільки в цій країні дістати ярлик забруднювача природного середовища рівноцінно швидкому економічному крахові — ніхто не купуватиме продукції «брудної» фірми.

Величезна увага на Заході приділяється також виховній і просвітницькій роботі

- У тій же Швейцарії, наприклад, дітям із самого раннього віку пояснюють, що для їхньої країни, де практично немає ніяких корисних копалин, чисте повітря, чисті озера й річки є основним національним багатством. Усьому світові відомі гірські швейцарські курорти з їхнім кришталево чистим повітрям, сліпучо-білими лижними трасами, гірськими озерами небесної блакиті. Кожний швейцарець буквально з молоком матері всотує любов до своєї прекрасної країни й для нього блюзнірством є навіть сама думка про те, що можна зазіхнути на цю красу й чистоту.

Вчені Уральського й Сибірського відділень Російської академії наук установили дуже цікавий факт самоочищення повітря земною поверхнею, Карстові печери й кам'яні осипи на схилах гір є своєрідними природними кондиціонерами: через різницю температур зовнішнього повітря й повітря всередині печери або осипу виникає активний рух (узимку повітря всмоктується крізь тріщини, входи, порожнини, відфільтровується, очищується, а влітку очищене повітря виштовхується назовні; крім того, відбувається лобовий обмін повітря в печерах та осипах). За рахунок

сезонного «дихання» карстові масиви й гірські осипи поглинають та акумулюють величезні маси забруднювачів атмосфери.

Є також організаційні, технологічні та інші методи боротьби із забрудненнями атмосфери:

- зменшення кількості ТЕС за рахунок будівництва потужніших, забезпечених найновішими системами очищення й утилізації (корисного використання) газових і пилових викидів. Як відомо, одна потужна ТЕС забруднює повітря менше, ніж сотня котелень тієї ж сумарної потужності. Газ, що виходить із топків ТЕС, перш ніж потрапити в атмосферу, очищається в спеціальних установках. Деякі країни навіть мають таким чином економічну вигоду. Наприклад, Франція забезпечує свої потреби в сірчаній кислоті вловлюючи її з відходних газів ТЕС (власних родовищ сірки, з якої в інших країнах виготовляється сірчана кислота, у Франції немає);
- очищення вугілля від піриту (сірчаного колчедану) перед його спалюванням у топках ТЕС. Це стає необхідним у зв'язку з використанням для ТЕС вугілля чимраз нижчої якості зі значним вмістом піриту (окиснюючися в топках, пірит розкладається з виділенням  $SO_2$ ). В результаті ефективного очищення вугілля від піриту вміст оксидів сірки в димах ТЕС зменшується на 98—99 %;
- заміна вугілля й мазуту для ТЕС екологічно чистішим паливом — природним газом ТЕС, що працюють на природному газі, викидають в атмосферу тільки вуглекислий газ та оксиди азоту (останні також можна вловити з диму), й не забруднюють повітря іншими шкідливими викидами;
- регулювання двигунів внутрішнього згоряння в автомобілях, установлення на них каталізаторів, що нейтралізують чадний газ
- заміна екологічно небезпечного етильованого бензину (який забруднює повітря свинцем) менш шкідливим паливом;
- озеленення міст і селищ;
- правильне планування житлових і промислових районів у межах міста. Треба розташовувати їх якомога далі один від одного, а між ними обов'язково створювати зони зелених насаджень. Автомобільні траси з напруженим рухом (особливо вантажівок) необхідно планувати в обхід житлових районів;
- використання звукопоглинальних матеріалів під час будівництва житлових і промислових споруд;
- улаштування ліній електропередач (ЛЕП) і межами сіл і міст.

### Резюме

- Атмосфера – це газова оболонка, що оточує землю.
- Основними компонентами атмосфери є азот, кисень, аргон, малі домішки, водяна пара.
- Атмосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує певні функції.
- Атмосфера складається з таких шарів (знизу вгору): тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, екзосфера, геокорона.
- Глобальні проблеми атмосфери: парниковий ефект, кислотні дощі, смог, руйнування озонового шару.
- Методи боротьби із забрудненнями атмосфери поділяються на: економічні, організаційні, технологічні.

### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які антропогенні забруднювачі повітря найнебезпечніші й чому?
2. Які основні причини парникового ефекту? Чому він небезпечний для людини?
3. Як відбувається руйнування озонового шару?
4. Чи буває у вашій місцевості смог? Розкажіть про такі випадки. Чи можна їм запобігти?
5. Як утворюються кислотні дощі? Якої шкоди вони завдають природі?
6. Що таке «ядерна ніч» і «ядерна зима»?
7. Які є методи боротьби із забрудненнями атмосфери?
8. Як можна зменшити забруднення атмосфери автомобільними викидами?

### Теми рефератів, доповідей.

1. Методи боротьби із забрудненням атмосфери.
2. Забруднення атмосфери на Україні.
3. Причини руйнування озонового шару.



## Тема 2.4

### «Охорона гідросфери»

#### ☑План викладу і засвоєння матеріалу

- I. Гідросфера, її характеристика. Функції води.
- II. Користувачі і споживачі води.
- III. Забруднення води.
- IV. Очищення стічних вод.
- V. Охорона вод Світового океану.

#### ☑Суттєво:

Після вивчення матеріалу ви повинні:

#### Знати:

- що таке гідросфера;
- яка кількість питної води на нашій планеті;
- види забруднень;
- проблеми вод Світового океану;
- функції води.

#### Вміти:

- дати визначення „споживач” і „користувач”;
- пояснити причини і наслідки фізичного, хімічного, біологічного і теплового забруднення;
- перерахувати основні забрудники вод Світового океану.

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- споживач;
- користувач;
- охорона вод Світового океану;
- гідросфера;
- забруднення води.

## I. Гідросфера, її характеристика. Функції води.

*Гідросфера, або водяна оболонка Землі, — це її моря й океани, крижані шапки приполярних районів, річки, озера й підземні води.* Запаси води на Землі величезні —  $1,46 \cdot 10^9 \text{ км}^3$  (0,025 % її маси). Але це переважно гірко-солоня морська вода, непридатна для пиття й технологічного використання. Прісна вода становить усього 2 % її загальної кількості на планеті, причому 85 % її зосереджено в льодовикових щитах Гренландії та Антарктиди, айсбергах і гірських льодовиках. І лише 1 % прісної води містять річки, озера й підземні води; саме ці джерела й використовує людство для своїх потреб.

Космонавти кажуть, що коли дивитися на Землю з висоти космічної орбіти, то око розрізняє переважно два кольори: білий колір хмар і крижаних полярних шапок і блакитний колір Світового океану, що вкриває 71 % поверхні нашої планети; морська вода — найпоширеніша на Землі речовина.

Вода виконує дуже важливі екологічні функції:

- вода — це головна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми, такі як медуза або огірок, на 98—99 %);
- за участю води здійснюються численні процеси в екосистемах (наприклад, обмін речовин, тепла);
- води Світового океану — основний кліматоутворюючий фактор, головний акумулятор сонячної енергії й «кухня» погоди для всієї планети;
- вода - один із найважливіших видів мінеральної сировини, основний природний ресурс, що споживається людством (сьогодні води використовуються в тисячі разів більше, ніж нафти чи вугілля).

Величезну роль відіграє гідросфера у формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, ерозія, карст тощо), в перенесенні хімічних речовин, у тому числі й забруднювачів довкілля.

Для багатьох організмів вода — це середовище їхнього життя. Хімічний склад морської води дуже схожий на склад плазми крові людини: містить ті самі хімічні елементи й приблизно в тих самих пропорціях. Це один із доказів того, що предки людини, як і решти ссавців, колись жили в морі.

Солоність океанічних вод становить 35 ‰ (тобто в 1 л води міститься 35 г солей). Найсолоніша вода в Мертвому морі — 260 ‰ (людина вільно лежить на поверхні цієї води, не занурюючись в неї); у Чорному морі солоність води становить 18 ‰, в Азовському — 12 ‰.

Підземні води за своїм хімічним складом дуже різноманітні: від прісних, що використовуються для пиття й водопостачання, до мінералізованих і

навіть до ропи із солоністю 600 ‰; деякі мінералізовані підземні води мають лікувальні властивості.

Основне джерело водопостачання для людини — *річковий стік*. Перше місце за цим показником посідає Бразилія з її гігантською повноводною річкою Амазонкою. Річковий стік України становить у середньому 83,5 млрд. м<sup>3</sup>, а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд. м<sup>3</sup>. Він розподіляється по території нашої держави нерівномірно: 70 % стоку припадає на Північно-Західний економічний район, де мешкає лише 40 % населення. А на Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, де живе 60 % населення й зосереджені найбільш водоемкі галузі господарства, припадає тільки 30 % стоку. У зв'язку з цим у багатьох районах півдня України відчувається гострий дефіцит води, для ліквідації якого доводиться перекидати її каналами, будувати водосховища тощо.

Головне джерело води для України — річка Дніпро. Крім того, потреби у воді забезпечуються річками Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводність цих артерій залежать в основному від стану їхніх приток — малих річок, яких в Україні налічується близько 63 тис. Їхня роль величезна: досить згадати, що 90 % населених пунктів нашої країни розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою. Однак стан малих річок України сьогодні викликає велику тривогу. Понад 20 тис. їх уже зникло, пересохло. Це невідворотно веде до деградації великих річок, тому проблема їх збереження та оздоровлення — одна з найгостріших для нашої молоді держави.

*Підземні води* України мають не менше значення для забезпечення водою населення: близько 70 % населення сіл і селищ міського типу задовольняють свої потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловин). Стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями вони забруднюються стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо. В деяких промислових районах (Донбас, Кривбас) розробка шахт і кар'єрів негативно впливає на якість і запаси підземних вод. У результаті багаторічного відкачування води з цих об'єктів її рівень дуже понизився, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла зовсім.

## II. Користувачі і споживачі води.

Споживання прісної води. Всі галузі господарства стосовно водних ресурсів поділяються на *споживачів* і *користувачів*. Споживачі забирають воду з джерела водопостачання, використовують її для виготовлення продукції, а потім повертають, але вже в меншій кількості й іншої якості. Користувачі воду не забирають, а використовують її як середовище

(водний транспорт, рибальство, спорт тощо) або як джерело енергії (ГЕС). Проте й вони можуть змінювати якість води (наприклад, водний транспорт забруднює воду).

Промисловість використовує близько 20 % води, споживаної людством. Кількість води, що споживається підприємством, залежить від того, яку продукцію воно випускає, від системи водопостачання (прямоточна чи оборотна) та від інших причин.

За прямоточної системи вода з джерела надходить на промисловий об'єкт, використовується в процесі виготовлення продукції, потім піддається очищенню й після цього скидається у водостік чи водойму. За оборотної системи відпрацьована вода після очищення не повертається у водойму, а знову використовується в процесі виробництва. Витрата води за такої системи набагато нижча. Наприклад, ТЕС потужністю 1 млн. кВт у разі прямого водопостачання (для охолодження агрегатів) споживає 1,5 км<sup>3</sup> води щорічно, а за оборотної системи — лише 0,12 км<sup>3</sup> тобто в 13 разів менше.

*Кількість води (м<sup>3</sup>), необхідної для виробництва 1 т продукції, називають водоемкістю виробництва.* За цим показником різні виробництва дуже відмінні. Наприклад, для виробництва 1 т металопрокату потрібно 10—15 м<sup>3</sup> води, а 1 т хімволокна — 2000—5000 м<sup>3</sup>. До найбільших споживачів води в промисловості належать атомні електростанції. Так, Хмельницька АЕС, розташована у верхів'ях річки Горинь, «випиває» всю воду з цієї річки, яка колись була основним джерелом водопостачання населення й промисловості Рівненської області.

Основний же споживач води — сільське господарство (70 % її загального використання). Це зумовлено передусім збільшенням площ зрошуваного землеробства. Зрошувані землі набагато продуктивніші від незрошуваних. Сьогодні в світі площа зрошуваних земель становить 15 % загальної площі сільськогосподарських угідь, а дають ці землі понад 50 % усієї продукції.

Питоме водоспоживання під час зрошення залежить від виду вирощуваних сільськогосподарських культур, клімату, технічного стану зрошувальних систем і способів поливу. Так, норми поливу для зернових культур становлять 1500—3500 м<sup>3</sup>/га, для цукрового буряку — 2500—6000, а для рису — 8000–15 000 м<sup>3</sup>/га.

Більша частина води (20—60 %), що використовується для зрошення, безповоротно втрачається (випаровується), певна її кількість повертається назад у водойми у вигляді так званих *поворотних вод*, сильно забруднених солями.

Водопостачання населення (близько 10 % усієї споживаної людством води) задовольняє потреби в питній воді й комунально-побутові (робота підприємств побутового обслуговування, поливання вулиць і зелених насаджень, протипожежні заходи тощо). Є поняття *питоме водоспожи-*

вання, тобто добовий об'єм води (л), необхідний для задоволення потреб одного жителя міста або села. У великих містах світу питоме водоспоживання сьогодні таке (л/добу): Нью-Йорк — 600, Париж — 500, Москва — 400, Київ — 333, Лондон — 263. Для порівняння: в країнах, що розвиваються (Центральна Африка, Близький Схід), цей показник становить лише 10—15 л/добу.

### III. Забруднення води.

В результаті діяльності людей гідросфера змінюється: *кількісно* (зменшення кількості води, придатної для використання) та *якісно* (забруднення).

Серед забруднень розрізняють фізичне, хімічне, біологічне й теплове.

■ *Фізичне забруднення* води відбувається внаслідок: накопичення в ній нерозчинних домішок — піску, глини, мулу в результаті змивання дощовими водами з розораних ділянок (полів); надходження суспензій з підприємств гірничорудної промисловості; потрапляння пилу, що переноситься вітром у суху погоду, тощо. Тверді частинки знижують прозорість води, пригнічують розвиток водяних рослин, забивають зябра риб та інших водяних тварин, погіршують смакові якості води, а іноді роблять її взагалі непридатною для споживання.

■ *Хімічне забруднення* відбувається через надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) та органічного (нафта й нафтопродукти, мийні засоби, пестициди тощо) складу. Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють у водойми, посилюється за рахунок так званого *кумулятивного ефекту* (прогресуюче збільшення вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці трофічного ланцюга). Так, у фітопланктоні концентрація шкідливої сполуки часто виявляється в десятки разів вищою, ніж у воді, у зоопланктоні (личинки, дрібні рачки тощо) — в десятки разів вищою, ніж у фітопланктоні, в рибі, яка харчується зоопланктоном, — ще в десятки разів вищою. А в організмі хижих риб (таких, як щука чи судак) концентрація отрути збільшується ще в десять разів і, отже, буде в десять тисяч разів вищою, ніж у воді.

Особливої школи водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою та атмосферою й знижує вміст у воді кисню. В результаті розливу 1 т нафти плівкою покривається 12 км<sup>2</sup> води. Згустки мазуту, осідаючи на дно, вбивають донні мікроорганізми, які беруть участь у процесі самоочищення води. Внаслідок гниття донних осадів, забруднених органічними

речовинами, виділяються шкідливі сполуки, зокрема сірководень, що отруюють усю воду в річці чи в озері.

До основних забруднювачів води належать хімічні, нафтопереробні й целюлозно-паперові комбінати, великі тваринницькі комплекси, гірничорудна промисловість. Серед забруднювачів води особливе місце посідають синтетичні мийні засоби. Ці речовини надзвичайно стійкі, зберігаються у воді роками.

Забруднення води речовинами, що містять фосфор, сприяє бурхливому розмноженню синьозелених водоростей і „цвітінню” водойм, яке супроводжується різким зниженням у воді вмісту кисню, „заморами” риби, загибеллю інших водяних тварин. Під час „цвітіння” Каховського та інших „рукотворних” морів на Дніпрі стоїть сморід, а хвилі викидають на берег трупи риби, що задихнулася.

■ *Біологічне забруднення* водойм полягає в надходженні до них зі стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибів, яєць гельмінтів і т. д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки (особливо, якщо вони не очищені або очищені недостатньо), а також стоки цукрових заводів, м'ясокомбінатів, підприємств з обробки шкір, деревообробних комбінатів. Особливо небезпечне біологічне забруднення водойм у місцях масовою відпочинку людей (курортні зони узбереж морів). Через поганий стан каналізаційних систем та очисних споруд останніми роками нерідко закривалися пляжі в Одесі, Маріуполі та інших містах на узбережжях Чорного й Азовського морів, оскільки в морській воді було виявлено збудників таких небезпечних захворювань, як холера, дизентерія, вірусний гепатит та ін.

■ *Теплове забруднення* води відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26—30 °С, діє на риб та інших мешканців водойм пригнічуюче, а якщо температура води піднімається до 36 °С, риба гине. Найбільшу кількість теплої води скидають у водойми атомні електростанції.

### IV. Очищення стічних вод.

Усі природні водойми здатні самоочищатися. Самоочищення води — це нейтралізація стічних вод, випадіння в осад твердих забруднювачів, хімічні, біологічні та інші природні процеси, що сприяють видаленню з водойми забруднювачів і поверненню води до її первісного стану.

Однак здатність водойми до самоочищення має свої межі. Сьогодні у водойми надходить така величезна кількість стічних вод, настільки забруднених різними токсичними для їхніх мешканців речовинами, що багато водойм почали деградувати. Тому людство, якщо воно хоче мати майбутнє, мусить негайно вжити спеціальних заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до такого стану, за якого вони стали б придатними для використання.

До заходів, що мають забезпечити нормальний стан водних об'єктів, належать:

- нормування якості води, тобто розробка критеріїв її придатності для різних видів водокористування;
- скорочення обсягів скидання забруднювачів у водойми вдосконаленням технологічних процесів;
- очищення стічних вод.

Чинними законами України передбачається, що для різних господарських потреб має використовуватися вода певної якості. Недопустимо, наприклад, використовувати питну воду для охолодження блоків ТЕС, забороняється скидати у водойми стічні води, які містять цінні відходи, що можуть бути вилучені із застосуванням раціональної технології. Основний напрям захисту водного середовища — перехід підприємств до роботи за схемою замкненого циклу водопостачання, коли вони після очищення власних стічних вод повторно використовують їх у технологічному циклі, й забруднені стічні води взагалі не потрапляють у водойми.

У сільському господарстві (основний споживач води) слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна суцільного поверхневого поливу на зрошуваних землях дощуванням або краплинним поливом дає змогу збирати ті самі врожаї з меншими (в 5-7 разів) витратами води. Скоротити кількість пестицидів, фосфатів, нітратів, що потрапляють у водойми, можна частковою заміною хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби зі шкідниками й хворобами рослин, чітким дотриманням сівозмін, введенням більш продуктивних і стійких до хвороб та шкідників рослин.

*Очищення стічних вод — це руйнування або видалення з них забруднювачів і знищення в них хвороботворних мікробів (стерилізація).* Сьогодні застосовуються два методи очищення стічних вод: у штучних умовах (у спеціально створених спорудах) і в природних (на полях зрошення, в біологічних ставках тощо). Забруднені стічні воли послідовно піддають механічному, хімічному й біологічному очищенню.

*Механічне очищення* полягає у видаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, мулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. Сучасні передові методи із застосуванням найкращих зарубіжних установок дають

змогу видаляти зі стічних вод до 95 % твердих нерозчинних забруднювачів.

*Хімічне очищення* стічних вод здійснюється після їх механічного очищення. В забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти. Ці речовини, вступаючи в реакцію із забруднювачами, утворюють нешкідливі речовини, які випадають в осад і видаляються.

*Біологічне очищення* стічних вод, як правило, — завершальний етап. Органічна речовина, що міститься у стічній воді, окиснюється аеробними бактеріями до вуглекислого газу й води, а також споживається гетеротрофами-консументами (передусім найпростішими). Чим більше в очищуваній воді є гідробіонтів-гетеротрофів і чим вища їхня біологічна активність, тим інтенсивніше відбувається процес очищення. Крім того, організми-фільтратори, поглинаючи й згодом осаджуючи різні суспензії, сприяють їх похованню на дні та освітлюють воду. Біологічне очищення здійснюють у спеціальних гідротехнічних спорудах і установках — на так званих полях зрошення, на полях фільтрації, на біофільтрах, в аеротенках. Іноді ці споруди й установки штучно заселяють спеціально дібраними або виведеними штамми бактерій і культурами найпростіших та водоростей. Комплекс організмів, які беруть участь у процесах біологічного очищення, називають *активним мулом*.

Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств узагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами. Їх доводиться закачувати в підземні сховища, наприклад у відпрацьовані нафтові родовища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, оскільки ніхто не може дати стовідсоткової гарантії, що отруйні води не потраплять колись у підземні водоносні горизонти. Іноді надотруйні стічні води піддають випаровуванню у відстійниках, щоб зменшити масу та об'єм відходів, які необхідно поховати.

## V. Охорона вод Світового океану.

Стан вод Світового океану сьогодні викликає велику тривогу. Його забруднюють переважно річки, з водами яких щороку надходить понад 320 млн. т заліза, 6,5 млн. т фосфору та ін. Дуже багато забруднень потрапляє в океани також з атмосфери: 200 тис. т свинцю, 1 млн т вуглеводнів, 5 тис. т ртуті й т. д. Майже третина мінеральних добрив, що вносяться в ґрунт, вимивається з нього дощовими водами й виноситься річками в моря та океани; лише азоту й фосфору таким шляхом потрапляє у Світовий океан близько 62 млн. т щорічно. Ці речовини викликають бурхливий розвиток деяких водоростей, що вже неодноразово спричиняло появу „червоних припливів”, виникнення різних інших типів „цвітіння” води.

Під час „цвітіння” водорості виділяють у воду високоотруйні токсини, що призводить до масової загибелі інших гідробіонтів.

До найшкідливіших забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти. Щорічно їх потрапляє сюди 5—10 млн. т, здебільшого в результаті втрат під час добування нафти з морських родовищ, аварій танкерів, берегового стоку тощо.

- Так, унаслідок аварії танкера „Екссон валдіз”, що сталася в 1990 р. поблизу узбережжя Аляски, в море потрапило 40 тис. т нафти. Величезні нафтові плями рознесли морськими течіями й вітром далеко від місця аварії, забруднивши великі ділянки узбережжя материка та островів і спричинивши загибель тисяч тюленів, морських птахів, риби тощо.

- В 1991 р. під час війни між Кувейтом та Іраком (відомої як операція „Буря в пустелі”) нафта, що вилася з підірваних танкерів і нафтопроводів, покрила 1550 км<sup>2</sup> поверхні Перської затоки й 450 км берегової смуги, де загинуло багато морських черепах, птахів, крабів та інших тварин.

Нафтова плівка на поверхні моря пригнічує життєдіяльність морського фітопланктону — одного з головних постачальників кисню в земну атмосферу, порушує тепло- й вологообмін між океаном і атмосферою, губить мальків риб та інші морські організми.

Моря й океани забруднюються також твердими відходами — промисловими й побутовими. Їх у Світовому океані нагромадилося вже понад 20 млн. т. Більшість із них містять сполуки важких металів та інші шкідливі речовини, які згубно діють на морську біоту.

В Світовий океан потрапило дуже багато радіоактивних речовин унаслідок випробувань атомної зброї, роботи атомних реакторів військових підводних човнів і криголамів, скидання контейнерів із відходами атомних електростанцій тощо.

Загальне радіоактивне забруднення Світового океану з вини людини становить  $1,5 \cdot 10^9$  Кі, тоді як чорнобильська аварія „збагатила” біосферу на  $5 \cdot 10$  Кі, тобто у Світовому океані сьогодні міститься 30 Чорнобилів!

Найсильнішого забруднення зазнає мілководна зона Світового океану. Шельф океану — це район, де багато морських організмів проводить значну частину свого життя; до того ж саме тут рибалки заробляють собі на хліб насущний, а мільйони людей відпочивають.

Проблема захисту Світового океану нині стала однією з найактуальніших, вона стосується всіх країн, навіть тих, що не мають безпосереднього виходу до океану. З огляду на це ООН розробила й ухвалила кілька важливих угод, які регулюють судноплавство, рибальство, видобування корисних копалин із морських родовищ тощо. Найвідомішою з них є угода, підписана більшістю країн світу в 1982 р., — „Хартія морів”.

### ☑Резюме

- Гідросфера (або водяна оболонка Землі) — це її моря й океани, крижані шапки приполярних районів, підземні води.
- Вода, як елемент глобальної екосистеми виконує ряд функцій.
- Основне джерело водопостачання для людини є річковий стік і підземні води.
- Всі галузі господарства стосовно водних ресурсів поділяють на користувачів і споживачів.
- Серед забруднень води розрізняють фізичне, хімічне, біологічне, теплове.
- До заходів, що мають забезпечити нормальний стан водних об'єктів належать: нормування якості води, скорочення обсягів викиду забруднювачів в результаті вдосконалення технологічних процесів, очищення стічних вод.
- Етапи очищення стічних вод: механічний, хімічний, біологічний.
- Основні забруднювачі вод Світового океану: радіоактивні речовини, нафта і нафтопродукти, тверді промислові і побутові відходи, мінеральні добрива.

### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які екологічні функції води?
2. Розкажіть про основні джерела води в Україні.
3. Назвіть основних користувачів і споживачів води.
4. Що таке поворотні води? Чому вони небезпечні для водойм?
5. Назвіть основні джерела забруднення водойм.
6. Що таке самоочищення води?
7. Що таке замкнений цикл водопостачання?
8. Як здійснюється очищення забруднених вод? Чи можна штучними методами очистити забруднену воду на 100 %?
9. Чому нафта й нафтопродукти вважаються одними з найнебезпечніших забруднювачів Світового океану?

### ☑Теми рефератів, доповідей.

1. Нафта та нафтопродукти — найнебезпечніші забруднювачі Світового океану.
2. Радіоактивне забруднення вод Світового океану.
3. Біологічне забруднення води.
4. Теплове забруднення води.

## Тема 2.5

### «Охорона літосфери»

#### План викладу і засвоєння матеріалу

- I. Літосфера і її функції
- II. Ґрунти їх функції
- III. Причини порушення родючості ґрунтів
- IV. Охорона земної поверхні
- V. Ліс, його функції, групи
- VI. Рекultyвація порушених земель
- VII. Охорона земних надр

#### Суттєво:

Після вивчення матеріалу ви повинні:

#### Знати:

- що таке літосфера;
- функції літосфери;
- що таке ґрунти, їх функції;
- причини порушення родючості ґрунтів;
- функції і групи лісів.

#### Вміти:

- перерахувати і пояснити види та етапи рекultyвації;
- перерахувати і пояснити заходи щодо охорони земних надр та визначити з якою метою використовує людина земні надра.

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- літосфера;
- ґрунти;
- гумус;
- надра землі;
- рекultyвація;
- деградація;
- опустелювання;
- меліорація;
- ерозія;
- ґрунтово-рослинний покрив.

## I. Літосфера і її функції

Літосфера — це зовнішня тверда оболонка Землі, що охоплює всю земну кору і частину верхньої мантії; вона складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід.

Літосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує важливі функції:

- на її поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, у тому числі й людина;
- верхня тонка оболонка літосфери на материках — це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основним джерелом отримання продуктів харчування для людей;
- літосфера — це й „комора” корисних копалин — енергетичної сировини, руд металів, мінеральних добрив, будівельних матеріалів тощо.

У літосфері періодично відбувалися й відбуваються грізні процеси — виверження вулканів, землетруси, зсуви, селі, обвали, ерозія земної поверхні, які призводять до небезпечних екологічних ситуацій на певних ділянках планети. Іноді ці процеси спричиняють глобальні екологічні катастрофи.

Нижня межа літосфери нечітка й визначається за різким зменшенням в'язкості порід, збільшенням їхньої щільності та іншими геофізичними характеристиками. Товщина літосфери на континентах і під океанами різна й становить відповідно 25-200 та 5-100 км. Найглибші шахти, пройдені людиною, сягають 3-4 км, а найглибша в світі свердловина (пройдена на Кольському півострові) — трохи більше за 12 км. Про склад і будову глибших зон літосфери нам відомо лише на основі непрямих методів (сейсмо- та електророзвідка, гравіметрія тощо).

## II. Ґрунти їх функції

Ґрунти — органо-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла й світла. Це природні утворення, які характеризуються родючістю — здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їхньої життєдіяльності.

Найродючіші й найпотужніші ґрунти — чорноземи — формувалися протягом багатьох тисячоліть у зонах лучних степів, де був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів — 500-600 мм/рік), оптимальні умови для розвитку багатогірної трав'янистої рослинності. Найбільші в світі запаси чорноземів зосереджені на території України. Про їхню цінність свідчить хоча б такий факт: у роки другої світової війни німецькі окупанти вивозили український чорнозем залізничними ешелонами до Німеччини. Сьогодні, на жаль, запаси та якість цього неоціненного природного ресурсу в нашій державі істотно знизилися, що пояснюється варварською, непродуманою їх

експлуатацією, ерозією, засоленням, відчуженням земель під кар'єри й промислові споруди тощо.

Дуже важливим компонентом ґрунту є *гумус (перегній)* — органічна речовина, що утворилася з решток відмерлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів, які переробляють їх, розкладають, збагачують вуглекислим газом, водою, сполуками азоту та іншими речовинами. Ґрунтоутворення — важлива частина біологічного кругообігу речовин та енергії. Ґрунт забезпечує рослини калієм і вуглецем, азотом і фосфором тощо. Родючість ґрунту залежить від кількості цих речовин у гумусі, гумусу в ґрунті й товщини шару ґрунту. Найкращі чорноземи містять до 9 % гумусу.

Ґрунти становлять величезну цінність не лише тому, що це основне джерело отримання продуктів харчування:

- вони, крім того, беруть активну участь в очищенні природних і стічних вод, які фільтруються крізь них;
- ґрунтово-рослинний покрив планети — це регулятор водного балансу суші, оскільки він поглинає, втримує й перерозподіляє велику кількість атмосферної вологості;
- це й універсальний біологічний фактор, і нейтралізатор багатьох видів антропогенних забруднень.

### III. Причини порушення родючості ґрунтів

Користуватися ґрунтом, землею слід розумно й бережно. В гонитві за врожаєм ґрунти розорюються дедалі глибше й частіше, в них у неймовірних кількостях вносяться мінеральні добрива й пестициди. В результаті на величезних площах степової й посушливої зон ґрунти втратили здатність убирати й пропускати воду, їхня структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними сполуками. Повсюдно родючість ґрунтів катастрофічно зменшується.

Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів — їх нейтралізація, розсолоння, збагачення гумусом тощо. Як наголошується в одній з останніх доповідей ООН, подальше існування нашої цивілізації поставлене під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, що зростає. Нині охорона й раціональне використання земельних ресурсів — одна з найактуальніших проблем.

Великих збитків сільському господарству завдає *ерозія ґрунтів*. Цьому негативному явищу сприяє активне утворення ярів у результаті діяльності людини — вирубування лісів на схилах, знищення трав'яного й чагарникового покривів, неправильного розорювання землі тощо. Спричинюють ерозію й пилові бурі, коли в умовах посухи вітри видувають мільйони тонн ґрунтів, в одних місцях зносячи сантиметри й навіть

десять сантиметрів верхнього родючого шару й перетворюючи багаті угіддя на безплідну пустелю, а в інших — засипаючи поля, сади, луки, дороги й будівлі шаром пилу та піску інколи завтовшки 2—3 м.

Вітрова й водна ерозії цілком знищують ґрунти або істотно зменшують вміст у них азоту, фосфору, калію, мікроелементів — усього того, від чого залежить родючість. Активізують ерозію ґрунтів часті оранки, культивації, боронування, ущільнення, трамбування колесами й гусеницями важкої сільськогосподарської техніки.

До основних заходів задля відновлення ґрунтів на оголених ділянках належать насадження лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, запровадження сівозмін, періодична консервація угідь (коли земля „відпочиває”).

Одне з найбільших лих після ерозії ґрунтів — їх *засолення*, основна причина якого полягає в неправильному зрошенні. Протягом останніх десятиліть тисячі гектарів посушливих земель у степових районах, пустелях і напівпустелях, де проводилось інтенсивне зрошення й спочатку значно підвищувалася врожайність, згодом стали непридатними для використання через „білу отруту” (так місцеві жителі називають сіль), якою забиваються всі пори ґрунту та його поверхня в результаті випаровування зрошувальних вод. Раніше, до масового зрошення, на великих територіях росли дикі трави, чагарники, а на розумно зрошуваних землях постійно була високою врожайність полів і садів. А тепер через перезволоженість, надлишок води в ґрунтах та їхню засоленість гинуть дерева, поля, сади, виноградники, плантації бавовнику. В сусідніх із полями селищах вода заливає льохи, якість питної води істотно погіршилась, особливо навколо каналів, що постерігається в Середній Азії вздовж Каракумського каналу, й у нас на півдні України, поблизу Північно-Кримського, Каховського та Краснознам'янського каналів.

### IV. Охорона земної поверхні.

Площа суші на Землі становить 148 млн. км<sup>2</sup>; 10 % цієї площі припадає на льодовики Антарктиди й Гренландії. Решта території — вичерпні ресурси поверхні Землі: 33,1 % цієї території займають сільськогосподарські угіддя, 30,1 % — ліси, 36,8 % — так звані „інші” землі (площі, зайняті населеними пунктами, промисловими підприємствами, транспортними магістралями тощо, а також болота, гори, тундри, пустелі). Через діяльність людини структура земної поверхні постійно змінюється: зменшуються площі сільськогосподарських угідь і лісів, зростають площі „інших” земель. Берегти землю — це означає розумно, по-хазяйськи її використовувати, щоб слугувала вона довго, багатьом прийдешнім поколінням.

Чималі витрати земельних ресурсів пов'язані з промисловим і цивільним будівництвом, спорудженням військових об'єктів (аеродромів, баз, полігонів, складів тощо), видобуванням корисних копалин.

*Сільськогосподарські землі* — найцінніша частина земельних ресурсів, оскільки вони забезпечують людство продуктами харчування.

Більша частина сільськогосподарських земель виводиться під рілля, решта — під площі багаторічних насаджень (плантації, сади, виноградники, лісосмуги), луки й пасовиська. Населення Землі, що швидко примножується, вимагає збільшення кількості продуктів харчування, основний постачальник яких — орні землі. А можливостей для розширення їхніх площ майже не залишилося. Навпаки, в багатьох країнах спостерігається неухильне скорочення орних земель. Тому єдиний спосіб задовольнити дедалі більші потреби в продуктах харчування — це інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, тобто одержання вищого врожаю з тих самих площ. У світі є певний досвід у цій справі.

• Наприклад, у 50—60-ті роки в деяких країнах Азії й Латинської Америки відбувалася так звана „зелена революція”, коли за сприяння спеціалістів ООН було введено високоврожайні сорти рису, пшениці, сої, інших культур, застосовано нові технології вирощування, меліорації і т. д., що дало змогу різко (в 3—5 разів і навіть більше) підвищити врожайність основних сільськогосподарських культур. Індія, наприклад, не лише забезпечила своє населення рисом, але навіть стала експортувати його.

Сьогодні в посушливих районах Землі спостерігається дуже небезпечне явище *дезертизації* або *спустелювання*. Причини його — вразливість природи в цих зонах, надмірне використання земель під пасовиська (худоба виїдає й витоптує слабкий трав'янистий покрив), вирубування на паливо нечисленних дерев і кущів. У результаті різко активізується деградація ґрунтів і територія спустелюється. Так, за останні 50 років площа пустелі Сахара збільшилася на 650 тис. км. *Спеціалісти ООН підрахували, що у світі кожної хвилини на безплідну пустелю перетворюється 44 га землі!*

■ „Інші” землі поділяються на дві групи:

1) *малопридатні для сільського господарства землі* — пустелі, гори, тундра, яри тощо; деякі з них можуть бути освоєні, але з великими матеріальними й фінансовими затратами;

2) *заселені й забудовані території*, тобто такі, що вже не можна використати якимось іншим чином.

## V. Ліс, його функції, групи

*Ліс* — надзвичайно важлива складова частина біосфери:

• це один із основних поглиначів вуглекислого газу й виробників кисню, постачальник дуже цінних матеріалів (деревини, сировини для хімічної промисловості, продуктів харчування тощо), поглинач пилових і газових забруднень атмосфери, захисник поверхні Землі від водної ерозії та суховіїв;

• це середовище життя багатьох звірів, птахів, комах;  
• ліс має величезне оздоровче значення, оскільки деякі дерева — біла береза, сосна, ялиця та інші — продукують особливі леткі речовини — *фітонциди*, які вбивають хвороботворні мікроби й роблять повітря цілющим;

• і, нарешті, ліс діє на людину заспокійливо, сприяє пробудженню в неї творчої наснаги, добрих, піднесених почуттів.

Відповідно до норм лісового законодавства, прийнятих більшістю країн, ліси поділяються на три групи:

1) *ліси, що виконують водоохоронні* (заборонні смуги по берегах річок, озер і т. д.), *захисні* (протиерозійні ліси, державні лісозахисні смуги), *санітарно-гігієнічні* та *оздоровчі* (ліси заповідників і національних парків) *функції*;

2) *ліси захисного та обмежено експлуатаційного значення* — лісові масиви в густонаселених районах і місцевостях з обмеженими лісовими ресурсами;

3) *ліси експлуатаційні* — тайга, тропічні ліси.

У лісах першої та другої груп (а саме такі є на території України) забороняється заготівля деревини, тут допускаються лише так звані санітарні рубки, коли вирубуються тільки хворі й усохлі дерева. А взагалі в лісоводів є давнє добре правило: „Зрубав дерево — посади два нових!”

## VI. Рекультивация порушених земель.

У результаті господарської діяльності людини утворюються *порушені землі*, що втратили свою господарську цінність, а іноді навіть стали джерелом забруднення природного середовища. Найбільше порушують землю відкриті гірничі виробки (кар'єри). В Криворізькому регіоні, наприклад, великі площі колись родючої землі перетворено залізрудними кар'єрами на ділянки „місячного ландшафту”, де не може зберегтися жодна рослина чи жити яка-небудь тварина. Землі порушуються також відвалами пустих порід, шлаків, звалищами сміття й побутових відходів поблизу великих міст.

Кар'єри, терикони, звалища, крім того, що вони займають великі площі земної поверхні, становлять джерело забруднення атмосфери й гідросфери: з них вітрами розноситься пил, деякі терикони димлять, викидаючи в повітря оксиди сірки; забруднені води з відвалів потрапляють



у водоносні горизонти й водотоки. Через інтенсивне відкачування з шахт і кар'єрів підземних вод знижується їхній рівень на прилеглих територіях, інколи ж (поблизу великих кар'єрів) підземні води й зовсім щезають.

Згідно з чинним законодавством порушені землі мають бути відновлені *рекультивацією*. Зокрема, рекультивацію кар'єрів повинні здійснювати ті гірничодобувні підприємства, що їх створили.

Рекультиваційні роботи виконуються в два етапи: технічна рекультивація, потім біологічна.

У ході *технічної рекультивації* порушені землі готують для подальшого використання: планують їхню поверхню (найглибші частини кар'єрів засипають пустими породами, виположують їхні стінки); знімають, перевозять і складають у бурти родючий ґрунт (це роблять до початку проходки кар'єра); будують дороги, гідротехнічні й меліоративні споруди. Якщо відвальні породи містять шкідливі для рослин речовини (сульфіди, солі важких металів тощо), то на них після планування накладають шар нейтральної породи (глини, піску тощо). Після планування відвали мають пройти стабілізацію (один-два роки), коли під дією сили ваги й зволоження відвальні породи ущільнюються.

*Біологічна рекультивація* передбачає комплекс робіт для поліпшення фізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях (вапнування, піскування, внесення мінеральних добрив тощо). Знятий раніше родючий ґрунт, що зберігався в буртах, наноситься на поверхню спланованих і стабілізованих відвалів.

Розрізняють кілька видів рекультивації залежно від того, як саме передбачається використовувати порушені землі.

*Сільськогосподарська рекультивація* здійснюється в районах розвинутого сільського господарства, на великих за площею відвалах чи кар'єрах. Це найдорожчий вид рекультивації, бо до земель, де мають вирощуватися сільськогосподарські культури, ставляться найвищі вимоги. Зокрема, кут нахилу місцевості не може перевищувати 3°.

*Лісогосподарська рекультивація* проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними сортами дерев. Її вартість і вимоги до агрохімічних характеристик ґрунту нижчі, ніж за сільськогосподарської рекультивації.

*Водогосподарська рекультивація* стосується здебільшого тих кар'єрів, які після відпрацювання заповнюються ґрунтовими й дощовими водами. Такі штучні озера впорядковуються, в них запускається риба, їхні береги озеленюються тощо.

*Рекреаційна* (від лат. recreatio — відновлення сил, відпочинок) *рекультивація* виконується неподалік міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською й лісогосподарською рекультивацією (озера в кар'єрах

впорядковують, на їхніх берегах споруджують пляжі, бази відпочинку, висаджують дерева й куші і т. д.).

*Санітарно-гігієнічна рекультивація* здійснюється для консервації порушених земель, припинення шкідливої дії кар'єрів, відвалів на природне середовище (скажімо, аби звалище не забруднювало повітря й підземні води), якщо з якихось причин використання порушених земель вважається недоцільним.

*Будівельна рекультивація* — це підготовка порушених земель під спорудження житлових будинків, спортивних майданчиків, промислових підприємств, складів і т. д. Кар'єри при цьому засипаються відвальними породами, їхні стінки виположуються, підводяться дороги, теплотраси, виконуються меліоративні роботи (дренаж тощо).

## VII. Охорона земних надр.

Надра Землі використовуються людиною з різною метою, зокрема для:

- видобування корисних копалин;
- зберігання рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах;
- будівництва різних споруд, сховищ і навіть цілих заводів;
- прокладання транспортних комунікацій (метро, трубопроводи);
- поховання токсичних промислових і стічних вод.

Головний напрям використання надр — це, звичайно, видобування мінеральної сировини.

Серед численних видів діяльності людини є два, що мають особливе значення, оскільки від них залежить саме існування суспільства: це праця сільського трудівника, фермера, котрий виробляє продукти харчування, та праця гірника, шахтаря, який видобуває з надр Землі енергетичну й мінеральну сировину, без чого неможливе функціонування всіх інших галузей господарства. При цьому, якщо збільшення виробництва продуктів харчування прямо пропорційне зростанню чисельності населення, то підвищення енергоємності й матеріаломісткості сучасного виробництва набагато випереджає його. Як свідчать статистичні дані, при збільшенні населення в 4,5 рази потреба в енергії зростає у 12 разів, а матеріалів, що видобуваються з надр Землі, — в 9 разів.

За сучасної технології видобування й переробки корисних копалин лише 1—5 % речовини, що добувається з надр, використовується у вигляді продукції, вся решта йде у відвали й відходи.

Щоправда, слід урахувувати й додаткові фактори.

• *Не всі ще родовища корисних копалин відкрито й узяти на облік.* Особливо це стосується шарів літосфери глибше за 3—4 км, вивчених дуже погано. Крім того, *величезні запаси мінералів містить Світовий океан.* Тут є родовища нафти й газу, залізоманганові й фосфоритові конкреції, розсіпні родовища золота, платини, алмазів, рідкісних металів тощо. Сьогодні ці багатства використовуються дуже мало.

• У зв'язку з вичерпанням багатьох родовищ у деяких випадках *стає економічно вигідним переробляти так звані некондиційні руди* - з низьким вмістом корисних компонентів, які раніше йшли у відвали.

• Так, до другої світової війни в Криворізькому залізрудному районі залізо добувалося з руд, що містили не менше ніж 50 % цього елемента, бідніші руди йшли у відвали. Після війни кондиційними стали вважатися руди з вмістом 46 % заліза. Тому стало економічно вигідним переробляти відвали, яких тут нагромадилася величезна кількість.

• Інший приклад. У США є великі запаси бітумінозних пісковиків, з яких можна добувати нафту. Але за нинішніх цін на нафту на міжнародному ринку добування її з пісковиків економічно нерентабельне. „Нафтова криза”, що вибухнула в 70-ті роки, змусила вчених США впритул заходитися розробляти технологію добування палива з бітумінозних пісковиків. Було вкладено великі кошти в наукові дослідження, в результаті чого собівартість нафти, що добувається таким способом, удалося знизити в кілька разів. Нафта зі звичайних родовищ дедалі дорожчає, й у разі збільшення її собівартості вдвоє, порівняно з цінами 1990 р., стане економічно вигідно добувати її з пісковиків.

• Великі можливості економії та раціонального використання ресурсів криють у собі й родовища, які розробляються сьогодні у світі. Йдеться передусім про *зниження кількісних і якісних втрат корисних копалин під час їх видобування.* Кількісні втрати зумовлені тим, що частина руди чи вугілля залишається під землею — в ділянках між блоками й між шахтами, в так званих охоронних ціликах (стовпах породи, не вилученої в процесі розробки для запобігання обвалам покрівлі). Якісні втрати спричинюються тим, що під час видобування корисної копалини частина руди змішується з пустими породами, в результаті чого вміст металу в руді виявляється нижчим, зростає зольність вугілля тощо.

У разі видобування корисних копалин відкритим способом (кар'єрами) втрати значно менші (10—12 %), ніж при підземному, шахтному способі (30—40 %). Однак не кожне родовище можна розробляти відкритим способом, а крім того, при цьому виникають інші порушення природного середовища. Чималу економію ресурсів дає *застосування новітніх технологій видобування корисних копалин:* свердловинного гідродобування й вилуговування, підземного виплавляння сірки, газифікації вугілля в надрах та ін. Дуже перспективними вважаються *мікробіологічні методи добування корисних копалин:* виведено такі штами

бактерій, які, розкладаючи сульфіді та інші сполуки металів із дуже бідних руд, переводять їх у розчинну у воді форму, звідки вони після цього можуть бути вилучені економічно вигідним способом (так тепер добувають Zn, Mn, Au, Bi, U, Sb, Li, Ge).

• *Важливий напрям економії мінеральної сировини — використання вторинних ресурсів.* Наукові розрахунки свідчать, що повторно можна використовувати майже 70 % основних металів. Сьогодні ж промисловість економічно розвинених країн використовує в кращому разі лише 30—40 % міді, заліза та інших металів, решта безповоротно втрачається, нагромаджується у звалищах, розсіюється, забруднюючи біосферу. Слід урахувати, що для добування сировини з вторинних ресурсів потрібно набагато менше затрат, у тому числі й енергетичних, ніж для видобування тієї ж сировини з первинних руд. Наприклад, у разі добування скла переплавлянням битих скляних виробів, пляшок тощо витрати електроенергії вчетверо менші, ніж при добуванні його з піску, поташу та ін. Переробка вторинних ресурсів дає прибуток.

■ Так, американські підприємства переробляють старі пластикові пляшки від напоїв у все що завгодно — від стовпчиків для огорож до теплих прокладок у зимові куртки.

■ Гори спрацьованих автомобільних шин перетворюються на паси для вентиляторів, на автодеталі й навіть на нові шини.

■ Алюміній, добутий зі старих банок від пива, виявляється вдвоє дешевшим від алюмінію, який виплавляється з бокситів.

■ Близько 70 % газет, що виходять у США, друкуються на папері, виготовленому зі старих газет.

■ Дедалі ширше в господарстві починають використовуватися заміники дефіцитних.

■ Так, у машинобудуванні 1 т полімерних матеріалів може замінити 3 т дефіцитної бронзи.

■ Полімерами замінюють свинець, мідь, олово та інші гостродефіцитні метали.

■ Важкі багатотонні опори для верстатів-велетнів, які раніше виготовлялися з чавуну, сьогодні з успіхом замінюють бетонними.

■ Застосування нових конструкційних матеріалів — *композитів* — дало змогу конструкторам найбільшого в світі українською літака „Мрія” знизити його масу на 3 т, а це забезпечує за період експлуатації кожної такої машини економію 18 тис. т (!) дефіцитною авіаційного палива.

Взагалі у світі спостерігається тенденція до зменшення обсягів використання природних ресурсів. Металургійні гіганти типу тих, що досі діють в Україні, поглинаючи мільйони тонн руди, коксу й випускаючи мільйони тонн низькоякісного чавуну та сталі, є вчорашнім днем промисловості. Економіка найрозвиненіших країн світу дедалі більше базується на малотоннажному виробництві, а основними галузями стають

складне сучасне машинобудування, електроніка, обчислювальна техніка. Тому одним із головних завдань, що постають перед нашою молододо державою, є докорінна перебудова структури промисловості, а саме — зменшення частки важкої індустрії й військово-промислового комплексу та збільшення частки виробництва наукоємкої продукції й товарів народного споживання. Це істотно знизить енергоємність і матеріаломісткість виробництва, послабить залежність України від зовнішніх поставок ресурсів, передусім паливно-енергетичних, і, нарешті, поліпшить екологічну обстановку в країні (відомо, як забруднюють природу старі промислові гіганти).

Значно порушують земну поверхню гірничі розробки — шахти, кар'єри, свердловини. Підземні розробки спричиняють утворення порожнин і тріщин у гірських породах, просідання ґрунту, обвали та зсуви порід, осушення водоносних горизонтів. Із гірських порід виділяються шкідливі гази (метан, сірководень), трапляються раптові прориви підземних вод, явища так званого „гірського удару” й т. д. Проходка кар'єрів супроводжується великими штучними пониженнями рельєфу, по краях кар'єрів розвиваються зсуви та обвали, в районах кар'єрів і шахт істотно знижується рівень підземних вод. Навколо родовищ, які розробляються, утворюються відвали пустих порід, терикони, що займають великі площі родючих земель. Поверхневі водотоки забруднюються мінералізованими водами, які відкачуються з шахтних горизонтів.

Відомі способи якщо не запобігання цим екологічним порушенням, то принаймні пом'якшення їхніх негативних наслідків. Головним напрямом тут має стати якнайширше впровадження маловідходних або (в ідеалі) безвідходних технологій. Суть їх полягає в тому, що з надр Землі слід брати якомога менше, а з того, що взято, вилучати якомога більше корисних компонентів.

#### Резюме

- Літосфера — це зовнішня тверда оболонка землі, що охоплює всю земну кору і частину верхньої мантії.
- Літосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує ряд важливих функцій.
- Нижня межа літосфери нечітка і визначається за різким зменшенням в'язкості порід та збільшенням їх щільності й іншими геофізичними характеристиками.
- Ґрунти — це органо-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла, світла.
- Родючість ґрунтів — це здатність забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їхньої життєдіяльності.
- Ґрунти виконують ряд важливих функцій.
- Ліс виконує важливі функції в житті живих організмів.
- Згідно лісового законодавства ліси поділяють на три групи.
- Згідно з чинним законодавством порушені землі мають бути відновлені рекультивацією.
- Етапи рекультивації: технічна і біологічна.
- Види рекультивації: сільськогосподарська, лісгосподарська, водогосподарська, рекреаційна, санітарно-гігієнічна, будівельна.
- Надра землі використовуються людиною в різних цілях.
- У зв'язку з вичерпанням багатьох родовищ проводять заходи, щодо зменшення обсягів їх використання.

#### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які екологічні функції літосфери?
2. До яких наслідків призводять ерозія й засолення ґрунтів?
3. Назвіть основні причини спустелювання.
4. Яке значення для біосфери має ліс?
5. Запропонуйте варіанти рекультивації великого кар'єру.
6. Які є можливості економії й раціонального використання природних ресурсів?
7. Упродовж місяця підраховуйте масу твердих відходів, які ваша родина викидає в сміттєпровід, за такими групами: а) папір і картон; б) поліетилен (пакети, пляшки з-під напоїв); в) консервні банки; г) ганчірки; д) скло. Скільки це становитиме за рік? Які корисні вироби можна було б виготовити з цієї вторинної сировини?

#### Теми рефератів, доповідей.

1. Рекультивація порушених земель.
2. Українські чорноземи.
3. Охорона земних надер.
4. Негативний вплив сільського господарства на ґрунти.

## Тема 2.6

## «Екологічні особливості галузевого використання природних ресурсів та екотехнологій».

## ☑План викладу і засвоєння матеріалу

- I. Енергетика (ТЕС, АЕС, ГЕС) та альтернативні джерела енергії.
- II. Промисловість.
- III. Сільське господарство.
- IV. Транспорт.
- V. Військова діяльність.
- VI. Наукова діяльність.
- VII. Екологічна освіта.
- VIII. Безвідходні та маловідходні технології.

## ☑Суттєво:

Після вивчення матеріалу ви повинні:

Знати:

- джерела енергії їх класифікація;
- що являють собою безвідходні та маловідходні технології;
- завдання та мета екологічної освіти;
- форми екологічної освіти (формальна та неформальна).

Вміти:

- охарактеризувати негативний вплив на довкілля ТЕС, АЕС, ГЕС, ВЕС, СЕС, сільського господарства, промисловості, військової справи, наукової діяльності, транспорту;
- навести приклади вторинної переробки ресурсів;
- пояснити як на сучасному етапі утилізуються відходи з пластмаси, пластику, поліетилену.

## I. Енергетика

Розвиток людської цивілізації базується на енергетиці. Від стану паливно-енергетичного комплексу залежать темпи науково-технічного прогресу й виробництва, а отже, життєвий рівень людей. Темпи зростання виробництва енергії у світі сьогодні є вищими за темпи приросту населення, що зумовлюється індустріалізацією, збільшенням енергозатрат на одиницю продукції в сільському господарстві, в гірничорудній промисловості й т. д.

*Джерела енергії*, які використовує людство, поділяються на *відновлювані* — енергія Сонця, вітру, морських припливів, гідроенергія річок, внутрішнього тепла Землі — й *невідновлювані* — викопне мінеральне паливо та ядерна енергія. Перші не порушують теплового балансу Землі, оскільки під час їх використання відбувається лише перетворення одних видів енергії на інші (скажімо, енергія Сонця перетворюється спочатку на електроенергію й тільки потім переходить у тепло). Зате використання других спричинює додаткове нагрівання атмосфери й гідросфери. Це небезпечно, бо може призвести до зміни рівня води у Світовому океані, що, своєю чергою, змінить співвідношення площі суші й водного дзеркала, вплине на клімат Землі, на тваринний і рослинний світ.

*Отже, є теплова межа, яку людство не повинне переступати, інакше це матиме для нього катастрофічні наслідки.* За розрахунками вчених, небезпечної межі буде досягнуто в разі використання невідновлюваних джерел енергії в кількості, яка перевищить 0,1 % потужності потоку сонячної енергії, що надходить на Землю, тобто більш як 100 млрд. кВт. Сьогодні на базі невідновлюваних джерел виробляється енергії в 10 разів менше за гранично допустиму кількість. *Якщо темпи збільшення виробництва енергії залишаться такими самими, то теплової межі буде досягнуто приблизно в середині XXI ст.* А людство ще й нарощує темпи, і нині 70 % усієї енергії воно отримує за рахунок спалювання вугілля, нафти й газу плюс 7 % — за рахунок роботи атомних електростанцій.

В енергетичних розрахунках застосовується спеціальна одиниця — вироблена маса палива (умовною): 1 т умовного палива еквівалентна 1 т кам'яного вугілля, або 2,5 т бурого вугілля, або 0,7 т нафти, або 770—850 м<sup>3</sup> природного газу (залежно від його складу й відповідно до теплоти згоряння). Теплота згоряння 1 кг умовного палива дорівнює 29,3 ГДж.

У масштабних прогнозних розрахунках використовується також умовна одиниця Q, що дорівнює 36 млрд. т умовного палива. За даними геологів, світові розвідані запаси вугілля становлять 17,7Q нафти — 3Q, газу — 2Q, урану — 3,7Q.

Якщо мінеральне паливо й далі спалюватиметься сьогоднішніми

темпами, то, за розрахунками, всі його запаси будуть вичерпані через 130 років.

Необхідно наголосити, що спалювання мінеральної сировини — вкрай нераціональний спосіб використання природних ресурсів. Нафта, наприклад, — дуже цінна сировина для хімічної синтезу (сьогодні з неї отримують безліч потрібних матеріалів — синтетичні тканини й каучук, пластмаси, добрива, фарби й тисячі інших). Ще видатний російський хімік Д. І. Менделєєв з обуренням говорив: „Нафта — не паливо, топити можна й асигнаціями!”

Крім вуглеводневого палива й урану, в природі є ще одне не відновлюване джерело енергії. Це дейтерій, або важкий водень, — потенційне паливо для термоядерних електростанцій майбутнього. Запаси його у Світовому океані оцінюються в 1900Q.

Запаси енергії відновлюваних джерел становлять: вітру — 0,4Q, морських припливів і хвиль — 0,2—0,3Q, внутрішнього тепла Землі — 0,2Q, сонячного випромінювання — 2000Q.

Паливна проблема — одна з найзлободенніших для незалежної України. За даними вчених, наша держава забезпечена власним вугіллем на 95 %, нафтою — на 8 % і природним газом — на 22 %.

■ Вплив на довкілля ТЕС. Виробництво електроенергії на ТЕС супроводжується виділенням великої кількості теплоти, тому такі станції, як правило, будуються поблизу міст і промислових центрів для використання (утилізації) цієї теплоти. Зважаючи на обмеженість світових запасів мінерального палива, вчені й технологи продовжують працювати над поліпшенням параметрів енергоблоків, підвищенням їхніх коефіцієнтів корисної дії (ККД), що забезпечує ощадливіше витрачання палива. Так, істотну економію палива дає збільшення однієї потужності енергоблоків. Сьогодні на ТЕС установлюються енергоблоки потужністю 1000—1200 МВт. Сучасна технологія дає змогу підвищити цю потужність до 3000 МВт, що заощадить кілька процентів палива. Подальше зростання потужності блоків (до 5000 МВт) можливе в разі запровадження так званих криогенних генераторів, які охолоджуються зрідженим гелієм.

Знизити питому витрату палива вдається також підвищенням ККД генераторів ТЕС. Нині максимальне значення ККД становить близько 40 %, але в принципі його можна збільшити до 60 % за рахунок упровадження перспективних магнітогідродинамічних (МГД) генераторів, дослідні зразки яких сьогодні випробовуються в ряді країн.

Спалювання мінерального палива супроводжується сильними забрудненнями довкілля. Розглянемо головні з них.

■ Забруднення атмосфери газовими й пиловими викидами. Під час спалювання вуглеводневого палива в топках ТЕС, а також у двигунах внутрішнього згоряння виділяється вуглекислий газ, концентрація якого в атмосфері збільшується приблизно на 0,25 % за рік. Це спричинює

розігрівання атмосфери за рахунок парникового ефекту. З труб ТЕС і вихлопних труб автомобілів у атмосферу викидаються також оксиди сірки й азоту, внаслідок чого випадають кислотні дощі. Атмосфера забруднюється й дрібними твердими частинками золи, шлаку, не повністю згорілого палива (сажа).

Для зменшення шкоди від цих забруднень вдаються до таких технологічних заходів: • вугілля перед його спалюванням у топках ТЕС очищають від сполук сірки; • вловлюють із диму ТЕС оксиди сірки й азоту, пропускаючи його крізь спеціальні поглинаючі; • частинки золи й сажі вловлюють за допомогою установок типу „Циклон” та іншими способами; • для зменшення токсичності вихлопних газів автомобілів застосовують регулювання двигунів, переходять на „екологічно чисті” марки палива, встановлюють на автомобілях спеціальні каталізатори, що допалюють чадний газ до вуглекислого, і т. д.

■ Радіоактивне забруднення. У викопному вугіллі й пустих породах містяться домішки природних радіоактивних елементів (урану, торію та ін.). Після спалювання вугілля ці елементи концентруються в частинках золи, яка виявляється більш радіоактивною, ніж вихідне вугілля й пусті породи (сланці тощо). Таким чином відбувається радіоактивне забруднення атмосфери й земної поверхні. Щоправда, воно не настільки небезпечне, як радіоактивне забруднення від АЕС (див. нижче), оскільки у вугіллі й вугільних породах містяться радіоактивні ізотопи, що існують у біосфері впродовж мільярдів років, і до них живий світ пристосувався. Більшість рослин і тварин не нагромаджують ці ізотопи у своєму організмі, на відміну від штучних радіонуклідів, які викидаються АЕС. Розроблені методи очищення відходних газів ТЕС від частинок золи дають змогу зменшити це забруднення в 100—200 разів і звести його в такий спосіб майже до фонових рівнів.

■ Забруднення земної поверхні відвалами шлаків і кар'єрами. Після спалювання в топках ТЕС вугілля залишається багато твердих відходів (шлаку, золи). Вони забирають великі площі землі, забруднюють підземні й поверхневі води шкідливими речовинами. Ще більші ділянки землі порушуються величезними вугільними кар'єрами. Так, шлакові відвали й терикони пустих порід лише в Донбасі займають площу 50 тис. га, і вона дедалі збільшується.

Зменшення шкоди від такого забруднення досягається утилізацією (корисним використанням) шлаків і пустих порід, з яких виготовляють будівельні матеріали, засипають ними яри, болота й кар'єри під час рекультивції. Ефективними є й економічні санкції, зокрема введення високої платні за порушення земель, особливо родючих. Завдяки цим обмеженням у більшості західних країн відмовилися від кар'єрного способу видобування корисних копалин у сільськогосподарських районах, оскільки платня за землю виявляється вищою, ніж та вигода, яку може

дати відкритий спосіб розробки родовища порівняно з шахтним. В Україні питання про відведення сільськогосподарських земель під будівництво великого кар'єру або ТЕС вирішує найвищий законодавчий орган країни — Верховна Рада.

■ Вплив на довкілля АЕС. За даними Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), у 26 країнах світу експлуатується 416 ядерних енергоблоків, які виробляють близько 16 % усієї електроенергії. Деякі країни основну ставку зробили саме на АЕС. Наприклад, у Франції АЕС виробляють більш як 70 % електроенергії. Але інші країни (Швеція, Данія, Австрія, Філіппіни) заявили про свій намір цілком відмовитися від АЕС і демонтувати ядерні блоки, які працюють там. Палкі суперечки особливо посилилися після катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 р. Одні вчені, енергетики й політичні діячі обстоюють думку, що без атомної енергетики людство не зможе обійтися, і слід лише зробити все можливе, щоб звести ризик аварії на АЕС до мінімуму. Як доказ на користь атомної енергетики наводяться дані про те, що АЕС використовують мало „палива” порівняно з ТЕС (добова витрата мазуту на тепловій електростанції потужністю 2000 МВт становить 8,3 тис. т, вугілля — 10 тис. т, а урану на атомній — 180 кг). Вітчизняні енергетики-атомники протягом тривалого часу доводили також, що електроенергія, яку виробляють АЕС, дешевша від тієї, яку виробляють ТЕС, і що АЕС, мовляв, менше забруднюють навколишнє середовище, ніж ТЕС.

Противники АЕС (їх значно побільшало після аварії на Чорнобильській АЕС і розсекречення матеріалів, пов'язаних із діяльністю Мінатом-енерго колишнього СРСР) наполягають на якнайшвидшій забороні цього способу добування енергії як шкідливого й небезпечною для біосфери.

Сьогодні доведено: твердження про „дешевизну” атомної енергії (вважалось, що в колишньому СРСР вона коштувала в три рази менше, ніж у розвинених країнах Заходу) — це навмисна фальсифікація. Річ у тім, що проектувальники вітчизняних АЕС не вносили у вартість „атомного” кіловата такі затрати, як переробка й поховання радіоактивних відходів, а за оцінками спеціалістів, вони становлять понад 75 % вартості всього паливного циклу АЕС. Не враховувалася також вартість демонтажу АЕС, а втім АЕС через 25—30 років роботи має бути зупинена, розібрана або похована, оскільки радіоактивність її агрегатів та обладнання перевищить норми. А вартість демонтажу, за оцінками західних фахівців, дорівнює вартості її будівництва. Не були враховані й інші затрати, пов'язані з експлуатацією АЕС, зокрема зумовлені вимогами стосовно безпеки її роботи (на АЕС, що функціонують у розвинених країнах, ці вимоги були набагато жорсткіші, ніж на радянських). Доведено, що вартість „атомного” кіловата насправді втричі вища, ніж „газового”, й удвоє, ніж „вугільного”. Як пишуть німецькі експерти в цій галузі, „атомна енергія дешева лише там, де безпека стоїть на другому плані, й доти, доки людство мириться з тим,

що його сьогоднішнє марнотратство щодо електроенергії загрожує майбутнім поколінням пекельним радіоактивним жахом”.

Найголовніше ж полягає в тому, що атомна енергетика настільки згубно впливає на біосферу, а потенційна можливість аварії на АЕС така велика (адже це техніка, й не можна дати стопроцентної гарантії її безвідмовності), що обстоювати цей спосіб добування енергії недопустимо й аморально.

Паливний енергетичний цикл АЕС передбачає видобування уранової руди й вилучення з неї урану, переробку цієї сировини на ядерне паливо (збагачення урану), використання палива в ядерних реакторах, хімічну регенерацію відпрацьованого палива, обробку й поховання радіоактивних відходів. Усі ці операції супроводжуються небезпечним радіоактивним забрудненням природного середовища.

Забруднення починається на стадії видобування сировини, тобто на уранових рудниках. Після вилучення урану з руди залишаються величезні відвали слабо радіоактивних пустих порід — до 90 % добутої з надр породи. Ці відвали забруднюють атмосферу радіоактивним газом радоном, небезпечним для біоти (наприклад, медики довели, що внаслідок вдихання повітря з підвищеним умістом радону в ссавців розвивається рак легень).

Кількість радіоактивних відходів зростає на стадії збагачення уранової руди, з якої виготовляють твели — спеціальні елементи, що виділяють тепло, котрі надходять потім на АЕС. У реактор типу РБМК (сумнозвісний після аварії на Чорнобильській АЕС) завантажується близько 180 т таких твелів, які в результаті роботи реактора перетворюються на високорадіоактивні відходи. АЕС — це, по суті, підприємство, яке поряд з електроенергією виробляє величезну кількість укр. небезпечних речовин. *Лише в США нагромадилося близько 12 тис. т таких відпрацьованих твелів, а на початку XXI ст. до них додасться ще 40 тис. т цього пекельного матеріалу.*

Відпрацьовані твели кілька років зберігаються на території АЕС у спеціальних басейнах із водою, поки трохи знизиться їхня радіоактивність, після чого в особливих контейнерах спеціальними поїздами їх перевозять на фабрику для регенерації ядерного палива. Тут твели обробляють, вилучаючи з них уран, який іще не „вигорів”, і виготовляють із нього нові твели.

Прихильники атомної енергетики довго переконували у великій перевазі АЕС: мовляв, відпрацьоване паливо можна багаторазово переробляти й знову використовувати в реакторі, доки не „вигорить” весь уран. Насправді вже після другого такого циклу регенерації залишки палива у твелах насичуються великою кількістю сторонніх ізотопів і продуктів розщеплення, а це унеможливило використання їх у реакторі втретє. „Вигоряє” лише 2 % урану, який був у твелі першого циклу. А сам твел

стає надзвичайно небезпечним радіоактивним матеріалом, який потрібно десь зберігати сотні й тисячі років.

Радіація має дуже негативну особливість: усе, що контактує з радіоактивною речовиною (і машини, і контейнери, і обладнання, і приміщення, і навіть одяг персоналу), саме стає радіоактивним, а отже, небезпечним. Радіацію неможливо зупинити, „вимкнути” чи знищити. Всі ці відпрацьовані радіоактивні матеріали необхідно десь надійно зберігати, поки не розпадуться радіоактивні ізотопи. Але серед них багато таких, період напіврозпаду яких обчислюється тисячами років! У процесі зберігання контейнерам з відходами не можна контактувати з підземними водами, сховища необхідно вентилувати (сотні років!), бо за рахунок виділення з відходів тепла контейнери нагріваються до температури 200 °C і можуть розтріскатися. Крім того, ці сховища треба надійно охороняти (сотні років!), щоб до них не проникли сторонні люди або зловмисники.

Сказане цілком стосується й самих АЕС. Через 25—30 років експлуатації все їхнє обладнання, апаратура, місткості, приміщення, транспортні засоби й т. д. стають настільки радіоактивними, що їх необхідно демонтувати й поховати на сотні років. А для поховання лише одного реактора потрібно близько 40 га землі.

АЕС виробляють сотні видів радіоактивних речовин, яких раніше не було в біосфері, й до яких живі істоти не пристосовані. Так, після аварії на Чорнобильській АЕС в атмосферу було викинуто близько 450 видів радіонуклідів. Серед них багато довго існуючих, таких як цезій-137 (період напіврозпаду 80 тис. років) і стронцій-90 (період напіврозпаду 20 тис. років). Вони за своїми хімічними властивостями подібні до калію й кальцію, які відіграють велику роль у біохімічних процесах. Живі організми не можуть відрізнити ці ізотопи від калію та кальцію й нагромаджують їх, що є причиною найнебезпечнішою внутрішнього опромінення, яке викликає тяжкі захворювання й шкідливі мутації.

Нагромадження в природі невластивих для неї радіоактивних речовин у край шкідливо діє на біосферу. В зонах, забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС, уже сьогодні спостерігаються масові аномалії: у рослин — гігантизм листя дерев, такі зміни деяких рослин, що важко визначити їх вид; у тварин — народження нежиттєздатних мутантів (поросят без очей, лошат із вісьмома кінцівками тощо); у людей і тварин — пригнічення функцій імунної системи, в результаті чого ускладнився перебіг таких захворювань, як грип, запалення легень, збільшилася смертність від „звичайних” захворювань.

„Мирний атом” загострив питання про відповідальність учених, змусив замислитися про такі поняття, як совість, людяність, порядність, про те, чи маємо ми право заради сьогоднішніх ілюзорних вигід ризикувати здоров'ям і життям майбутніх поколінь.

До сказаного слід додати, що АЕС спричиняють також велике теплове забруднення, особливо гідросфери. Лише мала частина теплоти, що виділяється під час роботи реакторів, може бути утилізована й перетворена на електроенергію. Левова ж її пайка у вигляді гарячої (45 °C) води й пари викидається у водойми та в повітря. Вище вже наводився приклад Хмельницької АЕС, яка використовує для охолодження своїх реакторів усю воду річки Горинь.

■ Термоядерна енергетика. У зв'язку з величезною потенційною небезпекою АЕС для біосфери вчені та енергетики сьогодні покладають надії на інший спосіб добування енергії, а саме з допомогою термоядерних електростанцій (ТЯЕС), і хоча в світі поки що не діє жодна ТЯЕС, є переконання (особливо на Заході), що цей спосіб добування енергії стане головним у ХХІ ст. і витіснить АЕС і ТЕС.

На ТЯЕС енергія добуватиметься не за рахунок розщеплення важких ядер урану, а внаслідок злиття легких ядер ізотопів водню (дейтерію й тритію) та утворення з них ядер гелію. Такі реакції живлять енергією Сонце й незліченну кількість інших зірок у Всесвіті.

Нині над розробкою промислових термоядерних реакторів працюють учені багатьох країн: Європейського Союзу, США, Росії, Японії, Канади. Як вважає більшість учених, зайнятих цією проблемою, перший прототип комерційного термоядерного реактора буде створено на початку ХХІ ст.

Цей спосіб добування електроенергії матиме безумовні переваги над тими, що використовуються сьогодні на ТЕС і АЕС:

- ТЯЕС характеризуватимуться високим ступенем безпеки роботи, бо конструкція термоядерного реактора така, що за будь-якого її пошкодження чи порушення режиму автоматично припиняється термоядерна реакція й вимикається реактор;

- в термоядерному реакторі водночас міститиметься лише кілька грамів „палива” — дейтерію й тритію, що є відносно низькорадіоактивними (порівняйте з 180 т урану, який завантажується в реактор АЕС!);

- запаси одною з компонентів палива для ТЯЕС — дейтерію — на Землі величезні: їх достатньо, аби забезпечити електроенергією людство на кілька мільйонів років (наприклад, дейтерію, що міститься у 500 л води з будь-якої водойми, достатньо для задоволення всіх енергетичних потреб однієї людини протягом усього її життя);

- внаслідок термоядерної реакції не утворюються радіонукліди — продуктом реакції є нерадіоактивний газ гелій;

- ТЯЕС не забруднюватимуть атмосферу речовинами, здатними спричинити кислотні дощі, парниковий ефект або руйнування озонового шару.

Проте в ТЯЕС будуть і недоліки:

- теплота, яка у великій кількості виділяється внаслідок термоядерної реакції, за законами термодинаміки, не може бути цілком перетворена на

електроенергію й спричинює підігрівання атмосфери й гідросфери Землі; тому на розвиток термоядерної енергетики накладається те саме обмеження, що й на використання інших невідновлюваних джерел енергії, — це тепловий рубіж;

- робота термоядерного реактора супроводжується дуже потужним нейтронним потоком, а отже, відбувається радіоактивне забруднення конструкцій, тому по певному часі необхідно його розбирати й ховати (як і реактори АЕС);

- до компонентів „палива” для ТЯЕС, крім дейтерію, належить літій, запаси якого на Землі дуже невеликі, а родовища небагаті й трапляються дуже рідко, або тритій, що виробляється штучно, з великими затратами енергії.

■ Вплив на довкілля ГЕС. У наш час ГЕС виробляють близько 20 % електроенергії у світі. Деякі країни з гірським рельєфом і швидкими річками (Норвегія, Таджикистан, Киргизстан) свої потреби в електроенергії задовольняють переважно за рахунок ГЕС. Порівняно з ТЕС і АЕС гідроелектростанції мають низку переваг:

- вони зовсім не забруднюють атмосферу;
- поліпшують умови роботи річковою транспорту;
- працюючи в парі з ТЕС, беруть на себе навантаження під час максимального (пікового) споживання електроенергії;
- агрегати ГЕС уводяться в дію дуже швидко, на відміну від агрегатів ТЕС, яким потрібно кілька годин для розігрівання й виходу на робочий режим (або ж треба утримувати один з агрегатів ТЕС у „гарячому” режимі, витрачаючи дефіцитне паливо).

Разом із тим ГЕС, особливо ті з них, що побудовані на рівнинних річках, завдають шкоди довкіллю.

- На Дніпрі, наприклад, водосховищами затоплено величезні площі найродючіших у Європі земель: Київським — 922 км<sup>2</sup>, Канівським — 675, Кременчуцьким — 2250, Дніпродзержинським — 567, Дніпровським — 410, Каховським — 2155 км<sup>2</sup>. У сумі це становить майже 7000 км<sup>2</sup> — чверть території Бельгії! Важко уявити, скільки сільськогосподарської продукції недоодержала Україна через це. Із затоплюваних ділянок довелося відселяти жителів сотень сіл, прокладати нові дороги й комунікації тощо. Пішло під воду багато історичних і ландшафтних пам'яток.

- У місцевостях, розташованих поблизу водосховищ, піднімається рівень ґрунтових вод, заболочується територія, виводяться із сівозмін великі площі землі.

- На водосховищах тривають обвали берегів, які на окремих ділянках відступили вже на сотні метрів.

Греблі перетворили Дніпро на низку застійних озер, що мають слабкий водообмін та погану самоочищуваність і стають уловлювачами промислових забруднень.

Дуже потерпають від гребель мешканці річок — планктон і риба. Риба не може проходити крізь греблі до місць своїх звичних нерестовищ, які до того ж стають непридатними для нересту через заглиблення. Багато риби й планктону гине в лопатях турбін. Водосховища, забруднені стоками й добривами, що змиваються з полів, улітку нерідко „цвітуть”, що спричинює масову загибель риби та інших мешканців водойм.

Якщо підрахувати всі ці збитки від будівництва й роботи ГЕС на рівнинних територіях, стає зрозуміло, що твердження про „найдешевший кіловат”, який нібито дають ГЕС, не відповідає дійсності. Очевидно, що великі ГЕС раціонально будувати лише в гірських районах. Можливо, в майбутньому нам чи нашим нащадкам доведеться спускати воду з деяких „рукотворних морів” на тому ж Дніпрі.

■ Альтернативні джерела енергії — це енергія вітру, морів та океанів, внутрішнього тепла Землі, Сонця.

■ Енергія вітру. За оцінками вчених, загальний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання енергії людством. Однак використовується лише мізерна частка цієї енергії. Так було не завжди. За даними статистики, до революції в кожному другому селі України працював вітряк. Але парова машина, а потім двигун внутрішнього згоряння витіснили цих скромних трудівників. Добре відомо також, що до появи пароплавів усі морські перевезення здійснювалися вітрильниками.

Можливості використання енергії вітру в різних місцях Землі неоднакові. Для нормальної роботи вітроелектричних двигунів швидкість вітру в середньому за рік має бути не меншою за 4—5 м/с, а краще, коли вона становить 6—8 м/с. В Україні до таких зон належать узбережжя Чорного моря, особливо Крим, а також Карпати й південні степові райони.

Піонером будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) був видатний український учений та інженер, один з основоположників космонавтики Ю. Кондратюк. Побудована ним у 1931 р. поблизу Севастополя ВЕС потужністю 100 кВт понад 10 років забезпечувала місто електроенергією.

Сьогодні на Заході, особливо в Данії та США, серійно випускаються ВЕС потужністю від 1,5 до 100 кВт, діє також кілька експериментальних потужністю до 30 тис. кВт.

Вітроелектростанції не забруднюють довкілля. Єдиний негативний фактор — низькочастотний шум (гудіння) під час роботи ВЕС та ще одиничні випадки загибелі птахів, які потрапляють у лопаті вітроподвигунів.

Думки інженерів та вчених повертаються й до, здавалося б, давно забутих вітрильників. ■ Відомий океанолог Ж. І. Кусто наприкінці 80-х років сконструював і випробував вантажне судно, в якого, крім дизельного двигуна, є й вітрила. Щоправда, цей вітрильник мало схожий на оспівані бригантини минулих віків — його вітрила являють собою вертикальні напівциліндричні конструкції з алюмінієвого сплаву, якими керує комп'ютер. Використання цих вітрил під час трансокеанічного плавання



дає змогу економити значну (до 70 % за сприятливого вітру) кількість палива.

■ Енергія морів та океанів. Світовий океан містить колосальні запаси енергії.

По-перше, це енергія сонячного випромінювання, поглинута океанською водою, яка виявляється в енергії морських течій, хвиль, прибою, різниці температур різних шарів води. По-друге, це енергія тяжіння Місяця й Сонця, що спричинює морські припливи й відпливи. Використовується цей екологічно чистий потенціал іще дуже мало.

Першими об'єктами такої енергетики можна вважати морські хвильові електростанції, які акумулюють енергію вертикальних коливань води. Хвиля метрової висоти забезпечує від 25 до 35 кВт енергії, навіть хвиля заввишки всього 35 см може обертати спеціальну турбіну й давати електричний струм.

■ Одна з перших хвильових електростанцій потужністю 350 кВт ось уже близько 30 років успішно діє поблизу норвезького міста Бергена.

■ Збудовано також перші морські електростанції, що утилізують енергію припливів і відпливів, — на узбережжі Ла-Маншу у Франції потужністю 240 тис. кВт і в Кольській затоці (Росія) потужністю 400 кВт.

■ А на тихоокеанському острові Науру діє електростанція потужністю 100 кВт, яка використовує (за принципом термопар) різницю температур нагрітою тропічним сонцем поверхневого шару води й холодного придонного.

■ Енергія внутрішнього тепла Землі. З глибиною підвищується температура в земній корі (в середньому на 30 °C на 1 км, а у вулканічних районах — набагато швидше). За оцінками геологів, до глибин 7—10 км загальна кількість теплоти в 5000 разів перевищує теплоємність усіх видів мінерального палива, що є на Землі. Теоретично лише 1 % тепла достатньо, аби забезпечити людство енергією на найближчі 4000 років. Та на практиці це джерело енергії використовується ще дуже мало. Найкращі результати досягаються в районах активної вулканічної діяльності (Ісландія, Камчатка, Гаванські острови), де близько до поверхні є термальні води. Крізь свердловини гаряча водяна пара надходить у турбіни, що виробляють електроенергію. Відпрацьована гаряча вода йде на обігрівання теплиць, житла тощо. В холодній Ісландії в таких оранжереях вирощують овочі й навіть банани, а столиця країни Рейк'явік уже понад 40 років уся забезпечується теплом за рахунок цього джерела.

В Україні досі немає установок такого типу, хоч у нас є перспективні зони для застосування геотермальної енергії — Карпати, Закарпаття та Крим.

У разі споживання геотермальної енергії постає проблема відпрацьованих підземних вод. Вони сильно мінералізовані, і їх не можна спускати у водостоки. Тому відпрацьовані води знову закачують у підземні горизонти

для повторного використання. З деяких таких розсолів добувають йод, бром, літій та деякі інші елементи.

■ Енергія Сонця. Сонце — найпотужніше джерело екологічно чистої енергії, і людство має зосередити свої зусилля на розробці методів її утилізації. Основна перешкода полягає в розсіяності сонячної енергії; на широтах України, наприклад, на кожний квадратний метр поверхні за рік надходить лише близько 1900 кВт сонячної енергії. Утилізація сонячної енергії стримується також високою вартістю установок, а отже, й порівняно високою собівартістю електроенергії.

Сонячну енергію можна застосовувати для добування електроенергії, побутового тепла, високотемпературного тепла в промисловості, на транспорті. Найбільших успіхів досягнуто в таких країнах, як США, Франція, Туркменистан, причому переважно в галузі так званої „малої” енергетики.

Для добування електроенергії від Сонця застосовується кілька методів, найперспективніший з яких полягає в безпосередньому перетворенні сонячного випромінювання на електрику за допомогою напівпровідникових фотоелектричних генераторів (сонячних батарей). ККД найсучасніших їх типів сьогодні становить 25—30 %. Через високу вартість такі батареї поки що використовуються мало — на космічних супутниках і станціях, у ретрансляторах, навігаційних маяках, телефонних станціях у пустельних місцевостях, для живлення невеликих радіостанцій, у мікрокалькуляторах, електронних іграшках тощо.

Електроенергію від Сонця добувають також за допомогою паротурбінних генераторів.

■ Одну з таких сонячних електростанцій (СЕС) потужністю 1200 кВт споруджено в Криму поблизу Керчі. В центрі круга діаметром 500 м установлено 70-метрову башту з парогенератором на верхівці. Її оточують 1600 рухомих дзеркал (геліостатів). Стежачи за допомогою ЕОМ за рухом Сонця, вони відбивають його промені на парогенератор, нагріваючи в ньому воду до утворення пари температурою 300 °C. Пара подається на турбіну з електрогенератором.

СЕС не забруднюють довкілля. Щоправда, для майбутніх потужних СЕС на сонячних батареях знадобляться великі площі. Але на нашій планеті — близько 20 млн. км пустель, де землі непридатні для сільського господарства, потік сонячної енергії найпотужніший, а кількість хмарних днів протягом року мінімальна. Щоб задовольнити енергетичні потреби людства, треба розмістити батареї на площі від 1 до 3 млн. км<sup>2</sup>, тобто достатньо зайняти лише 5—15 % площі пустель.

Сонячна енергія використовується також для добування побутового тепла (100—150 °C), яке йде на опалювання приміщень, приготування їжі, опріснення води тощо.

■ Розроблено досить зручні пристрої для таких потреб (наприклад, параболічне дзеркало-піч діаметром 1,5 м, у фокусі якого вода в трилітровому чайнику закипає за 10 хв.).

■ Для промислових цілей (плавлення проб металів, вирощування кристалів із розплаву і т. п.) створено сонячні печі. у фокусі дзеркала яких температура сягає 3800 °С. Одна з таких установок діє у Франції.

Сонячна енергія може застосовуватися й на транспорті — для енергоживлення автомобілів, невеликих суден і навіть літаків. Із площі в кілька квадратних метрів (дах мікроавтобуса) можна зібрати енергію для живлення автомобільного акумулятора.

■ В 1982 р. такий автомобіль, не витративши й краплі бензину, перетнув Австралію, подолавши за два місяці відстань у 4000 км.

■ На літаку, верхню площину крила якого було вкрито сонячними батареями, здійснено переліт через Ла-Манш.

■ Біоенергетичні технології. Життя та діяльність людей супроводжуються утворенням великої кількості органічних відходів (побутове сміття, каналізаційні стоки, відходи виробництва сільськогосподарської продукції — солома, лушпиння й т. д. деревообробки — тирса, обрізки, гілки, хвоя тощо). Звалища навколо великих міст забирають величезні площі (так, поблизу Нью-Йорка воно за об'ємом уже дорівнює 25 пірамідам Хеопса!), забруднюють повітря й воду. А тим часом розроблено технології, що дають змогу добувати з цих відходів енергію (сконструйовано, наприклад, установки, в яких відходи спалюються, даючи тепло й електроенергію), а також різні корисні матеріали (скло, метали та ін.).

Є й інша перспективна технологія переробки відходів — за допомогою метанобактерій. Ці мікроорганізми активно розмножуються в будь-яких органічних рештках, продукуючи в результаті своєї життєдіяльності цінну енергетичну сировину — біогаз (суміш метану й чадного газу). Технологія добування біогазу дуже проста. Бетонні місткості або колодязі будь-якого об'єму заповнюють гноєм, сміттям, листям, тирсою й т. п. Місткість має бути щільно закритою, щоб не було доступу кисню. Газ, який утворюється в результаті бродіння, відводиться в приймальний Пристрій або безпосередньо в газову плиту. Після процесу бродіння залишається добриво — знезаражене, без запаху, цінніше за гній.

Сьогодні така технологія широко застосовується в Китаї та Індії, де функціонують мільйони подібних установок. А в Румунії проведено успішні досліді з використання біогазу як палива для тракторів.

Останнім часом дедалі ширше розробляються технології добування палива для двигунів внутрішнього згоряння з органічних речовин, що продукуються рослинами.

■ Так, у Бразилії з відходів виробництва цукру з цукрової тростини добувають технічний спирт, що використовується як паливо для

автомобілів (причому вартість цього палива нижча, ніж бензину, а забруднення повітря в результаті його згоряння — менше).

■ В Австралії успішно виготовляють так звану „зелену нафту” — продукт переробки спеціальних мікроскопічних водоростей, які вирощуються в штучних басейнах.

Для України особливе значення має технологія добування палива з ріпакової олії. Ріпак, ця невибаглива рослина, дає до 1 т олії з гектара, причому його можна вирощувати на землях, непридатних ні для чого іншого, наприклад на полях зрошення, де нейтралізуються каналізаційні стоки, й навіть на землях 30-кілометрової зони відчуження навколо Чорнобильської АЕС, бо, як з'ясували вчені, радіонукліди не нагромаджуються в ріпаковій олії. Її можна або безпосередньо заливати в баки дизелів (які, щоправда, в цьому разі треба модернізувати), або ж із неї можна виготовляти спеціальне дизельне паливо — „блакитний ангел”, котре за всіма характеристиками подібне до солярової оливи, але при цьому екологічно чистіше й дешевше; нарешті, цю олію можна додавати в солярову оливу (до 20 %), що не змінює ні енергетичних, ні екологічних показників двигунів.

■ Воднева енергетика. До дуже перспективних джерел добування теплової та електричної енергії належить водень, який має високу теплотворну здатність, може успішно замінювати природний газ і при цьому є екологічно чистим паливом, оскільки в результаті його згоряння утворюється лише водяна пара. Отже, переведення ТЕС та інших споживачів газового палива на водень зменшило б викиди в атмосферу вуглекислого газу й інших шкідливих сполук. Широке використання водню як джерела енергії до останнього часу стримувалося його вищою вартістю порівняно з природним газом. Але нещодавно в деяких країнах, зокрема в США, розроблено технології добування водню з глюкози або глюкозовмісних речовин, таких як крохмаль і целюлоза (деревина). Після обробки глюкози або її полімерів спеціальними ферментами, добутими з бактерій, вона перетворюється на глюкуронову кислоту, і при цьому виділяється водень. За повідомленнями преси, нині зазначені технології ще недосконалі (вихід водню поки що становить тільки 12 % від теоретично можливого), і тривають інтенсивні роботи в цій перспективній галузі. До речі, глюкуронова кислота — відхід виробництва — є цінною сировиною для хімічної промисловості.

■ Енергозбереження, впровадження нових технологій, що потребують менших затрат енергії, мають стати основними орієнтирами подальшого розвитку економіки. За розрахунками вчених, зниження питомої енергоємності національного продукту України вдвоє дасть змогу зберегти споживання енергії на початку ХХІ ст. на теперішньому рівні. І це завдання цілком реальне. Наприклад, у США завдяки великій увазі, яку було приділено енергозбереженню після нафтової кризи 1973 р., споживання

енергоресурсів за десять років після кризи зменшилося на кілька процентів, валовий же національний продукт країни за цей період зріс на 25 %.

Проте до останнього часу заклики до ощадливого, господарського використання сировини, енергоресурсів, які періодично з'являються на шпальтах преси, лунають у виступах учених, не давали бажаних результатів: коли все було „наше” й нічого „мого”, коли виробник був відчужений від власності — не існувало жодних стимулів економити що б то не було. Доти, доки земля й усе, що є на ній, не матиме справжнього хазяїна, заклики до збереження ресурсів залишаться „голосом волаючого в пустелі”.

А втім у нас є величезні резерви для економії енергії. Так, у більшості країн на освітлення витрачається близько 13 % виробленої електроенергії. А в Україні цей показник у 1,5 рази вищий, ніж у західних країнах. Причина полягає в тому, що в нас використовуються переважно дуже неекономні джерела світла — лампи розжарювання, які перетворюють на світло лише 5—8 % енергії. В розвинених же країнах застосовуються люмінесцентні лампи. ККД яких дорівнює 20 %, а найновіших типів — до 30 %. Розрахунки свідчать, що перехід на застосування таких ламп дав би змогу заощадити близько 70 % електроенергії.

Надзвичайно багато електроенергії споживає наша побутова техніка. Якби вітчизняні телевізори, пилососи, пральні машини тощо мали такі самі показники, як найкращі світові зразки побутової техніки, то Україна могла б відмовитися від усіх АЕС на її території.

Автомобіль „Жигули” витрачає 8—10 л бензину на 100 км, тоді як більшість західних легкових автомобілів — від 4,3 до 5,9 л, а шведська компанія „Вольво” розробила модель, що споживає лише 3,6 л на 100 км. Неважко уявити, яку економію дефіцитного палива мала б наша країна, якби наблизилася характеристики своїх автомобілів до цих показників.

Україна успадкувала від колишнього СРСР надзвичайно неефективну, енергоємну й матеріаломістку промисловість. Наприклад, для добування 1 т цементу ми витрачаємо 274 кг умовного палива, а японці — 142. Питомі затрати енергії в чорній металургії Японії на 20—30 % нижчі, ніж у нас, причому, хоч як це парадоксально, переважно за рахунок упровадження таких передових технологій, як безперервне розливання сталі, сухе гасіння коксу, утилізація тепла газів доменних печей. Ці технології були розроблені у нас, японці придбали ліцензії на їх застосування й мають від них неабияку вигоду, а у вітчизняній металургії вони практично не впроваджені.

До великих споживачів енергії належить сільське господарство. Такі незграбні „динозаври”, як трактор К-700, не лише поглинають величезну кількість палива, а й сильно порушують ґрунти своєю багатотонною

масою. Величезну кількість палива споживають наші зернозбиральні комбайни, які до того ж залишають на полі багато зерна.

Щоб виробити 1 кг засобів хімічного захисту рослин, ми витрачаємо близько 4 л умовного палива, а на 1 га саду за чинних норм обприскування — понад 1 т. А тим часом селекціонери вивели сорти яблунь та інших фруктових дерев, що стійкі до грибних захворювань і потребують лише профілактичної обробки й утричі менше хімікатів.

Інший аспект цієї проблеми — морально-етичний. Марнотратство енергетичних і матеріальних ресурсів багато в чому зумовлене ставленням до природи та її багатств як до чогось такого, що призначене задовольняти наші примхи. Мало хто з людей замислюється: чи доцільно викидати на смітник іще цілком придатні речі заради модніших або таких, що мають вишуканіший дизайн, оточувати себе безліччю маловживаних, а то й зовсім непотрібних предметів. Адже на їх виготовлення витрачаються дорожчі ресурси, енергія, праця людей.

Уся система реклами ґрунтується на використанні цих споживачьких інстинктів: нас настирливо закликають купувати новий одяг „престижних” моделей, нові автомобілі, меблі й т. д., й т. п. І для багатьох людей сенсом життя стала гонитва за „благами”. Ніяка економія ресурсів та енергії не допоможе, якщо людина не усвідомить необхідності самообмеження своїх матеріальних потреб і задоволення натомість потреб духовних.

Коли видатного вченого — астронома й мудреця В. А. Амбарцумяна якийсь недобррозичливець запитав на лекції: „А для чого взагалі потрібна ваша астрономія?”, той відповів: „Людина відрізняється від свині тим, що інколи піднімає голову вгору й дивиться на зорі”.

## II. Промисловість

Промисловість, або індустрія, належить до тих галузей матеріального виробництва, без яких неможливе існування сучасної цивілізації. В індустрії більшості країн світу зайнята основна частина працездатного населення, промислові підприємства постачають сировину й випускають основні види продукції. Від розвитку промисловості великою мірою залежать економіка країни, її обороноздатність, задоволення потреб населення, національний дохід і т. д.

За характером виробництва промисловість поділяється на добувну та обробну; за призначенням і продукцією, що випускається, виокремлюють дві групи промисловості: „А” (виробництво засобів виробництва) і „Б” (виробництво предметів споживання).

Незалежній Україні в спадок від СРСР дісталася спотворена система промисловості, в якій неприродно велику частину займають гірничо-

добувна, металургійна й хімічна галузі, що складаються з „соціалістичних супергігантів” із застарілими технологіями виробництва, надзвичайно матеріаломісткого й енергоємного, що, як правило, дає продукцію низької якості й дуже забруднює природне середовище. А тимчасом в розвинених країнах світу на перше місце виходять наукоємні виробництва — мікроелектроніка, обчислювальна техніка, випуск надчистих матеріалів тощо.

Гострота екологічної проблеми в Україні багато в чому зумовлена посиленням антропогенним навантаженням на природне середовище саме через нераціональну структуру економіки, в котрій основну роль відіграють такі „брудні” галузі, як металургійна, мінерально-сировинна й паливно-енергетична. Сьогодні на межі екологічної кризи опинилися Придніпров'я, Придністров'я, Донбас, Кривбас, Північний Крим, узбережжя й акваторії Чорного та Азовського морів. Це є наслідком незадовільного вирішення найважливіших природоохоронних завдань, нарощування виробничих потужностей без урахування можливих наслідків для довкілля, невиконання промисловими підприємствами природоохоронного законодавства, відсутності дійових економічних важелів, недостатньої уваги до управління охороною природи.

Займаючи менше ніж 3 % території колишнього СРСР, Україна виробляла майже 20 % його суспільного продукту. Питома вага виробництва засобів виробництва (групи „А”) в промисловості України перевищує 70 %. Десятиліттями в республіці пріоритетними були такі ресурсомісткі й енергоємні галузі, як гірничо-металургійна, енергетична, нафтохімічна. До того ж підприємства роками не модернізувалися, виробничі процеси застаріли. Так, на металургійних підприємствах Донбасу з 31 прокатного стану 16 спрацьовані на 100 %, обладнання цехів — на 75—95 %; 48 % коксових батарей вичерпали свій граничний термін дії. Морально та фізично зношені й застарілі підприємства особливо сильно забруднюють природне середовище й становлять небезпеку для нього.

Серед промислових підприємств найбільше забруднюють довкілля гірничо-металургійні. Недаремно список найзабрудненіших міст світу очолюють такі російські металургійні центри, як Нижній Тагіл, Магнітогорськ і Челябінськ, і наші — Дніпродзержинськ, Маріуполь, Запоріжжя. Найбільшої шкоди ці підприємства завдають повітряному басейнові, спричинюючи появу кислотних дощів, земельним ресурсам через утворення кар'єрів, відвалів-шламонагромаджувачів і т. п. (1 га металургійних шламів у відвалах отруює близько 5 га сусідніх земель, виділяючи в атмосферу сірчисті та інші гази й пил), а крім того, відбувається сильне теплове забруднення середовища. Дуже забруднюють атмосферу також нафтохімічні комбінати, а хімічні й целюлозно-паперові отруюють і повітря, і воду.

Основні застосовувані способи очищення й знезараження забруднених повітря й води досить дорого коштують і не дають стопроцентного результату, оскільки з наближенням до цієї межі кожний процент досягнутого очищення обходиться дедалі дорожче, що економічно себе не виправдовує. Тому в більшості західних країн є така практика: забруднені повітря й води очищуються до певного ступеня (визнаного економічно прийнятним), після чого змішуються з природно чистими повітрям або водою так, аби вміст забруднень не перевищував ГДК, і така суміш викидається в атмосферу (водойму).

Проте у зв'язку з невинним зростанням обсягів промислового виробництва забруднення відбувається такими темпами, що невдовзі для розбавлення вже не вистачатиме ні повітря, ні води. І це не перебільшення.

Наприклад, у високорозвиненій промисловій країні Німеччині розроблено й упроваджено досить прогресивні методи вилучення сірчистих газів із димів металургійних і целюлозно-паперових підприємств. Завдяки цьому вміст  $\text{SO}_2$  у промислових викидах за період з 1980 по 1993 р. вдалося зменшити на 65 %. Але кількість шкідливих викидів зростає такими темпами, що, за прогнозами, на початку XXI ст. на території цієї країни в повітря буде викинуто 36 млн. т  $\text{NO}_2$  і 17 млн. т  $\text{SO}_2$ . Наявними способами очищення й тими, що розробляються нині, сумарний викид цих шкідливих газів вдасться скоротити до 29 млн. т. Для розбавлення цієї кількості забруднень до норми необхідно буде 260 млн.  $\text{km}^3$  повітря, що дорівнює 500-метровому його шару над усією Землею!

Оскільки повітря забруднюють промислові підприємства аж ніяк не однієї лише Німеччини, то висновки можуть бути однозначні: *індустріальний шлях розвитку, який сьогодні проходить більшість країн світу й який базується на прогресуючому використанні природних ресурсів, веде у глухий кут. Якщо людство хоче мати майбутнє, воно мусить відмовитися від сучасних промислових технологій, хай навіть і найпередовіших, і забезпечених суперсучасними методами очищення. Для подальшого нарощування промислових потужностей та обсягів виробництва Земля вже надто мала.* Як альтернативу, здатну пом'якшити шкідливі наслідки суперіндустріалізації й відсунути в часі останню межу індустріального етапу розвитку людства, можна розглядати перехід до безвідходних виробництв, що ґрунтуються на замкнених циклах споживання води й повітря. Успіхи в цьому напрямі є, зокрема й в Україні. За даними Національної академії наук (НАН) України, на початку 90-х років у нашій країні діяло понад 150 підприємств, цехів і виробництв, які використовували оборотну (замкнену) систему водопостачання (Стахановський завод феросплавів, Верхньодніпровський гірничо-металургійний комбінат та ін.).

Великі перспективи, в тому числі й для промислового виробництва, обіцяє впровадження переробки вторинних ресурсів у набагато повніших обсягах, ніж це робиться сьогодні.

■ Проблема утилізації відходів. Через некероване зростання чисельності населення, активний розвиток виробництва й збільшення споживання, а також відсутність ефективних технологій переробки відходів наприкінці ХХ ст. на нашій планеті нагромадилася така їх кількість, що це стало загрожувати здоров'ю людей і довкіллю. Уряди багатьох країн світу навіть не мають об'єктивної інформації щодо обсягів накопичених відходів і викидів, про ступінь їхньої токсичності та особливості впливу на живі організми.

■ За даними ООН, щорічно 5,2 млн. чоловік, у тому числі 4 млн. дітей, умирають від хвороб, пов'язаних із неправильним або недостатнім вилученням відходів і стічних вод у районах великих міст.

■ Активно збільшується кількість твердих побутових відходів. Так, у 80-х роках у колишньому СРСР за рік нагромаджувалося понад 60 млн. т різноманітного міського сміття. Лише для того, щоб вивезти його з міст на звалища, витрачалося понад 350 млн. крб. Кількість відходів рік у рік зростає на 5—6 %. У США на збирання й перевезення твердих побутових відходів та на їх переробку щороку витрачаються мільярди доларів.

Щорічно тільки в Західній Європі утворюється близько 150 млн. т шкідливих відходів. В Україні їх нагромаджено понад 25 млрд. т і при цьому близько 500 млн. т додається з кожним роком.

Раніше більша частина відходів (крім скла й металобрухту) спалювалася. Тепер це заборонено, оскільки під час спалювання виділяється багато небезпечних для здоров'я людей речовин. У розвинених країнах переробляється від 30—50 % (Західна Європа) до 60—75 % (США, Японія) твердих побутових відходів, у країнах, що розвиваються, — 7—10 %, у Росії та Україні — лише 3—5 %. *За прогнозами спеціалістів, до 2025 р. кількість відходів зросте в 4—5 разів, а вартість їх переробки та зберігання — у 2—3 рази. Тому утилізація відходів стала глобальною екологічною проблемою.*

Особливої актуальності набула проблема транспортування, зберігання, переробки й поховання радіоактивних відходів. Через те, що сьогодні її не вирішено, призупинився розвиток атомної енергетики: за останні 5 років у світі не введено в дію жодного ядерного реактора, і навіть Франція (вона колись зробила головну ставку на розвиток саме ядерної енергетики) 5 лютого 1998 р. оголосила про закриття найближчим часом своєї найбільшої АЕС. *Сьогодні у світі щорічно утворюється близько 10 тис. м<sup>3</sup> радіоактивних відходів.* Проблемі їх переробки й поховання приділялася велика увага на Всесвітньому екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро (1992 р.), що ще раз підтверджує її злободенність.

Дедалі загострюється проблема відходів в Україні. Звалища навколо великих міст щороку поглинають близько 1500 га землі, яка внаслідок цього стає небезпечним джерелом отруєння довкілля. Зі звалищ у повітря та ґрунтові води потрапляє багато токсичних речовин — важких металів, продуктів розкладання лаків, фарб, гуми, пластмас. Звалища — це розсадник хвороботворних бактерій; тут утворюються токсичні гази, виникають небезпечні для природи пожежі.

Проблему звалищ можна вирішити, збудувавши сучасні відходопереробні заводи з ефективними технологіями утилізації, спалювання, виготовлення корисних речовин (хоча нині жодну з наявних технологій не можна вважати екологічно чистою). Дуже гостро постала проблема рекультивції звалищ і використання тисяч гектарів звільнених від сміття площ землі. Це можна здійснити лише за умови взаємодопомоги країн, співробітництва, взаємоконтролю й дотримання відповідних міжнародних угод і конвенцій.

■ Міжнародна торгівля відходами. В Декларації ООН про довкілля записано: держави відповідають за те, щоб діяльність на їхніх територіях не завдавала шкоди довкіллю й в інших державах. Але, на жаль, цей принцип часто порушується, і не тільки у випадках транскордонного перенесення шкідливих речовин повітряними течіями або річками з одного регіону в інший. Останнім часом поширилася торгівля токсичними відходами, яка набула міжнародних масштабів.

Щоб обминути законодавчі акти, які забороняють безконтрольне поховання токсичних відходів, а також не витрачати великих коштів на їх утилізацію, виробники з розвинених країн переправляють відходи в держави з недосконалим екологічним законодавством або ж у ті країни, де є впливові злочинні елементи (мафія), котрі заради наживи йдуть на все, навіть на погіршення стану довкілля у власній країні.

Експорт токсичних відходів стримує розвиток екологічно чистих технологій і виробництв.

■ У 1990 р. близько 25 хімічних підприємств Західної Європи та США звалили понад 11 тис. т ртутно-свинцевих відходів у Іспанії, в районі Амадена, переправили 8 тис. контейнерів із токсичними речовинами в Нігерію.

■ Організації „Грінпіс” відомо про тисячу з лишком спроб експорту смертоносних відходів по всьому світові.

■ Сформувалася міжнародна мафія, що наживає величезні капітали на цьому брудному бізнесі. Часто платня за дозвіл на поховання відходів у кілька разів перевищує національний дохід невеликих країн Африки, Азії, Південної чи Центральної Америки, і їхні керівники погоджуються на злочини проти довкілля.

Але в 1992 р. вже 80 держав заборонили ввезення на свою територію токсичних відходів. Україна не ввійшла до їхнього числа.

■ Тому лише за останні роки здійснено близько 40 спроб поховати на її території токсичні речовини (230 т промислових відходів, понад 100 т хімікатів, непридатних для використання, 390 т пластикових упаковок і т. д.).

■ З 1994 р. в Україну у великій кількості почали надходити імпорتنі пестициди, багато з яких заборонені на Заході, а в нас використовуються через відсутність відповідних законів, низькі вимоги до якості пестицидів, жадобу та екологічну неосвіченість деяких наших бізнесменів. Те саме стосується окремих продуктів харчування, що у величезній кількості ввозяться в Україну із західних країн, Туреччини, Китаю й т. д. Багато з них, за даними санепідслужб України, не мають сертифікатів якості, просторочені або не відповідають вітчизняним стандартам.

■ Токсичні відходи завозилися й у Росію, наслідком чого було отруєння ґрунтів, людей у кількох регіонах; порушено судові позови проти деяких іноземних компаній.

Зрозуміло, що необхідно вдосконалювати наше екологічне законодавство, посилити контроль за імпортом токсичних речовин і відходів, залучивши до нього широку громадськість. Та все ж найкращий спосіб позбутися відходів — це взагалі не виробляти їх.

### III. Сільське господарство

Сільське господарство — одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, що забезпечує нас продуктами харчування рослинного й тваринного походження, а багато галузей промисловості — сировиною.

Коли за часів неолітичної революції (7—8 тис. років до н. е.) землероби почали вирощувати перші окультурені рослини, населення Землі становило близько 4 млн. чоловік. Сьогодні така кількість людей народжується за 10 днів. *Якщо подібні темпи зростання населення планети збережуться й у майбутньому, то, аби нагодувати його, працівникам сільського господарства треба буде лише протягом перших двох десятиліть XXI ст. виробити стільки продуктів харчування, скільки їх було вироблено за всі попередні 10 тис. років історії цивілізації*

Одна з головних галузей сільського господарства — це рослинництво. Серед кількох сотень культурних рослин, що вирощуються на різних материках, основну масу харчової продукції дають такі рослини, як рис, пшениця, кукурудза, картопля, овес, ячмінь, цукрова тростина, соя, сорго, маніок, батат. Слід наголосити, що в природі є величезна кількість їстівних рослин, які або взагалі сьогодні не споживаються людьми, або ж використовуються вкрай мало, переважно нечисленними місцевими племенами. Лише в зоні вологих тропічних лісів ботаніки й етнографи

збрали відомості про 80 тис. видів таких рослин! Оскільки площа тропічних лісів скорочується з катастрофічною швидкістю, ми в найближчому майбутньому можемо втратити це величезне багатство, так і не встигнувши скористатися ним.

Інша небезпека, що чатує на людство, — це збіднення генетичного фонду рослин і тварин. Так, відомо 28 видів пшениці (5 дикорослих і 23 культурних). Протягом історії з цих видів селекціонери вивели 22 тис. сортів. Звичайно ж, рілники висівають найурожайніші сорти. І як наслідок, величезні площі землі займають генетично одноманітні рослини, так звані *монокультури*. Вони дають змогу за короткий час досягти максимальних урожаїв. Але будь-які несприятливі зміни в природному середовищі (кліматичні, наприклад, або поява нових збудників хвороб чи шкідників) можуть завдати величезної шкоди монокультурі, а то й цілком знищити її на величезних площах. Історія сільського господарства багата на подібні приклади.

■ У 1970 р. в США врожай кукурудзи на половині плантацій від Флориди до Техасу загинув від навали новою патогенного гриба. Оскільки більшість полів було засіяно кукурудзою одного сорту, а він виявився вразливим саме для цього гриба, епідемія поширилася зі швидкістю лісової пожежі, й загальні збитки фермерів становили 1 млрд. доларів.

■ У 1845 р. в Ірландії врожай картоплі — основного продукту харчування місцевих жителів — був знищений грибним захворюванням, збудника якого випадково завезли з Мексики. Тоді від голоду померло близько 1 млн ірландців, багато хто назавжди виїхав до США та інших країн.

Упровадження монокультур, зведення тропічних лісів, урбанізація, будівництво великих водосховищ, що заливають тисячі гектарів родючих земель, інші негативні прояви людської діяльності призводять до небезпечного збіднення генофонду (або так званої „генетичної ерозії“) планети. *За підрахунками ботаніків, до середини XXI ст. можуть зникнути 250 тис. видів рослин*

Гонитва за максимальними врожаєми, порушення правил агротехніки, застосування важких сільськогосподарських машин, непродумана меліорація, перевипас худоби тощо призводять до втрати основного багатства людства — родючих ґрунтів. Учені встановили, що для утворення ґрунтового шару завтовшки 18 см природі потрібно в середньому від 1400 до 7000 років. Людина ж здатна виснажити, знищити шар ґрунту такої товщини за один-два сезони. *Підраховано, що порівняно з тими 1,5 млрд. га земель, які використовуються тепер для вирощування сільськогосподарських культур, майже 2 млрд. га за історичний період було втрачено, виведено із сівозмін, перетворено на пустелі. В наш час через вітрову й водну ерозії, будівництво міст, доріг,*

аеродромів, кар'єрів, промислових об'єктів у світі щомісяця втрачається від 5 до 7 млн. га родючих земель.

Величезної шкоди завдано землям України:

- за останні 20 років загублено майже 500 тис. га сільськогосподарських угідь; на 9 % знизився вміст гумусу в ґрунті;
- від водної ерозії потерпає 29 % орних земель;
- 10 млн. га земель на півдні країни періодично уражаються пиловими бурями.

Спеціалісти ООН виокремили головні небезпеки, що нависли над сільським господарством основних регіонів Землі:

- Європа — промислове забруднення земель, знищення лісів;
- Північна Америка — поширення монокультур;
- Південно-Західна Азія — перенаселення, перевипас худоби, загроза генофондів;
- Південно-Східна Азія — загибель тропічних лісів, „генетична ерозія“;
- Південна Америка — зведення тропічних лісів, зникнення традиційних сортів культурних рослин;
- Африка — перенаселення, знищення тропічних лісів, перевипас худоби, спустелювання.

Ще одна серйозна проблема полягає в перехімізації сучасного сільського господарства. На зміну перевіреним віками схемі землекористування — земля—зерно—гній—земля — прийшла неприродна, виснажлива для ґрунтів схема: земля—зерно—мінеральні добрива—зерно—більше мінеральних добрив і т. д. При цьому культурні рослини засвоюють усього близько 40 % хімічних поживних речовин, що містяться в мінеральних добривах. Решта ж 60 % вимивається з ґрунту й потрапляє у водойми, забруднюючи їх. Надмірне застосування мінеральних добрив, зокрема азотних, призводить до збільшення вмісту нітратів у продуктах харчування, а це небезпечно для здоров'я людини.

Для захисту врожаю від шкідників сучасне сільське господарство застосовує дедалі більше хімічних засобів боротьби — так званих пестицидів хлорорганічного, фосфороорганічного та іншого складу. Навантаження їх на ґрунт стає нестерпним. Так, вирощуючи озиму пшеницю, інколи вносять близько 6–10 кг пестицидів на 1 га землі, а під овочеві культури — 45–50, плодові 165 кг/га! Але ж на отруєній землі не може вирости не отруєний колос або плід!

Величезна кількість речовин, які пропонує сучасна хімія сільському господарству, — мінеральні добрива, пестициди, антибіотики, гормони, стимулятори та інгібітори розвитку, кормові дріжджі й багато інших — урешті-решт потрапляють в організм людини й загрожують не лише нам, а й нашим нащадкам. До того ж комахи та інші шкідники сільського господарства швидко адаптуються до хімічних засобів боротьби з ними,

з'являються різновиди шкідників, на які отрута вже не діє, тому доводиться збільшувати її дозу або застосовувати нові, ще отруйніші засоби.

Розуміючи, що подальше нарощування хімізації й так уже перехімізованого сільськогосподарського виробництва завело в глухий кут, деякі аграрні організації, фермери як на Заході, так і в нас стають на шлях так званого *альтернативного сільського господарства*. Його прихильники мають намір домогтися вирішення таких завдань:

- „екологізації” й „біологізації” сучасного землеробства, тобто воно має стати нешкідливим для природного середовища й забезпечувати споживача чистими продуктами харчування;
- розвитку землеробства на основі максимальної утилізації всіх відходів, що утворюються в господарстві;
- підвищення рентабельності господарства, забезпечення його виживання.

Суть альтернативного землеробства полягає в цілковитій або частковій відмові від синтетичних мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту й харчових добавок. Комплекс агротехнічних прийомів базується на строгому дотриманні сівозмін, уведенні в них бобових культур для збагачення ґрунту азотом, застосуванні гною, компостів і сидератів, проведеної механічних культиваций і захисті рослин біологічними методами.

При цьому ґрунт розглядається майже як живий організм зі складними фізико-хімічними й біологічними процесами. Прихильники альтернативного землеробства вважають, що удобрювати слід не рослини, а ґрунт, і виходять із принципу: „Від здорового ґрунту — до здорових рослин, тварин і людини”. Таке дбайливе ставлення до землі-годувальниці здавна було притаманне українському землеробові й збереглося донині серед справжніх трудівників сільського господарства України.

Прихильники альтернативного землеробства для підживлення рослин використовують тільки „натуральні” добрива: крім гною та компосту, ще й кістяне борошно, вапняк, розмелений до борошна базальт, глауконітовий пісок, золу водоростей, рибну емульсію тощо. Для боротьби зі шкідниками й хворобами також вдаються тільки до природних засобів — тютюновий пил, часник, піретрум, відвари кропиви, полину. Заохочується широке застосування біологічних методів боротьби зі шкідниками, зокрема за рахунок розведення комах, бактерій і вірусів — ворогів цих шкідників.

Незважаючи на нижчу врожайність і вищу трудомісткість альтернативного землеробства, його продукція має дедалі більший попит у населення: люди згодні доплачувати за гарантію високої якості й безпечності.

#### IV. Транспорт

Наш час характеризується небаченими масштабами транспортних перевезень — як вантажних, так і пасажирських. Значна їх частина є безпосередньо складовою процесу виробництва — промислового й сільськогосподарського. Надзвичайна мобільність властива й людям: зростають швидкості й вантажопідйомність автомобілів, літаків, суден. Відповідно збільшуються й масштаби шкоди, якої вони завдають природі. Пригадаймо, що, за одним з екологічних законів Б. Коммонера, за все потрібно платити. І за зростання обсягу вантажоперевезень, за швидкість і комфорт люди розплачуються здоров'ям, оскільки забруднюються практично всі земні сфери.

■ Так, лише один сучасний реактивний пасажирський літак протягом восьмигодинного польоту з Європи в Америку „з'їдає” від 50 до 75 т кисню, викидаючи натомість в атмосферу десятки тонн вуглекислого газу, оксидів азоту та інших шкідливих сполук.

■ Легковий автомобіль „Волга” забирає з повітря кисню в сто разів, а вантажівка ЗИЛ-130 — у 200 разів більше, ніж одна людина.

Автомобілі є винуватцями 40 % забруднень атмосфери великих міст, таких як Київ. *Підраховано, що якби всі вихлопні труби автомобілів, котрі „бігають” вулицями Києва, з'єднати в одну, то утворився б жакливий кратер діаметром 25 м. з якого вивергається 110 тис. т шкідливих газів на рік.* Становище погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря — саме в зоні нашого дихання. До того ж вітчизняні автомобілі екологічно набагато „брудніші” від багатьох західних моделей: вони витрачають більше палива на 100 км шляху, отож дужче забруднюють повітря. Втім, багато які іномарки, що заповнили наші вулиці, являють собою вже зношені екземпляри, двигуни яких спрацьовані й тому сильно забруднюють повітря. До нього часу в нас використовується переважно вкрай шкідливий етильований бензин, який забруднює повітря свинцем. Двигуни автомобілів часто бувають погано відрегульованими, тому в їхніх вихлопних газах міститься багато СО, сажі тощо.

Мережа автомобільних доріг і залізниць займає великі площі землі, яку можна було б використати раціональніше, скажімо, для вирощування сільськогосподарських культур або лісу. *Так, для прокладання навіть найпростішої дороги завширшки 4 м на кожні 2,5 км траси треба вирубати 1 га лісу.* А що вже казати про сучасні шестисмугові швидкісні хайвеї! Дорожні насипи часто є причиною підтоплення ґрунтовими водами й заболочування прилеглих ділянок. На дорогах гине багато диких тварин, які потрапляють під колеса машин, птахів, що зіштовхуються з ними в польоті.

Водне середовище дуже забруднюють великотоннажні вантажні судна, особливо нафтові танкери. Аварії таких танкерів уже призводили не до однієї екологічної катастрофи — згадаймо аварії танкерів „Амоко кадіс” біля узбережжя Франції (1978 р.) чи „Екссон валдіз” поблизу узбережжя Аляски (1990 р.). Зростання обсягів перекачування нафти, нафтопродуктів, природного газу тощо системами трубопровідного транспорту пов'язане зі збільшенням діаметра труб і застосуванням дедалі більших тисків при перекачуванні, що загрожує великомасштабними аваріями (приклади — вибух бензопроводу в Челябінській області в 1995 р. чи забруднення величезної площі земель нафтою, яка витекла з пошкодженого нафтопроводу в республіці Комі на півночі Росії в 1994 р.).

Негативно впливають на озоновий шар атмосфери висотні польоти літаків, запуски космічних кораблів і військових балістичних ракет. *Підраховано, що в результаті 100 запусків поспіль космічного корабля „Спейс Шаттл” майже вщент зруйнувався б захисний озоновий шар Землі*

Не можна не згадати про посилення негативного впливу на довкілля ще одного виду транспорту — трубопровідного. Лінії потужних сталевих трубопроводів, які транспортують газ, нафту, аміак, промислові відходи та інші речовини, на сотні й тисячі кілометрів простяглися вздовж доріг, перетинаючи десятки річок, долин, гірські райони й морське дно в найрізноманітніших куточках планети. Вони споруджені на Алясці й у Сибіру, вони пролягли від Тюмені до Уралу й від Уралу до центру Європи, вони перетинають Карпати й Альпи, простягаються вздовж узбереж Каспію, Чорного, Середземного, Північного морів і Балтики, узбереж Тихого океану й Атлантики, вони є в Америці й Азії, Африці й Австралії. І всюди останніми роками лінії трубопроводів стали зонами особливого екологічного ризику.

Незважаючи на високу міцність, ці могутні трубопроводи (діаметр труб — переважно понад 1—1,5 м, їхня товщина — 1,5—2 см. тиск усередині — кілька атмосфер) із часом просідають (особливо — в зонах мерзлих або різнопородних тріщинуватих ґрунтів, під вагою й через різницю температур), тріскаються на стиках, кородують унаслідок підвищеної кислотності повітря чи несприятливих кліматичних умов. У місцях пошкодження труб на прилеглі території виливається велика кількість забруднювальних речовин, а оскільки це трапляється далеко від населених пунктів, у лісі, в горах, то через неможливість оперативно ліквідувати аварію шкода, завдана довкіллю, буває величезною. Газовикиди часто супроводжуються вибухами й пожежами, нафта нищить водні екосистеми й пернатих. А в останні роки багато аварій і нещасть було пов'язано із зумисними пошкодженнями нафтопроводів — викраданням нафтопродуктів (Україна, Тюмень).



## V. Військова діяльність

Найбільшою ганьбою людської цивілізації є війни. *Вчені підрахували, що за останні 6 тис. років люди жили в мирі лише 292 роки.* Вони „звикли” до воєн і досі ще не дуже глибоко усвідомили, що в сучасній світовій війні, якщо її розпалить, переможців не буде.

Будь-яка військова діяльність урешті-решт завдає шкоди біосфері, й передусім людині, тому за своєю суттю вона має антиекологічний характер.

■ У першу світову війну (1914—1918 рр.) було втягнуто 38 країн. Бойові дії велися на території площею 4,1 млн. км<sup>2</sup>. Із мобілізованих 74 млн. чоловік загинуло 9,5 млн., ще 20 млн померло від ран і хвороб. Уперше застосовано хімічну зброю, якою уражено 1,3 млн чоловік.

■ Друга світова війна (1939—1945 рр.) охопила вже 61 державу й понад 80 % населення Землі. Воєнні дії велися на території площею 22,6 млн. км<sup>2</sup>. Із мобілізованих 110 млн. чоловік загинуло 55 млн. Матеріальні збитки становили понад 316 млрд. доларів (у цінах 1938 р.). Вперше застосовано атомну зброю проти мирного населення японських міст Хіросима й Нагасакі, здійснено перші спроби ведення бактеріологічної війни японськими мілітаристами.

Вже під час другої світової війни стало зрозуміло: гинуть не лише люди, гине або стає непридатним середовище їхнього життя. І хоча спеціальної мети — завдати противникові екологічної шкоди — тоді не ставилося, деякі воєнні дії можна розцінювати саме так (руйнування німцями дамб у Голландії, знищення лісів і посівів у Польщі, Норвегії, Франції й СРСР, штучне створення вогняних смерчів авіацією союзників при бомбардуванні Гамбурга й Дрездена).

Схоже на те, що дві світові війни нічому не навчили людей. Після 1945 р. відбулося понад 150 „локальних” воєнних конфліктів, які забрали життя більш як 20 млн. чоловік. Кілька разів (у 1948, 1954, 1961, 1962, 1973 рр.) світ стояв біля небезпечної межі, за якою могла спалахнути пожежа третьої світової війни. На щастя, цього не сталося.

Дедалі зростають так звані „небойові втрати” у війнах, тобто загибель мирного населення. Якщо в першій світовій війні жертви серед мирного населення становили 5 % у загальній масі втрат, то в другій світовій — уже 50%. А в деяких сьогодинішніх локальних конфліктах, за даними ООН, на кожного загиблого солдата припадали дев'ять загиблих мирних жителів.

*Сучасна війна й підготовка до неї стають дедалі дорожчими. Розробка, виготовлення й випробування нових видів зброї лягає непосильним тягарем на економіку країн світу.* Так, за даними ООН, світ сьогодні витрачає 1 трлн. доларів щорічно на розробку та

виготовлення зброї, утримання армій і фінансування воєнних конфліктів. За офіційними даними США, на виготовлення й випробування ядерної зброї з 1943 по 1997 р. ними було інвестовано 5,5 трлн. доларів.

Про розміри сум, які витрачаються на військові потреби, порівняно з тим, що можна було б здійснити на ці гроші, дають уявлення цифри, наведені нижче (дані ООН).

Військові потреби	Цивільні потреби	Вартість проекту (в доларах)
Американська програма створення винищувача „Стелс”	2/3 Програми США для отримання чистої води	68 млрд
Щорічні військові витрати ФРН	Очищення Північного моря (німецької його частини)	10,7 млрд
Військові витрати країн-членів ЄС за 10 днів	Установлення 80 тис. ручних насосів у країнах, що розвиваються, для забезпечення питною водою	12 млрд

На військові потреби у світі щорічно витрачається 2—3 % енергетичних ресурсів, 3—4 % запасів нафти. До 3 % території розвинених країн відводиться під військові бази, склади, полігони тощо, причому це переважно родючі землі або лісові масиви. На планеті військові займають близько 42 млн. га суші. Витрати на військові потреби у світі в 2,5 рази перевищують витрати на охорону здоров'я і в 1,5 рази — на освіту. *І це в той час, коли мільйони людей недоїдають, не отримують медичної допомоги, п'ють забруднену волю й живуть у жахливих умовах. На підготовку до війни витрачаються найкращі матеріали, застосовуються новітні технології, використовується розум найталановитіших учених. Усе це відволікає від вирішення найбільш актуальних екологічних проблем людства.*

Розроблено безпрецедентні за силою ураження отрути й зразки бактеріологічної зброї.

■ Так, 1 г ботулотоксину достатньо, щоб умертвити 8 млн. чоловік.

■ У разі розпилення над населеним пунктом 1 г устричної отрути миттєво загине 1,5 тис. чоловік, а 1 г політоксину (отрута, виділена з безхребетних) достатньо для знищення 100 тис. чоловік.

■ Є відомості, що під завісою секретності у військових біологічних лабораторіях досліджуються принципово нові препарати, проти яких немає вакцин: отрута мексиканських павуків, різновиди бацил чуми, на які не діють перепади температури та наявні антибіотики.

■ Не можна не згадати ще про один жадливий факт, що став широко відомим світовій громадськості: це розробка секретними військовими лабораторіями (й навіть цілими науковими інститутами) різних методів і засобів (хімічних, електромагнітних та інших) впливу на психіку людей. Є свідчення того, що вже винайдено (і випробувано!) методи, устаткування й препарати, які дають змогу масово впливати на психіку людей, обертати їх на „зомбі”. Цей вид зброї — найбільш нелюдський і протиприродний.

■ Своєрідною лабораторією для вироблення методів сучасних воєнних дій і випробувань новітньої зброї стала війна США в Індокитаї (1964—1975рр.). Там було скинуто понад 21 млн. авіабомб і випущено 229 млн. снарядів загальною масою 15 млн. т, що втричі перевищує кількість боєприпасів, використаних на всіх фронтах другої світової війни. Над В'єтнамом, деякими районами Лаосу й Камбоджі було розсіяно близько 100 тис. т різних хімікатів з метою знищити ліси, посіви рису тощо. В результаті загинула рослинність на 360 тис. га сільськогосподарських земель, загублено 70 % гаїв кокосових пальм, знищено тропічні ліси на колосальних площах. Особливо небезпечним виявився дефоліант „ейджент оранж”, від якого гинули не лише дерева, а й потерпіло близько 2 млн. чоловік, у тому числі й 60 тис. американських солдатів, котрі мали справу з хімікатом.

У 1971 р. військові США почали застосовувати у В'єтнамі авіабомби масою 7 т з метою утворення майданчиків для посадки гелікоптерів. Розриваючись за метр від поверхні землі, така бомба не утворює вирви, але буквально „здуває” всю рослинність у радіусі 65 м. Тут же почали застосовуватися надпотужні (масою 33 т) бульдозери, здатні викорчувувати й згрібати дерева будь-якого розміру. За кілька років такими бульдозерами було зрізано 325 тис. га тропічних лісів (2 % території країни).

Знищення рослинності істотно вплинуло на екологічний баланс В'єтнаму. Посилилася ерозія й підвищилася кислотність ґрунтів, отрутохімікати порушили їхній мікробний склад. Із 150 видів птахів, які мешкали у В'єтнамі, залишилося тільки 18, Рівнинні тропічні ліси тут

зможуть відновитися не раніше, ніж через 100 років, а в гірських районах, де колись росли ліси, ґрунти дощенту змиті, й рослинності тут ніколи не буде.

■ Під час війни в Перській затоці (1991 р.) воячина Саддама Хусейна розглядала знищення екосистеми Кувейту вже як ефективний засіб ослаблення противника. Відступаючи, іракська армія підірвала динамітом і підпалила близько 700 потужних нафтових свердловин. У результаті цього жадливого експерименту спалахнула найстрахотливіша за всю історію людства пожежа: 6 млн. барелів (близько 1 млн т) нафти щодня, згоряючи, перетворювалися на задущливий чорний дим. Фонтани полум'я, які сягали висоти 100 м, щоденно викидали в атмосферу 50 тис. т діоксиду сірки (головний компонент кислотних дощів), 199 тис. т сажі, 80 тис. т вуглекислого газу. Цю пожежу вдалося загасити аж через півроку. Дим від Кувейту доходив до Кашміру (за 2 тис. км), де випадали чорні дощі. На поверхні як пустелі, так і Перської затоки утворилися гігантські озера й плями нафти, загинуло безліч морських тварин (риби, крабів, лангустів, черепах, птахів). Високотоксичні забруднювачі повітря (озон, кислоти, аерозолі, канцерогенна сажа тощо) спричинили масові отруєння й захворювання людей.

Непоправної шкоди біосфері завдали наземні, підземні й підводні випробування ядерної зброї, які проводили США, Радянський Союз, Велика Британія, Франція й Китай. *З 1945 по 1981 р. у світі було здійснено 1315 ядерних вибухів.* Величезна кількість радіоактивних речовин, викинутих в атмосферу, ще й досі осідає в усіх куточках земної кулі. Не меншої шкоди завдали й ще завдадуть радіоактивні відходи військового виробництва, скидання в моря та океани відпрацьованих ядерних реакторів підводних човнів, тисяч контейнерів із радіоактивними відходами, атомні підводні човни, що потрапили на дно океанів після пожеж і аварій. *За офіційними даними США, їхня військова промисловість лише протягом 80-х років виробила 450 тис. т шкідливих відходів, що перевищує загальну кількість відходів американських хімічних компаній, разом узятих.*

З огляду на те, що на військових складах нагромаджено колосальні запаси зброї, вибухових речовин, боєприпасів, у тому числі хімічних і ядерних, велику тривогу викликає проблема їх охорони, знешкодження, обслуговування тощо. Особливо гострою вона є на території колишньої СРСР, де запанували безлад, крадіжки, безвідповідальність військових і т. д. Прикриваючись завісою секретності, військові власті не давали жодної інформації про стан цих складів. Але в наш час існування супутникової розвідки таку інформацію приховати неможливо.

■ Світовій громадськості відомо про катастрофу на складах ракет у Севе́роморську 13 травня 1984 р. коли вибухи ракетних сховищ стали причиною поранень і смерті сотень військовослужбовців.

■ Приблизно в той самий час у Білорусі (в районі Бобруйська) прогрімив потужний вибух на складах військового аеродрому.

■ А в травні 1992 р. поблизу Владивостока зайнялися й почали вибухати склади з тисячами тонн артилерійських снарядів. Пожежа й вибухи тривали дві доби (було знищено 9 підземних сховищ і 7 наземних складів боєприпасів).

Від діяльності військових дуже потерпіла й природа України.

■ Так, розташовані поблизу Білої Церкви (в Узині) та неподалік Прилук бази стратегічних бомбардувальників забруднили авіаційним паливом ґрунти

й навіть підземні води: воду з колодязів у цих місцевостях пити неможливо — вона наполовину складається з гасу; нафтопродукти витікають із балок і ярів.

■ Така сама картина спостерігається навколо військових аеродромів і ракетних баз поблизу Луцька, Бродів, Червонограда, деяких сіл на Житомирщині, Чернігівщині, Сумщині.

■ Військові полігони, стрільбища, станції стеження руйнують чудову українську природу в Медоборах, Криму (район Карадагу) та в інших місцях.

Новий етап у розвитку проблеми „екологія—війна” пов'язаний з освоєнням людиною космічного простору. Не секрет, що від самого початку практична космонавтика потрапила до рук військових; абсолютна більшість виконуваних нею програм і діючих супутників мають воєнне призначення. Запускаються сотні супутників „шпигунів”. розробляються нові види так званої „космічної” зброї — лазерні гармати з ядерною начинкою для знищення ворожих ракет тощо. Вже відомі випадки зараження ділянок Землі внаслідок падіння супутників із плутонієвими генераторами. Близький космічний простір сьогодні заповнюють тисячі супутників, які відпрацьовували свій строк, деталей ракет-носіїв та інше „космічне сміття”, що вже стало загрозою під час польотів, а ядерні вибухи, які в 60-ті роки провадив колишній СРСР у верхніх шарах атмосфери, спричинили істотні порушення магнітосфери й радіаційних поясів Землі.

Україна проголосила намір стати без'ядерною державою й значно скоротити свої збройні сили. Виконати це надзвичайно складно, враховуючи нинішню економічну кризу, яку переживає наша країна, а також те, що за часів СРСР на її території нагромаджено багато зброї, боєприпасів, військової техніки. Актуальним є також прийняття закону про обмеження впливу мілітаристичної пропаганди, особливо на молодь. Це стосується, зокрема, й дитячих іграшок, і жорстоких військових сюжетів у мультфільмах, дитячих книгах та іграх.

*Ще одна серйозна проблема, пов'язана з військовою діяльністю, — це „підвищена мінна небезпека” на планеті, як її названо в недавній резолюції ООН. Йдеться про те, що на території країн, де останніми роками відбувалися „локальні” воєнні конфлікти, залишилося дуже*

*багато мін. Експерти ООН оцінюють їхню загальну кількість у 100 млн. (!), із них 50 млн. — на землі Камбоджі, 10 млн. — в Афганістані, 9 млн. — в Анголі й т. д. Близько 90 % цих мін — протипіхотні, тобто такі, від яких гинуть або калічаються люди, здебільшого мирні жителі. За оцінками міжнародної гуманітарної організації „Оперейшн хендікеп інтернейшл”, за останні 15 років, підірвавшись на мінах, загинуло далеко за 1,5 млн. чоловік, а втричі більше покалічилося. Серед цих жертв багато дітей.*

„Завдяки” зусиллям військових учених і конструкторів сучасні міни стають чимдалі небезпечнішими. Так, винайдення надзвичайно потужних вибухових речовин дало змогу зробити міни мініатюрними. Маса сучасної протипіхотної міни становить усього 9—10 г, але, вибухаючи, вона здатна скалічити людину. Ці міни розсіюються на місцевості з літака або гелікоптера, тисячами закидаються за допомогою артилерійських чи ракетних установок на 10—20 км. Наприклад, один залп німецької ракетної системи „Ларс” розсіює 160 тис. протипіхотних мін на площі 16 км<sup>2</sup> на віддалі 15 км від установок.

Ці міни не мають жодних металевих деталей і тому не виявляються міношукачами. Розмінування місцевості від сучасних мін — дуже небезпечна й дорога справа. Якщо сучасна міна „малютка” коштує лише 3 долари, то витрати на розмінування, в тому числі на підготовку персоналу, матеріально-технічне забезпечення й допоміжні матеріали, сягають 300—1000 доларів на одну міну! Такі витрати, котрі обчислюються загалом багатьма мільйонами доларів, не під силу країнам, що розвиваються, й тому великі території лісів, родючих земель не використовуються, а це ще більше загострює там соціально-економічні проблеми. Саме розмінування не лише потребує великих коштів, а й не обходиться без людських жертв.

■ Наприклад, у Кувейті, де під час війни в Перській затоці було встановлено близько 7 млн. мін, загинуло 84 спеціалісти з розмінування.

1 березня 1999 р. набув чинності Договір про заборону розробки, нагромадження й застосування протипіхотних мін. Його вже підписали 130 країн, у тому числі й Україна.

## VI. Наукова діяльність

Вираз „Ми живемо у вік науки” від частого вживання сприймається вже як журналістський штамп. Нерідко повторюється також висловлювання про те, що в наш час наука стала безпосередньою продуктивною силою. Дійсно, під впливом науки життя людини радикально змінилось, особливо протягом кількох останніх століть. Але сподівання

наших предків на те, що наука стане для людства панацеєю від усіх бід, не справдилися. Зокрема, якщо проаналізувати, який процент від загальних витрат на потреби науки припадає на дослідження життєво важливих для людини проблем, то стає моторошно. Адже лівова пайка грошей, виділених на розвиток науки, поглинається військово-промисловим комплексом. Найкращі вчені, найсучасніше наукове обладнання працюють над винайденням нових і вдосконаленням наявних видів озброєнь, тобто над прискоренням світової екологічної катастрофи! Таж саме лише відволікання сил і ресурсів від розв'язання екологічної проблеми невідворотно наближає катастрофу для всієї цивілізації.

Будь-яка наукова діяльність ґрунтується на природній, генетично зумовленій людській цікавості, прагненні зрозуміти суть явищ, досягнути добро і зло, докопатися до істини. Біблія вважає, що всі лиха людей почалися тоді, коли наші предки Адам і Єва скуштували заборонений плід із дерева пізнання добра і зла, за що й були вигнані з раю. Отже, цю допитливість ми успадкували від першолюдей. Та мають бути границі задоволення людської цікавості.

Передусім потрібні обмеження морально-етичного плану. Зокрема, ніколи, ні за яких умов, незважаючи навіть на високогуманну, на перший погляд, мету, поставлену перед собою вченим, він не повинен проводити досліджень, пов'язаних зі смертю чи скаліченням живих людей. Жахливі приклади дослідів на живих людях — в'язнях концтаборів, які здійснювалися нацистськими „вченими”, переконливо свідчать про це. Донедавна медичні й біологічні експерименти робилися на високоорганізованих тваринах, таких як мавпи, собаки, кролики й т. д. Сьогодні в світі дедалі ширшого розмаху набуває громадський рух за повсюдну заборону подібних досліджень.

Нині, як ніколи, мораль учених має бути високою, бездоганною. Це особлива форма моральності, коли людина усвідомлює свою причетність до долі всього людства. Вчений повинен уміти передбачати результати своєї роботи, її можливий вплив на подальший розвиток подій у світі. На жаль, не в усіх учених є такий „внутрішній світлофор”, який умикає червоне світло перед явно неморальним, потенційно небезпечним науковим дослідженням. Історія науки багата подібними фактами. Коли, наприклад, Е. Фермі, одного з творців атомної бомби, запитали, як поєднується робота над нею із совістю, він відповів: „До чого тут совість? Це просто хороша фізика!” Відомо, до чого сьогодні привела людство ця „хороша фізика”...

Після Хіросіми, як пише американський учений А. Маклейш, стало очевидно, що наука служить не людству, а істині — *своїй власній істині*,

й що закон науки — це не закон добра, тобто того, що люди розуміють під словом „добро”, — моралі, порядності, людяності, — а закон

можливого: „Те, що можливо пізнати, наука повинна пізнати. Те, що можливе для техніки, техніка зробить”.

Прозріння до людей іноді приходить надто пізно.

■ Американський льотчик, який скинув атомну бомбу на Хіросиму, усвідомивши скоєне, побачивши на власні очі пекельну радіоактивну пустелю та обгорілих дітей, котрі конали в страшенних муках, пережив такий психологічний шок, що невдовзі кинув службу в авіації й пішов у монастир...

■ Показовою щодо цього є й доля видатного фізика, „батька водневої бомби” А. Д. Сахарова. Нещодавно було опубліковано уривки з його щоденника п'ятдесятих років, коли він захоплено працював над створенням і випробуванням водневої бомби. В них записані все, що завгодно: безсонні ночі вченого, який б'ється над вирішенням чергової технічної проблеми, роздратування через перешкоди, що постійно виникали й заважали досягти бажаних результатів, радість, коли під час випробування бомби все відбулося так, як він чекав („Навіть краще!”), і т. д. Немає лише одного: докорів совісті, роздумів людини, яка випускає з посудини пекельного джина, моральної оцінки скоєного. Прозріння прийшло до А. Д. Сахарова пізніше, коли він, нарешті, зрозумів, у чийі руки він передав свій диявольський винахід. Тільки тоді академік, обласканий радянською системою, став на шлях боротьби з нею й продовжував цю подвижницьку діяльність до кінця своїх днів.

Про моральну відповідальність ученого за потенційно небезпечне відкриття розмова точиться віддавна. Так, один китайський алхімік писав тисячу років тому: „Було б найстрашнішим гріхом відкрити воїнам таємницю твого мистецтва! Стережися! Нехай навіть мурашка не пробереться туди, де ти працюєш”. А великий учений Леонардо да Вінчі (1452—1519 рр.) писав в одному зі своїх манускриптів: „Чому я не повідомляю про свій спосіб залишатися під водою стільки часу, скільки можна залишатися без їжі? Цього я не обнародую через злих людей, які цей спосіб використали б для вбивства на дні моря, проломлюючи дно кораблів і затопляючи їх разом із людьми, що на них перебувають”.

Парадокс людського розуму полягає в тому, що майже всі великі відкриття науки, задумані з найліпшими намірами, починали використовувати зовсім не так, як того хотів автор. Кажуть, що „добрими намірами вимощена дорога до пекла”. За прикладами далеко ходити не треба.

■ Розвиток хімії дав у руки вченим засоби добування нових речовин:

фарб, пластмас, синтетичних тканин, добрив і... отруйних газів для війни.

■ Мікробіологія допомогла виявити збудників хвороб, що косили людей тисячами, розробити методи боротьби з цими збудниками, а також... методи створення нових, ще небезпечніших мікробів для війни.

■ Проникнення в глибинні таємниці будови матерії, розщеплення атомного ядра призвели до винаходу атомної бомби. Приклади можна продовжувати: їх безліч. Кожний учений повинен пам'ятати про таку можливість і знайти мужність „закрити” небезпечний винахід, якщо час для його мирного використання ще не настав і є велика вірогідність застосування винаходу на шкоду людям.

Друге велике обмеження для істинного вченого полягає в тому, що всі наукові відкриття, крім того ефекту, на який він розраховував, можуть мати й інші, часто зовсім несподівані й віддалені наслідки. Тому треба, аби запровадженню кожного винаходу, кожного відкриття передували ретельний аналіз, розрахунок усіх, навіть найменш імовірних сторонніх ефектів.

■ Прикладом може бути розробка методів генної інженерії, що вважається одним із найвидатніших відкриттів біологічної науки кінця ХХ ст. Цей метод дає генетикам, селекціонерам, мікробіологам майже фантастичні можливості, скажімо, отримувати такі сорти рослин і породи тварин, які жодними іншими методами отримати було неможливо, створювати культурні рослини з дивовижними властивостями, навіть встроювати в геном рослини гени тварин, і навпаки. Але ж випадкове потрапляння в біосферу (наприклад, у результаті аварії в лабораторії) нових, генетично модифікованих мікроорганізмів може мати абсолютно непередбачувані й навіть катастрофічні наслідки (спалахи епідемій, перед якими організми рослин, тварин чи людей будуть беззахисні). З огляду на таку потенційну небезпеку генної інженерії деякі генетики певний час були переконані в необхідності заборонити ці методи.

Нові розробки в природничих науках пов'язані з використанням дедалі більших обсягів речовин, енергії, що збільшує ризик аварій, несподіваних, побічних ефектів і т. п.

■ Є дані, що сильні збурення в магнітосфері Землі, поява над Петрозаводськом у 1977 р. світних плазмових куль та інші несподівані явища сталися безпосередньо після проведення в цьому районі великомасштабного геофізичного експерименту, в ході якого в земну кору спрямовувались імпульсні розряди електричного струму напругою в сотні мільйонів вольт.

Для проведення деяких сучасних досліджень ученим уже стає „тісно” на Землі.

■ Так, розробка нових установок для радіоастрономічних досліджень потребує винесення однієї з антен у Космос, оскільки на Землі вони надто „близько” будуть розташовані (діаметра земної кулі для цього виявляється замало). Новітні наукові дослідження потребують дедалі більших коштів.

■ Наприклад, пілотований політ на Марс, що планується на початок ХХІ ст., обійдеться щонайменше в 100 млрд. доларів США. Тому

проведення таких експериментів набуває міжнародного характеру — одній державі, хоч би якою багатою й розвинутою вона була, це не під силу.

Великий німецький філософ І. Кант сказав колись, що він знає лише два чуда у світі: зоряне небо над головою і внутрішній світ людини. Дослідження цього другого чуда — феномена людини, її психічного світу, таємниць мозку, таємниць духовного життя — сьогодні виходять на перший план. Дехто з учених прогнозує, що ці дослідження переважатимуть над усіма іншими в новому тисячолітті.

Протягом останніх десятиліть дуже знизився престиж наукової праці. Близько 90% молодих наукових співробітників сьогодні незадоволені змістом і оцінкою своєї роботи. Це спричинило „відплив інтелекту” за межі України, а також у підприємства й структури, які не мають нічого спільного з наукою. А тимчасом саме фундаментальні дослідження визначають перспективи розвитку науки й техніки на 10—20 років уперед і є основою науково-технічного прогресу.

## VII. Екологічна освіта

Серед узагальнювальних розділів сучасної екології (біоекологія, геоекологія, техноекологія) нині головна роль належить соціоекології. Саме в цьому блоці екологічних наук зосереджені такі найважливіші напрями, як екологічна освіта, екологічна культура, екологічне право, урбоекологія, екологічний менеджмент, економіка природокористування й, насамкінець, локальна, регіональна та глобальна екополітика.

Неодноразово наголошувалося на важливості для людства екологічного виховання та освіти. Сьогодні цій проблемі в усьому світі приділяється велика увага. Можна сказати, що наш час — це період тотального екологічного всеобучу, коли основи екологічних знань викладають усім, починаючи з дитячого віку — в школах та інститутах, на різних семінарах і курсах, по радіо й телебаченню — та закінчуючи підвищенням рівня екологічної освіти керівників усіх рангів у всіх країнах, на всіх континентах.

У розвинених державах розроблені та вдосконалюються різні програми й концепції розвитку екологічної освіти, програми й плани підготовки спеціалістів-екологів сучасного рівня. Буквально за кілька останніх років видано багато посібників і підручників, науково-популярної й публіцистичної літератури, знято фільми й розроблено рекомендації еколого-освітнього змісту. В більшості країн світу екологія стала обов'язковою дисципліною в усіх школах і вищих закладах освіти, в багатьох вищих навчальних закладах створено кафедри або факультети екологічного профілю, проведено сотні екологічних національних і міжнародних семінарів, конференцій, з'їздів.

Велику еколого-просвітницьку роботу проводять у всьому світі організації „зелених”, товариства з охорони природи, серед них такі відомі, як „Грінпіс”, „Легамбіенте” та ін.

Ці важливі для цивілізації процеси екологізації свідомості населення, формування нового – екологічного світогляду, нової — екологічної культури цілком характерні й для України.

За останні п'ять років у нашій державі також розроблено програми й концепції розвитку екологічної освіти й виховання, видано посібники й підручники з екології, створено десятки кафедр і факультетів екологічного профілю в інститутах та університетах, започаткувалося багато журналів загальноєкологічного, еколого-економічного, еколого-географічного змісту („Ойкумена”, „Світ у долонях”, „Пролісок”, „Паросток”, „Рідна природа” та ін.).

Ще в 1975 р. учасники Міжнародного семінару з екологічної освіти (Белград, Югославія) запропонували *глобальну схему екологічної освіти*. Відповідно до цієї схеми головною метою екологічної освіти має бути формування в населення планети усвідомлення того, що виникла життєво важлива глобальна проблема довкілля й усього, що з ним пов'язане, усвідомлення того, що довкіллям необхідно опікуватися й що для цього треба мати відповідні знання, досвід, уміння, мотивації та зобов'язання як для індивідуальної, так і для колективної роботи задля порятунку біосфери та запобігання майбутнім екологічним катастрофам.

У 1977 р. на Міжнародній конференції (Тбілісі) завдання й мету екологічної освіти було конкретизовано:

- сприяти чіткому усвідомленню того, що суспільство розвивається за тісних взаємозв'язків усіх природних і соціальних процесів;
- забезпечити кожній людині можливість здобути знання, право, досвід і умови їх реалізації, необхідні для захисту довкілля та його поліпшення;
- розробити нові алгоритми поведінки окремої людини, груп людей і суспільства як єдиного цілого стосовно довкілля.

Сьогодні активно розвиваються як *формальна екологічна освіта* (в школах, вищих навчальних закладах, інститутах підвищення кваліфікації), так і *неформальна* (за допомогою засобів масової інформації, кіно, музеїв, виставок, заходів природоохоронних товариств тощо).

Особливе значення розвитку екологічної освіти й культури надається в усьому світі останніми роками, коли стало очевидно, що одними з головних причин невиконання ухвал міжнародних екологічних форумів, угод і конвенцій з охорони природи є саме низька екологічна культура більшості населення планети, низький рівень екологічної освіти й свідомості, зокрема осіб, які приймають важливі рішення. Тому в період з 1997 по 2003 р. на багатьох міжнародних зібраннях активно обговорювалися проблеми екологічної освіти й виховання та їхня роль в еколого-збалансованому розвитку людства (Нью-Делі, 1997; Париж,

1998; Цюрих, 1999; Брюссель, 1999; Дакар, 2000; Йоганнесбург, 2002 та ін.).

У 2002 р. Міністерством освіти і науки Швеції разом із Міністерством охорони навколишнього середовища цієї країни за завданням Європейської економічної комісії ООН розроблено проект „Стратегії освіти з еколого-збалансованого розвитку й екологічної освіти ЄЕК ООН”. У 2003 р. спеціальними робочими групами ЄЕК ООН закладено теоретичні основи стратегії щодо освіти задля стійкого розвитку та намічено шляхи її реалізації.

В усьому світі поширюються такі поняття, як „екологічна філософія життя”, „екологічні пріоритети”, „екологічний імператив”, „екологічна парадигма” (система цінностей, підходів, принципів). Ці поняття обґрунтовуються й використовуються в системі екологічної освіти.

Сьогодні в світі екологічна освіта визнається одним із основних факторів екологізації всіх видів людської діяльності. Вона розглядається як самостійна й нагальна проблема, як важливий інструмент управління, головний важіль для вдосконалення моделі виробництва і споживання з урахуванням можливостей біосфери.

Період з 2005 по 2015 р. на Всесвітньому саміті в Йоганнесбурзі рекомендовано об'явити десятиліттям освіти задля еколого-збалансованого розвитку.

У цей самий період в Україні також відбулася низка важливих подій, пов'язаних із розвитком екологічної освіти: наприкінці 2001 р. затверджено Концепцію екологічної освіти України, на початку 2002 р. — план заходів з її реалізації, наприкінці 2002 р., до Верховної Ради подано проект Закону України про екологічну освіту.

У 2001 р. в нашій країні створено перший спеціалізований вищий навчальний заклад — Одеський державний екологічний університет, базовий з підготовки кадрів для Міністерства екології і природних ресурсів України.

## VIII. Безвідходні та маловідходні технології

Європейською економічною комісією сформульовано визначення поняття «безвідходна технологія». *Безвідходна технологія* — це практичне застосування знань, методів і коштів для того, щоб забезпечити в межах людських потреб якнайраціональніше використання природних ресурсів і енергії та захист навколишнього середовища. Під *маловідходною технологією* розуміють спосіб виробництва продукції, за якого частина сировини і матеріалів переходить у відходи, однак шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує санітарних норм. У широкому розумінні поняття «безвідходна технологія» охоплює й сферу споживання.

Ця технологія передбачає, щоб виготовлені вироби служили довго, легко могли бути відновлені (відремонтовані), а після закінчення терміну служби поверталися в антропогенний ресурсний цикл після відповідної переробки або знешкоджувалися та захоронялися як неутилізовані відходи.

За законом розвитку довкілля, будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища. Абсолютно ізольований саморозвиток неможливий — це висновок із законів термодинаміки. Із цього закону випливає наслідок: абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Тому поняття «безвідходна технологія» є умовним і наповнюється змістом залежно від розвитку техніки на певному історичному етапі. У 1976 р. в Дрездені на Міжнародному симпозіумі з маловідходних та безвідходних технологій було виділено чотири основні напрями, за якими розвиваються безвідходні технології:

- 1) розроблення різних видів безстічних технологічних схем і водооборотних циклів;
- 2) створення і впровадження систем перероблення відходів виробництва та їх споживання як вторинних матеріальних ресурсів;
- 3) розроблення і впровадження принципово нових процесів добування речовин зі зменшеним обсягом відходів;
- 4) створення територіально-виробничих комплексів (ТВК) із замкненою структурою матеріальних потоків сировини та відходів у середині комплексу, включаючи комплексну переробку сировини.

До вищеназваних чотирьох напрямів варто додати (на думку авторів) п'ятий: раціональне використання енергоресурсів та енергозбереження.

#### ☑Резюме

- Джерела енергії, які використовує людство поділяються на відновлювальні і не відновлювальні.
- Існують такі види транспорту: водний, повітряний, трубопровідний, залізничний, автомобільний.
- За характером виробництва промисловість поділяється на добувну та обробну; за призначення та продукцією на групу „А” (виробництво засобів виробництва) та групу „В” (виробництво предметів споживання).
- Безвідходні технології — це практичне застосування знань, методів, і коштів для того, щоб забезпечити в межах людських потреб якнайраціональніше використання природних ресурсів і енергії та захист навколишнього середовища.
- Маловідходні технології — це спосіб виробництва продукції, за якого частина сировини і матеріалів переходить у відходи, однак шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує санітарних норм.

#### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які джерела енергії використовуються людством і в якому напрямі має розвиватися сучасна енергетика?
2. В чому полягає негативна дія на довкілля ТЕС?
3. Яку небезпеку криє в собі радіоактивне забруднення?
4. Обґрунтуйте необхідність згорання ядерної енергетики й розвитку вітрової, сонячної та біоенергетики.
5. У чому полягає перевага термоядерної енергетики над ТЕС та АЕС?
6. Які переваги й недоліки ГЕС?
7. Які види енергетики не завдають шкоди довкіллю?
8. Наведіть приклади енергозбереження.
9. Які промислові підприємства найбільше забруднюють довкілля?
10. Чому промисловість України становить небезпеку для довкілля?
11. Що таке безвідходне виробництво? Наведіть приклади.
12. Що вам відомо про міжнародну торгівлю відходами?
13. В чому виявляється негативний вплив антропогенного фактора в сільському господарстві?
14. В чому полягає небезпека вирощування монокультур?
15. Чи спостерігали ви ерозію землі? Наведіть приклади.
16. Що таке „генетична ерозія”?
17. До яких наслідків призводить перехімізація в сільському господарстві?
18. Що таке альтернативне землеробство? Чи використовує ваша родина його принципи на присадибній ділянці?
19. Дайте оцінку військовій діяльності з погляду екології.
20. Які наслідки для довкілля мають війни й підготовка до них?
21. Наведіть приклади екологічних катастроф, спричинених війнами.
22. Чому протипіхотні міни слід прирівняти до зброї масового ураження?
23. Мілітаристи мріють створити „абсолютну” зброю, тобто таку, від якої в

противника не буде захисту. На вашу думку, чи може бути створена така зброя в принципі?

24. Кому з „великих” завоювників історичного минулого ви присвоїли б ганебне звання Головного Екологічного Злочинця Землі?
25. Якими моральними принципами повинні керуватися вчені у своїй роботі?
26. Розтлумачте відомий вислів „Наука потребує жертв”.
27. Які негативні наслідки для біосфери й людини можуть мати:
  - дослідження Космосу;
  - дослідження Світового океану;
  - розробка нових хімічних засобів боротьби зі шкідниками сільськогосподарських рослин;
  - широке впровадження комп'ютерної техніки;
  - впровадження мобільного телефонного зв'язку?
28. Які основні завдання й мета екологічної освіти?
29. Які є форми екологічної освіти?

**☑Теми рефератів, доповідей.**

1. Військова діяльність з погляду екології.
2. Альтернативні джерела енергії.
3. Вплив промисловості України на довкілля.
4. Альтернативне сільське господарство.
5. Роль транспорту в поглибленні екологічної кризи.
6. Екологічно чистий транспорт.

## Тема 2.7

### «Новітні галузі екології».

**☑План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Урбоекологія.
- II. Екологія і космос.

**☑Суттєво:**

Після вивчення матеріалу ви повинні:

Знати:

- визначення та сформулювати завдання урбоекології;
- основні забрудники в містах;
- що таке екологія космосу;
- проблеми урбоекології та шляхи їх вирішення.

Вміти:

- пояснити чим обумовлене зростання населення міст;
- обґрунтувати основні принципи майбутнього містобудування;
- назвати причини забруднення космосу;
- сформулювати основні екологічні проблеми космічного простору та шляхи їх подолання.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- урбоекологія;
- екологія космосу.



## I. Урбоекологія

Останнім часом набули значного розвитку новітні напрями прикладної екології: екологія міських екосистем, екосистем космосу, військово-промислового комплексу, екологічна освіта та виховання, радіаційна екологія, правові й політичні засади екології та ін. З розвитком містобудівництва та значним зростанням чисельності міського населення великого значення набуває розвиток екології міських екосистем — урбоекологія.

*Урбоекологія* (лат. urbanus – міський) — галузь знань, що займається вивченням містоутворення і дослідженням взаємозв'язків людських поселень між собою та з навколишнім природним середовищем у міських екосистемах. За визначенням Європейської конференції (Прага, 1949), містом вважається компактне поселення з мінімальною чисельністю населення 2000 чоловік. Категорію міста присвоюють населеному пункту згідно з чинним національним законодавством.

Чисельність міського населення безперервно зростає. Одночасно виникають величезні житлові та промислові поселення з населенням у мільйони й десятки мільйонів чоловік. Якщо до 1800 р. єдиним містом у світі з населенням 1 млн. чоловік був Лондон, то в 1900 р. таких міст налічувалося 12, на початок другої світової війни — 42, у 1960р. — 88. Нині в усьому світі налічується понад 160 міст з мільйонним населенням. За станом на 01.01.1997р. у світі налічується 94 міста з населенням понад 2 млн. чоловік. З'явилися міста-мегаполіси (міста з приміськими поселеннями), чисельність населення в яких становить 10 млн. чоловік і більше (Нью-Йорк, Мехіко, Токіо, Сан-Паулу, Бостон, Шанхай, Делі, Лондон, Москва та багато інших). Значно зростає чисельність населення і в містах України. Так, порівняно з довоєнним періодом кількість населення в обласних центрах збільшилася: у Львові — у 2,3 рази, в Луцьку, Житомирі, Рівному — у 4,5-6, у Дніпропетровську, Кривому Розі, Києві — у 7—10 разів. У Києві нині мешкає близько 3 млн. чоловік. Великі мегаполіси сформувалися в Донбасі: Донецьк—Макіївка—Горлівка, Краматорськ—Костянтинівна—Слов'янськ та ін.

Інтенсивність урбанізації в країнах істотно залежить від рівня їх промислового розвитку. В індустріально розвинених країнах рівень урбанізації становить лише 10 %, тоді як у найбільш розвинених — 60-70 %. У міру промислового зростання ступінь урбанізації країн, що розвиваються, наближатиметься до рівня промислово розвинених. Зростатимуть і міста промислово розвинених країн. Очікується, що в перспективі населення Землі мешкатиме переважно в містах.

З усієї поверхні Землі — 510 млн. км<sup>2</sup> — площа суші, як відомо, становить 146 млн. км<sup>2</sup>, а площа суші, придатна для життя за кліматичними

умовами, — 70,6 млн. км<sup>2</sup>, тобто не більш як 3 % загальної площі суходолу. Площа, придатна для міської забудови, становить 28,1 млн. км<sup>2</sup>.

Середня густота населення в сучасних умовах становить 50 чол/км<sup>2</sup>, тоді як у містах у 10 разів вища - 500 чол/км<sup>2</sup>. За даними ООН, у містах більшості розвинених країн нині мешкає 75—80 % загальної кількості населення.

Причинами зростання міст та їх ролі в господарюванні є ефективніше використання природних і людських ресурсів для найповнішого задоволення різнобічних суспільних та особистих потреб людини — біологічних, економічних, соціальних та ін. Отже, головною метою урбоекології є пошук оптимальних рішень містобудування, спрямованих на поліпшення умов життя та всебічну раціоналізацію природокористування в межах території міської забудови. При цьому потрібно вирішувати комплекс проблем, пов'язаних з функціонуванням міських екосистем: рекреаційних, еколого-економічних, інженерно-технічних, соціального обслуговування тощо. Впродовж останнього часу темпи зростання території міст удвічі перевищують темпи зростання чисельності їх населення, тому густота населення в містах зменшується. Отже, площа під забудову міст буде потрібна в зростаючій кількості. При ньому також значно зростають потреби в харчових продуктах, воді, енергії та інших життєвих ресурсах. Зростання споживання природних ресурсів ускладнює екологічні проблеми урбанізації. Особливого значення набувають завдання з охорони довкілля.

До складу об'єктів міського господарства входять різні споруди та підприємства, що забезпечують функціонування міста. До них належать системи забезпечення продовольчими й господарськими товарами, водопостачання та водовідведення, енергопостачання, зв'язку, газо- і тепло забезпечення, міського транспорту, благоустрою і санітарного стану міської території, а також водойми та зелені насадження. Чим більше місто, тим складніші системи життєзабезпечення. Одним із найважливіших завдань міського господарства є створення належних умов для задовільного функціонування складної соціально-еколого-економічної системи.

У процесі функціонування систем життєзабезпечення міста споживається значна кількість різних природних ресурсів та створюється величезна кількість газоподібних, рідких і твердих відходів.

Водопостачання має цілодобово забезпечувати населення й промислові підприємства водою належної якості, що відповідає державним стандартам. Задовільно виконати це завдання не завжди вдається. У більшості міст України якість питної води не відповідає санітарним нормам. Тому поряд з централізованим водопостачанням у містах все більшою мірою використовують децентралізоване постачання населення водою, яку добувають з глибинних підземних горизонтів.

У результаті споживання значної кількості води утворюється багато промислових і побутових стічних вод. Щодоби на одного мешканця міста припадає в середньому  $0,1\text{—}0,4\text{ м}^3$  побутових стічних вод. Кількість таких стоків залежить від густоти населення і становить 10-15 тис.  $\text{м}^3/\text{рік}$  на 1 га житлової забудови. Вміст забруднювальних речовин у каналізаційних водах, що припадає на одного мешканця міста на добу, становить, г/л: завислі речовини — 65, амонійний нітроген — 8, органічні речовини (за БСК<sub>повн</sub>) — 35—40, хлориди — 9, фосфор — 1,7.

Під час опадів утворюються зливові стоки, забруднені різними речовинами — зависями, солями, поверхнево-активними речовинами та ін. Основними джерелами забруднення зливого стоку в містах є:

- сміття з поверхні покриття;
- продукти ерозії ґрунтів;
- продукти руйнування дорожнього покриття та автомобільних покришок;
- розливання нафтопродуктів та втрати інших матеріалів;
- сміттєзбірні майданчики;
- газодимові викиди в атмосферу енергетичними системами, автомобільним транспортом та промисловими підприємствами.

З одного гектара території великих промислових міст під час зливи виноситься у водойми в середньому, кг: завислих речовин — 2000—2500, органічних речовин (за БСК<sub>повн</sub>) — 140—200, нафтопродуктів — 60—100, азоту — 4—6, фосфору — 1—1,5, мінеральних солей — 400—600.

Зливові стоки з територій підприємств залежать від асортименту та кількості вироблюваної продукції. Так, з територій підприємств нафто- і коксохімічної промисловості надходять зливові стоки, що містять, мг/л: смол і мастила — до 200, амонійного азоту — до 20, роданідів — до 5, фенолів — до 3. З територій заводів, що виробляють мінеральні добрива, з дощовою водою виноситься амонійного азоту — 200, фосфатів — до 100, фтору — до 100 мг/л. З територій заводів, які виробляють кольорові метали, утворюються зливові стоки, що містять, мг/л: міді — до 100, кадмію — до 40, цинку — до 15, алюмінію — до 5, титану — до 3, свинцю — до 3, арсену — до 75, фтору — до 200.

У містах у значній кількості утворюється побутове сміття, поховання та перероблення якого є досить складною проблемою. Так, кількість побутового сміття, що припадає на одного мешканця міста, становить 160—190 кг/рік. Загальна кількість сміття, що утворюється на одного мешканця, — 250—300 кг/рік. Для поховання 1 т побутових відходів потрібно 3  $\text{м}^2$  території. До складу побутового сміття входять, %: харчові відходи — 43,5, папір — 28,3, шкіра та гума — 5,1, пластмаса — 2,6, метал — 5, скло — 5,5. На звалищах побутових відходів вже через рік після їх складування утворюється біогаз, що містить 54 % метану і 46 % оксиду карбону (IV). З однієї тонни побутового сміття виділяється 11,4 тис.  $\text{м}^3$  біогазу. Термін знешкодження міського сміття на звалищах становить 50—100 років, на

компостувальних заводах — 3—4 доби, на сміттєспалювальному заводі — менше доби.

Ґрунти на території міст забруднюються різними сторонніми речовинами, які поділяють на механічні, хімічні та біологічні. До механічних забруднень належить будівельне сміття, бите скло, кераміка та інші матеріали, що негативно впливають на механічні властивості ґрунтів. Хімічні забруднення пов'язані з потраплянням у ґрунти різних хімічних речовин, що призводить до зміни природної концентрації хімічних елементів, яка може перевищувати встановлені нормативами ГДК. Біологічні забруднення спричиняють внесені в ґрунти різноманітні мікроорганізми, що погіршують бактеріологічні, гельмінтологічні та ентомологічні показники стану ґрунтів і визначають рівень епідеміологічної небезпеки в місті.

Під впливом зміни рельєфу, регулювання поверхневого стоку, втрат з водоносних комунікацій може спостерігатись підвищення рівня ґрунтових вод та підтоплення. Водонасичення ґрунтів знижує їх міцність і призводить до деформації та руйнування будівель. З метою захисту від зсувів та обвалів крутосхилів здійснюють різні інженерні заходи: зміну рельєфу схилу, регулювання стоку поверхневих вод, агромеліорацію, закріплення пухких і тріщинуватих порід, будівництво споруд для закріплення схилів тощо.

Фізичні забруднення міста виявляються в місцевій зміні температурного, електричного, магнітного та йонізаційних полів і вібрацій, які значно перевищують природний фон. Інтенсивність шуму в містах промислово розвинених країн щороку збільшується на 0,5—1 дБ. Рівні шуму на міських вулицях становлять 85—87 дБ, що зумовлює зашумленість міських територій.

Основними забрудниками атмосферного повітря в містах є об'єкти енергетики, промисловості й транспорту. У великих містах формується власний мікроклімат. Істотно змінюється вологість, аеродинамічні, термічні та радіаційні характеристики. Можуть спостерігатися локальні підвищення температури повітря порівняно з температурою навколишнього середовища та утворюватися смоги. На формування міського мікроклімату впливають викиди теплоти й зміна режиму сонячної радіації, пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту, зміна теплового балансу за рахунок випаровування, рельєф місцевості, що створюється міською забудовою, тощо. В загазованих містах від раку легенів помирає значно більше людей, ніж у віддалених передмістях. Зростає кількість захворювань на ларингіт, фарингіт, кон'юнктивіт, екзему, пневмонію, інфаркт міокарда, бронхіальну астму, алергічні та інші хвороби.

Охорону атмосферного повітря в місті можна здійснювати шляхом організації санітарно-захисних зон, архітектурно-планувальних рішень та інженерно-організаційних заходів, до яких належить використання

безвідходних та маловідходних технологій, а також різні методи очищення газодимових викидів.

Місто є середовищем не тільки для проживання людей, а й для існування різних видів рослин і тварин. Частково вони існують в одомашненому (окультуреному) стані, інші ж можуть жити тільки в специфічних домашніх умовах (оранжереях, теплицях, акваріумах тощо). Зустрічаються також дикорослі рослини та дикі тварини.

Зелені насадження крім естетичного призначення мають значний вплив на поліпшення міського мікроклімату, властивостей ґрунтів, очищення повітря від забруднювальних речовин та збудників хвороб, шумопоглинання тощо. Разом з тим деякі рослини можуть зумовлювати алергічні реакції. Багато тварин і мікроорганізмів є збудниками чи переносниками хвороб.

Особлива роль належить зеленим зонам за межами міст, до складу яких входять ліси й лісопарки. Вони виконують три основні функції: захисну, санітарно-гігієнічну та рекреаційну. Загальні розміри зелених зон встановлюють залежно від чисельності населення, природно-кліматичної зони та загальної лісистості території. Розмір лісопаркової зони встановлюють залежно від чисельності населення міста.

Міста чинять величезний негативний вплив на довкілля, що виявляється насамперед у забрудненні атмосферного повітря. В повітрі міст зосереджено до 86% усіх забруднень, до 13% припадає на решту суходолу і лише 1 % — на океанський простір. Іншим негативним фактором дії на здоров'я мешканців міста є незадовільна якість питної води. Нерегулярне видалення побутових відходів, їх накопичення та гниття зумовлюють погіршення санітарно-гігієнічних умов і призводять до виникнення інфекційних захворювань. Міський шум, особливо поблизу автомобільних і залізничних магістралей, аеропортів, вокзалів та промислових підприємств стали причиною масових нервових захворювань (неврозів та психічних хвороб). Напружений ритм міського життя разом з погіршеною екологічною ситуацією спричиняють психоневрологічні розлади та депресії, серцево-судинні й нервові захворювання, діабет тощо. Неприятливі екологічні умови проживання населення послаблюють імунну систему і призводять до скорочення тривалості життя та підвищеної смертності.

Поліпшення екологічного стану в містах має здійснюватись шляхом поступової стабілізації зростання міст, обґрунтованого з еколого-економічних позицій їх розміщення на території держави, вдосконалення господарських систем та збільшення площ зеленої зони. Гострота екологічних проблем переважної більшості міст світу спонукає до пошуку нових шляхів їх вирішення.

Основним принципом майбутнього містобудування є гармонізація природного і соціального середовищ у місті. Тут можливі різні шляхи вирішення цієї проблеми: будівництво невеликих міст або багатомільйонних мегаполісів зі спорудженням сімейних котеджів чи багатопверхових

будівель. Сучасні тенденції містобудування, зокрема мегаполісів, свідчать про те, що дедалі більша перевага віддається будівництву невеликих житлових міст, які розташовані поблизу промислово-ділової частини міста.

Міста майбутнього мають бути екологічно чистими з достатньо великими зеленими зонами. Покрівлі передбачається використовувати для спорудження сонячних колекторів, що дасть змогу заощаджувати до 25 % енергії. Вони повинні гармонійно вписуватися в природні ландшафти з незайманими природними екосистемами. Набуває певного поширення напрям підземного будівництва. Під землею вже будуються гаражі, складські приміщення, торгові центри, метро та інші побутові об'єкти. Особливого значення набуває будівництво підземної транспортної мережі. Не виключено, що й житлова частина міста буде розташована під землею, що дасть змогу заощадити будівельні матеріали під час будівництва та теплову енергію під час проживання. Отже, основними завданнями в майбутньому містобудуванні має бути вирішення екологічних проблем, пов'язаних з нормальним проживанням населення в екологічно безпечних умовах.

**Показники урбанізованості населення Землі (станом на 01.01.1995)**

Континент	Загальна чисельність населення, млн чол.	Чисельність міського населення, млн чол.	Частка країн з показниками урбанізованості, %						Середня урбанізованість, %
			<20	20-40	40-60	60-80	>80	Немає даних	
Австралія і Океанія	27,9	19,6	25,0	25,0	0	0	16,67	33,33	70,25
Азія	3322,6	1097,1	15,91	25,0	22,73	18,18	13,64	4,55	33,02
Америка (Північна)	386,2	286,5	0	0	0	100	0	0	74,17
Америка (Центральна і Південна)	382,2	268,0	0	18,75	37,5	18,75	15,63	9,38	70,12
Африка	720,4	222,2	15,38	51,92	21,15	5,77	1,92	3,85	30,84
Європа	750	535,7	0	6,67	24,44	40	20	8,89	71,43

**Розмір лісопаркової зеленої зони міста**

Чисельність населення міста, тис. чол.	Розмір лісопаркової зеленої зони, га/1000 чол.	Чисельність населення міста, тис. чол.	Розмір лісопаркової зеленої зони, га/1000 чол.
Понад 500 до 1000	25	Понад 100 до 250	15
Понад 250 до 500	20	До 100	10

**Споживання і відходи міста з населенням 1 млн чол.  
(за Г. В. Стадницьким і А. І. Радіоновим)**

Види споживання та їх обсяг, т /добу		Види відходів та їх обсяг, т /добу	
Вода	625 000	Стічні води	500000
Продукти харчування	2000	Тверді відходи	2000
Енергетичні матеріали:		Газоподібні викиди:	
газ	2700	Пил	150
нафта	2800	оксиди сульфуру	150
бензин	1000	оксиди нітрогену	100
вугілля	4000	оксид карбону (IV)	450
		органічні речовини	100

**II. Екологія і космос**

З моменту запуску першого штучного супутника Землі освоєння космічного простору набуває дедалі більшого значення в людській діяльності взагалі й економіці зокрема. Штучні супутники Землі використовують для глобальних систем телебачення, радіо- й телефонного зв'язку, глобального біосферного моніторингу, оперативного контролю лісів і посівів, геологічної та військової розвідки, оптимізації маршрутів у мореплавстві й авіації, прогнозів погоди тощо. Особливо великого значення набуває дослідження Місяця, близьких і віддалених планет Сонячної системи з метою використання їхніх ресурсів для потреб землян. На сучасному етапі щороку на космічну орбіту виводиться до 200 супутників.

Пілотовані космічні кораблі та орбітальні космічні станції, так само як і літаки з пасажирями, належать до штучних антропогенних екосистем. Їх функціонування в космічному просторі з біологічними земними істотами може бути забезпечене тільки в умовах, наближених до земних, оскільки людина, яка пристосувалася до існування в земній біосфері, не може без земних ресурсів існувати в космічному просторі. А тому в космічних кораблях і станціях створюються штучні земні умови, зокрема мікроклімат, та на весь час перебування в космосі беруться всі необхідні продукти харчування і створюється штучна атмосфера в приміщенні. В космосі є тільки один ресурс — сонячна теплота, яку використовують для добування необхідної енергії шляхом перетворення її на електричну енергію за допомогою сонячних батарей.

Оскільки в космосі існує космічний вакуум, то для створення штучної атмосфери необхідні певні компоненти, насамперед кисень і азот. Технічно вирішена проблема регенерації повітря і води в космічному апараті. Проте створювати продукти харчування в космічних умовах поки що не навчились, і це є однією з головних перешкод на шляху до здійснення тривалих космічних подорожей. Крім того, нині працюють над проблемою створення штучних ланцюгів живлення, які включали б повний набір необхідних компонентів для забезпечення біологічного колообігу речовин на орбіті і таким чином створювалися б необхідні продукти харчування рослинного походження. Поки що в космічних апаратах не здійснюється колообіг речовин, які забезпечують життєдіяльність, а це унеможливорює створення комфортних умов для тривалих космічних польотів.

Нині до космічних досліджень долучилося багато країн. В Україні при Національній Академії наук у 1992 р. також створено Центр геокоосмічних досліджень та Національне космічне агентство контролю і дослідження космічного простору. Україна є космічною державою.

За роки освоєння космічного простору на космічні орбіти було виведено тисячі космічних апаратів. Після використання ресурсу їх не повертають на Землю, тому що це економічно недоцільно. В кращому разі їх спалюють у верхніх шарах атмосфери. Це призвело до того, що в космічному просторі накопичилося багато космічного сміття, яке не тільки забруднює космічний простір, а й створює загрозу для подальших запусків нових космічних апаратів.

Під час запусків космічних апаратів ракети-носії та ракети, які здійснюють орбітальні маневри, викидають відпрацьовані гази, що містять пару води, оксиди карбону й нітрогену, сполуки хлору, вуглеводні, інертні гази та багато інших шкідливих речовин, які забруднюють верхні шари атмосфери. Оскільки атмосфера на висоті сотень кілометрів надзвичайно розріджена (густина повітря в тисячі й мільярди разів менша, ніж у приземному шарі), вона дуже чутлива до будь-яких не властивих їй домішок речовин земного походження. Більше того, на сьогодні немає наукових до-

сліджень, на основі яких можна достовірно прогнозувати негативні наслідки впливу таких забруднень на біосферу Землі.

Приземний Космос також дедалі більше забруднюється різними механічними уламками космічних апаратів. Сотні тисяч цих уламків, залишків ракет-носіїв та численних супутників, що відпрацювали свій ресурс, обертаються на навколоземних орбітах, створюючи реальну загрозу небезпечних зіткнень з цим космічним металообрухтом.

Зіткнення з уламком навіть незначної маси може мати катастрофічні наслідки, оскільки енергія зіткнення надзвичайно висока через величезну космічну швидкість, з якою рухаються ці уламки та космічні об'єкти (кінетична енергія зіткнення прямо пропорційна масі й квадрату швидкості —  $mV^2/2$ ). Тому країни, що запускають супутники, зокрема США, змушені організовувати спеціальну службу контролю руху космічного металообрухту та захисту від нього космічних кораблів. Деяким з пілотованих космічних апаратів «Шатл» доводилось змінювати орбіту для уникнення зіткнення з цими уламками.

З метою зменшення забруднень космосу міжнародне співтовариство (Токіо, 1999) обговорювало проблему зменшення забруднень ближнього Космосу і прийняло низку рішень, спрямованих на вирішення цієї проблеми. У США та Великій Британії працюють над проблемою знешкодження уламків космічних апаратів за допомогою „знешкоджувальної нитки”. Завдяки магнітному полю Землі і за допомогою цих „ниток” уламки космічних апаратів можна зводити з космічної орбіти. „Знешкоджувальні нитки” являють собою довгі сталеві струни або штори з багатьох сталевих струн, які з'єднують з апаратами, що відпрацювали свій ресурс. Потрапляючи за їх допомогою в магнітне поле Землі, апарати та їх уламки згоряють у щільному шарі атмосфери.

#### ☑Резюме

- До найхарактерніших рис розвитку людської цивілізації належить урбанізація, що проявляється в зростанні населення міст і відповідному зменшенні чисельності сільського населення.
- Під час запусків космічних апаратів (ракети-носії, ракети), які здійснюють орбітальні маневри, викидають відпрацьовані гази, що містять шкідливі речовини.
- Приземний космос дедалі більше забруднюється різними механічними уламками космічних апаратів.
- З метою зменшення забруднень космосу міжнародне співтовариство обговорювало проблему зменшення забруднень ближнього космосу і прийняло низку рішень, спрямованих на вирішення цієї проблеми.

#### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Сформулюйте визначення та основні завдання урбоекології.
2. Що було причиною появи міст та інтенсивного зростання чисельності міського населення?
3. Назвіть системи життєзабезпечення міст.
4. Перелічіть основні екологічні проблеми сучасних міст.
5. Яка кількість побутових стічних вод утворюється в місті з населенням 2 млн чоловік за добу та скільки в них міститься амонійного нітрогену, органічних речовин, фосфатів і хлоридів?
6. Скільки побутового сміття утворюється в місті з населенням 1 млн чоловік за один рік і яка територія потрібна для його поховання?
7. Скільки біогазу можна отримати за рік з побутового сміття, що утворюється в місті з населенням 1 млн чоловік?
8. Назвіть основні види забруднень повітря, води й ґрунтів у місті.
9. Який розмір лісопаркової зони має бути в місті з населенням 300 тис. чоловік?
10. Які фактори негативно впливають на здоров'я мешканців міст?
11. Накресліть основні шляхи поліпшення екологічної ситуації в містах.
12. Опишіть тенденції будівництва міст майбутнього та шляхи забезпечення їх екологічної безпеки.
13. Як відбувається техногенне забруднення космічного простору?
14. Яку небезпеку становить забруднення космічного простору?

#### ☑Теми рефератів, доповідей.

1. Проблеми сучасних міст.
2. Моє місто в майбутньому.
3. Забруднення космічного простору.
4. Фактори, що негативно впливають на здоров'я мешканців міст.
5. Шляхи поліпшення екологічної ситуації в містах.

## Тема 2.8

### «Основи економіки природокористування»

#### ☑План викладу і засвоєння матеріалу

1. Природокористування, економіка природокористування.
2. Основні завдання економіки природокористування.
3. Раціональне і нераціональне природокористування.
4. Екологічна оцінка природних ресурсів.
5. Екологічні ліцензії.

#### ☑Суттєво:

Після вивчення матеріалу ви повинні:

#### Знати:

- що таке природокористування, раціональне природокористування;
- еколого-економічний принцип природокористування;
- завдання економіки природокористування.

#### Вміти:

- сформулювати суть економічного і еколого-економічного природокористування на сучасному етапі розвитку суспільства;
- перелічити основні засади еколого-економічного принципу природокористування на сучасному етапі розвитку суспільства;
- відрізнити чим раціональне природокористування відрізняється від нераціонального.

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- раціональне природокористування;
- нераціональне природокористування;
- економіка природокористування;
- еколого-економічний принцип;
- екологічні ліцензії.

### І. Природокористування, економіка природокористування.

Уперше поняття „природокористування” було запропоноване російським екологом Ю. М. Куражковським у 1959 р. За його визначенням, *природокористування — це регулювання всіх типів використання природних ресурсів для господарства та охорони здоров'я.*

М. Ф. Реймерс визначає *природокористування як сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу й заходів для його збереження* (видобуток і переробка природних мінеральних та біологічних ресурсів, їх відновлення, охорона природних умов життя, природних систем тощо).

Розвиток продуктивних сил, зростання обсягів природокористування й темпів забруднення довкілля за одночасного вичерпання природних ресурсів, погіршення здоров'я працездатного населення, зниження продуктивності праці — все це зумовило формування *економіки природокористування — нової галузі науки, що вивчає методи найефективнішого впливу людини на природу для підтримання динамічної рівноваги, кругообігу речовин у природі.* Витрати, пов'язані з підтриманням цієї рівноваги, йдуть на збереження економічно найсприятливіших умов відтворення матеріальних благ як нині, так і в майбутньому.

Оскільки довкілля виконує такі життєво важливі функції, як забезпечення людей природними ресурсами, природними послугами (рекреація, туризм, естетичні задоволення), поглинання відходів і забруднень, то, реалізуючи заходи з охорони природи й використання її ресурсів, слід знати економічну вартість цього й ціну шкоди, заподіяної природі антропогенними забрудненнями та впливами.

Критерієм ефективності людської діяльності до середини ХХ ст. було одержання максимальних благ за мінімальних затрат і неконтрольованої, хижацької експлуатації природних ресурсів, а основним принципом ставлення до природи — панування над нею й цілковите її підкорення людині.

Після об'єктивного аналізу причин екологічних катастроф і величезних економічних втрат від нерозумного господарювання, яких людство зазнало останніми десятиліттями й раніше, стало зрозуміло, що принципи природокористування мають бути інакшими, якщо ми хочемо вижити.

Тому провідним принципом природокористування в наш час став *еколого-економічний*, за якого критерій ефективності господарювання формулюється так: *одержання максимальних матеріальних благ з мінімальними затратами й мінімальними порушеннями природного середовища.* Але це потребує вкладання великих коштів у

природоохоронну сферу, що завжди суттєво знижує прибутковість виробництва.

Тому, як і раніше, стикаються екологічні та економічні інтереси, й, на жаль, здебільшого другі перемагають: вирубуванню лісів віддають перевагу над їх використанням для рекреації, розвитку туристичного бізнесу — над збереженням рідкісного ландшафту чи озера, а морських нафтопромислів — над збереженням морських екосистем і т. д. При цьому здійснити порівняльну економічну оцінку різних природних ресурсів нині та у віддаленому майбутньому буває досить важко. Сьогодні вартість природних благ і послуг або взагалі не визначено, або її занижують, що часто призводить до прийняття антиекологічних рішень, до спотвореної оцінки економічного розвитку через традиційні показники валового національного продукту, ріст якого часто супроводжується деградацією довкілля.

Нині розроблено кілька підходів до визначення економічної цінності природних ресурсів і послуг. Найбільш комплексний підхід ґрунтується на загальній економічній вартості, в яку входять вартості зруйнування природи, її відновлення та охорони.

Для еколого-економічної оцінки проектів і програм будівництва застосовують метод зіставлення затрат і вигід і керуються трьома критеріями: чистою поточною вартістю, внутрішньою нормою окупності та співвідношенням витрат і майбутніх вигід.

## II. Основні завдання економіки природокористування

Основні завдання економіки природокористування:

- визначення збитків, завданих економіці (державі), галузі, підприємству, району, окремому приватному господарству чи конкретній особі через нераціональне природокористування, порушення законів, норм або правил охорони природи;
- визначення розміру затрат, необхідних для ліквідації в найближчому й віддаленому майбутньому наслідків негативних техногенних впливів на довкілля;
- оцінка абсолютної та відносної ефективності затрат на охорону й відновлення природи, вибір оптимальних варіантів природоохоронної діяльності й використання природних ресурсів;
- розробка економічних методів управління природоохоронною роботою й способів стимулювання природоохоронної діяльності та екологізації виробництва.

Треба, щоб економіка природокористування поступово переходила в економіку природозберігання.

Природокористування, як згадувалося вище, може бути раціональним і нераціональним.

## III. Раціональне і нераціональне природокористування.

*Раціональне природокористування* — це високоефективне, екологічно обґрунтоване господарювання, яке не призводить до різних змін природно-ресурсного потенціалу, а підтримує й підвищує продуктивність природних комплексів чи окремих об'єктів, облагороджує їх. Воно спрямоване на забезпечення умов існування людства й стабільного одержання матеріальних благ.

*Нераціональним* вважається таке природокористування, в результаті якого природа втрачає здатність до самовідтворення, самоочищення й саморегулювання, порушується рівновага біосистем, вичерпуються матеріальні ресурси, погіршуються рекреаційні, оздоровчі та курортні умови, естетичні характеристики ландшафтів, умови проживання загалом. Це, як правило, екстенсивне, хижацьке господарювання, перепромисел, перевипас, перезабруднення повітря, води й ґрунтів промисловими, транспортними, енергетичними викидами та отрутохімікатами. Нераціональне природокористування може бути як навмисним, так і випадковим, або супутнім (наприклад, спустошення, зруйнування чи пожежі, пов'язані з воєнними діями).

Нераціональне природокористування може бути зумовлене планово-економічними й проектними прорахунками, тимчасовими й вимушеними позиками у природи (перехідні періоди будівництва нових держав, великі стихійні лиха, війни тощо), недбалістю обліком та оцінкою природних ресурсів, недосконалістю природоохоронного законодавства, вузьковідомчими підходами в розвитку економіки, недосконалістю технологій виробництва, браконьєрством, самовільною забудовою та ін.

Показниками збитків від забруднення довкілля слугують:

підвищення рівня захворюваності населення; зниження продуктивності сільського господарства; прискорення зношування основних фондів та ін. Вартість відновлення природи визначається за необхідними затратами на рекультивацію ландшафтів, відновлення водойм або сільськогосподарських угідь, озеленення тощо. Та при цьому часто неможливо оцінити погіршення соціального клімату, порушення рівноваги в екосистемах, загибель від техногенного впливу унікальних геологічних пам'яток чи ландшафтів, зникнення багатьох видів рослин і тварин.

Особливо складно оцінити наслідки антропогенних негативних впливів на природу, коли треба дати довгостроковий прогноз збитків від нераціонального природокористування. Затрати на охорону природи

сьогодні можна обчислити досить просто й порівняно точно на підставі чинних стандартів і нормативів із застосуванням низки формул (їх наведено в нових підручниках і посібниках з економіки природокористування).

Природоохоронні заходи мають не тільки економічний ефект (заощадження витрат на лікування та соціальне страхування хворих, підвищення продуктивності праці, збільшення біопродуктивності, облагородження ландшафту тощо), а й соціальний — поліпшення настрою людей, зменшення їх міграції, стримування конфліктів, зниження злочинності й т. д.

До найважливіших проблем економіки природокористування належить правильна (об'єктивна) оцінка природних ресурсів.

#### IV. Екологічна оцінка природних ресурсів.

Економічна оцінка природних ресурсів — *це грошове вираження їхньої народногосподарської цінності*. Треба, щоб ціну мали земля, природні води, ґрунти, повітря, корисні копалини, ліс, тваринний і рослинний світ, рекреаційні об'єкти. Нормативи плати за використання природних ресурсів визначаються з урахуванням їхнього географічного положення, поширення, якості, можливості відтворення, доступності, комплексності, продуктивності, можливості утилізації відходів, умов переробки.

Для оцінки вартості природних ресурсів використовують такі показники:

- трудові затрати на залучення ресурсу в суспільне виробництво (видобуток мінеральної чи біологічної сировини);
- ефект використання ресурсу у виробництві (цінність одержаних із ресурсів матеріалів, предметів, вигід);
- прогнозовані затрати праці на відновлення ресурсу (якщо це можливо);
- прогнозовані витрати на погашення збитків, завданих природному середовищу під час освоєння даного ресурсу.

Оцінка ресурсів може бути індивідуальною та комплексною.

Розрізняють три види *індивідуальних оцінок*: 1) оцінки суспільної корисності природних ресурсів; 2) вартісні оцінки (податки, ціни); 3) ринкові ціни (ліцензії). Вони виконуються для кожного окремого елемента довкілля, і їхні значення не завжди збігаються.

Виконуючи укрупнені екологічні оцінки негативного впливу людини на довкілля, користуються таким поняттям, як екологічні збитки від забруднення окремих компонентів природи — води, повітря, земельних ресурсів. *Екологічні збитки* — це зменшення корисності довкілля в результаті його антропогенної трансформації (насамперед забруднення).

Їх обчислюють за сумою різних затрат суспільства, пов'язаних зі змінами довкілля й поверненням його до колишнього стану, затрат на компенсацію ризику для здоров'я людей.

Для укрупнених оцінок екологічних збитків вдаються до спеціальних формул, за якими можна з'ясувати шкоду земельним ресурсам, шкоду від викидів у атмосферу або у водні об'єкти, їх наведено в таких документах, затверджених Мінекобезпеки України:

- Інструкція про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища;
- Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів;
- Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- Методика розрахунку розміру відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті понаднормативних викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

*Плата за природні ресурси* — це затрати підприємства, пов'язані з використанням якихось природних ресурсів, і визначені відповідно до прийнятої в країні методики розрахунку; при цьому ресурси поділяють на ті, що закупаються у когось, такі, що беруть безпосередньо у природи, ті, що є власністю виробництва. Ціна таких ресурсів різна.

*Екологічні податки* бувають кількох видів:

- платежі рентного характеру (наприклад, за використання території для відходів);
- податки і (або) штрафи за забруднення понад установлену норму;
- податки за фактичний обсяг забруднень. При цьому податок за забруднення середовища має бути досить високим, щоб підприємствам було вигідніше охороняти довкілля, ніж забруднювати його.

#### V. Екологічні ліцензії.

*Екологічні ліцензії* (ЕЛ) — це цінні папери, що дають право на викиди конкретного забруднювача на конкретний проміжок часу й у конкретних обсягах. Ці права можуть продаватися державним органом підприємствам і одним підприємством іншому. Ціна ЕЛ залежить від добового часу, сезону, обстановки в регіоні.

Торгівля квотами на забруднення — найгнучкіший з усіх відомих методів економічного регулювання якості природного середовища.

Додатком до ЕЛ є страхування екологічної невизначеності.



Останнім часом уводяться *ліцензії на родовища* — цінні папери, що дають право на видобування й продаж корисних копалин.

У ході комплексної економічної оцінки природоохоронних заходів передбачається виконання таких процедур:

- визначення чистого економічного ефекту;
- оцінка варіантів очищення промислових стічних вод;
- оцінка варіантів очищення атмосферних забруднень;
- оцінка варіантів переробки відходів;
- оцінка технологічних рішень;
- оцінка конструкторських рішень;
- екологічна експертиза проектів;
- оцінка ризику аварій.

В Україні, як і в інших державах, розпочато формування системи економічного регулювання природоохоронної діяльності;

- вводяться платежі за використання природних ресурсів та забруднення природного середовища;
- створюються екологічні фонди, банки;
- розпочато торгівлю екологічними ліцензіями, квотами тощо.

У зв'язку з тим, що в період переходу до ринкової економіки виникають великі складнощі та труднощі не лише економічного характеру, а й екологічного, треба враховувати таке:

- ринок може бути використаний для ефективного обмеження руйнування природи;
- сам механізм стихійних ринкових попиту  $q$  пропозиції не забезпечує захисту природи — необхідне втручання ззовні;
- ринкові розцінки на підставі наукових екологічних нормативів можуть використовуватися для регулювання природокористування;
- економіку слід розвивати згідно з плановою стратегією, яка передбачає позаринкові форми контролю;
- для дійового екологічного управління економічним розвитком потрібні політично організовані сили, які представляють нагальні й довгострокові інтереси всього населення й спроможні протистояти вузьким інтересам підприємців і тих, хто — прямо чи опосередковано — має зиск від виробництв-забруднювачів.

### ☑Резюме

- Природокористування — це сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу й заходів для його збереження.
- Економіка природокористування — нова галузь науки, що вивчає методи найефективнішого впливу людини на природу для підтримання динамічної рівноваги, кругообігу речовин у природі.
- Еколого-економічний аспект — одержання максимальних матеріальних благ з мінімальними затратами і мінімальним порушенням природного середовища.
- Раціональне природокористування — це високоефективне екологічно обґрунтоване господарювання, яке не призводить до різних змін природно-ресурсного потенціалу, а підтримує і підвищує продуктивність природних компонентів чи окремих об'єктів, облагороджує їх.
- Нераціональне природокористування — це природокористування, в результаті якого втрачає здатність до самовідтворення, самоочищення і саморегулювання, порушується рівновага біосистем, вичерпуються матеріальні ресурси, погіршуються умови проживання.
- Економічна оцінка природних ресурсів — грошове вираження їхньої народногосподарської цінності.
- Екологічні ліцензії — це папери, що дають право на викиди конкретного забруднювача на викиди конкретного забруднювача на конкретний проміжок часу й у конкретних обсягах.

### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що таке природокористування?
2. Який основний принцип природокористування?
3. Які основні завдання економіки природокористування?
4. Чим раціональне природокористування відрізняється від нераціонального?
5. Як визначають вартість природних ресурсів?
6. Які показники використовуються для оцінки вартості природних ресурсів?
7. Чому економічний принцип природокористування замінили еколого-економічним?
8. У чому полягає відмінність між економічним і еколого-економічним принципами природокористування?

### ☑Теми рефератів, доповідей.

1. Економіка природокористування.
2. Оцінка вартості природних ресурсів.

## Тема 2.9

### «Еколого-економічні аспекти раціонального природокористування (платежі за забруднення довкілля)»

#### План викладу і засвоєння матеріалу

1. Екологічний збиток та склад його витрат.
2. Причини наднормованого викиду полутантів в атмосферне повітря.
3. Обчислення плати за викиди стаціонарними джерелами енергії.

#### Суттєво:

Після вивчення матеріалу ви повинні:

#### Знати:

- що таке екологічний збиток; з яких витрат він складається;
- як встановлюється плата за забруднення навколишнього середовища;
- причини наднормованого викиду полутантів в атмосферне повітря.

#### Вміти:

- пояснити як здійснюється плата за природні ресурси;
- оцінити збитки, заподіяні забрудненням довкілля;
- розв'язати задачі, на визначення жителів з понаднормовий викид в атмосферу шкідливих речовин.

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- екологічний збиток;
- відходи;
- викиди;
- джерела забруднення;
- регіональні коефіцієнти;
- місце розміщення відходів.

## I. Екологічний збиток та склад його витрат.

До економічних методів управління природокористуванням належать також платежі за екологічні збитки. *Екологічний збиток* — це зміна корисності довкілля внаслідок його забруднення. Він оцінюється як витрати суспільства, пов'язані зі зміною природного середовища, і складається з таких витрат:

- додаткові витрати суспільства у зв'язку зі змінами в навколишньому природному середовищі;
- витрати на повернення довкілля в попередній стан;
- додаткові витрати майбутнього суспільства у зв'язку з безповоротним використанням частини дефіцитних природних ресурсів.

Для оцінки збитків довкіллю використовують такі базові величини:

- витрати на зменшення забруднень;
- витрати на відновлення якості навколишнього середовища;
- ринкову ціну;
- додаткові витрати, зумовлені зміною якості навколишнього середовища;
- витрати на компенсацію ризику для здоров'я людей;
- витрати на додатковий природний ресурс для розбавлення скидуваного стоку до безпечної концентрації забруднювальної речовини.

Збиток суспільству внаслідок забруднення довкілля позначається на діяльності окремих об'єктів, що перебувають під його дією: населення, об'єктів житлово-комунального та промислового господарства, водних, лісових і земельних ресурсів тощо.

Плата за забруднення навколишнього природного середовища встановлюється за:

- викиди в атмосферу забруднювальних речовин стаціонарними та пересувними джерелами забруднення;
- скиди забруднювальних речовин у поверхневі водойми, територіальні та внутрішні морські водойми, а також у підземні горизонти та систему комунальної каналізації;
- розміщення відходів виробництва у навколишньому середовищі.

Розміри платежів визначають на підставі лімітів забруднювальних речовин, які встановлюються для підприємств з урахуванням гранично допустимих викидів і скидів кожного інгредієнта в тоннах за рік. Ліміти розміщення відходів у навколишньому середовищі визначають для підприємств як фізичний обсяг відходів залежно від класу токсичності. Розміри їх установлюють органи Мінекоресурсів України у формі видачі дозволів на викиди й скиди забруднювальних речовин та розміщення відходів. За понадлімітні викиди і скиди (понад ГДС і ГДВ) забруднювальних

речовин і розміщення відходів установлюють платежі в 5 разів вищі порівняно з базовими нормативами плати.

## II. Причини наднормованого викиду політантив в атмосферне повітря.

Наднормативні викиди політантив в атмосферне повітря можуть статися внаслідок:

- неефективної роботи установок очищення газу;
  - роботи технологічною обладнання при несправних установках очищення газу або їх невикористанні;
  - порушення технологічних режимів;
  - невиконання в установлені терміни заходів для досягнення нормативів ГДВ;
  - аварійних викидів політантив у атмосферне повітря;
  - залпових викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, які не передбачені технологічними регламентами виробництва;
  - використання непроектованих сировини й палива в технологічних процесах.
- Ці самі фактори можуть призвести до понаднормативних скидів політантив у водойми.

## III. Обчислення плати за викиди стаціонарними джерелами енергії.

Нормативи збору за забруднення навколишнього природного середовища, згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.1999 р. № 303 встановлюють як фіксовані суми в гривнях за одиницю маси основних забруднювальних речовин та розміщених відходів. За викиди, на які не встановлено класи небезпечності, слід застосовувати нормативи збору залежно від установлених орієнтовно безпечних рівнів впливу.

За викиди, на які не встановлено клас небезпечності та орієнтовно безпечні рівні впливу, слід застосовувати нормативи збору, як за викиди забруднювальної речовини першого класу небезпечності.

Для скидів, на які не встановлено гранично допустимі концентрації або орієнтовно безпечні рівні впливу, за гранично допустимі концентрації беруть найменше значення гранично допустимих концентрацій. У разі скидання забруднювальних речовин в озера, ставки та інші непроточні водні об'єкти нормативи збору збільшуються у 1,5 раза.

У разі захоронення забруднювальних речовин, відходів виробництва та стічних вод у глибокі підземні водоносні горизонти, що не містять прісних вод, застосовують нормативи збору, як за скид забруднювальних

речовин з коефіцієнтом 10. За розміщення відходів, на які не встановлено клас небезпечності, застосовують норматив збору, як за розміщення відходів першого класу небезпечності в розмірі 55 гривень за тону.

Нормативи збору за викиди пересувними джерелами забруднення, встановлюють залежно від виду пального та транспорту (автомобільного, залізничного, морського та річкового).

За понадлімітні обсяги викидів, скидів забруднювальних речовин та розміщення відходів збір обчислюється і сплачується в п'ятикратному розмірі. У разі відсутності у платника затверджених у встановленому порядку лімітів викидів стаціонарних джерел забруднення, скидів і розміщення відходів збір обчислюється в п'ятикратному розмірі.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.1999р. № 303 «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору», плату за викиди стаціонарними джерелами забруднення ( $P_{bc}$ ) обчислюють за формулою

$$P_{bc} = \sum_{i=1}^n [(M_{li} H_{bi} K_{nac} K_{\phi}) + (M_{ni} H_{bi} K_{nac} K_{\phi} K_n)],$$

де  $M_{li}$  — обсяг викиду  $i$ -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, т;  $M_{ni}$  — обсяг понадлімітного викиду (різниця між обсягом фактичного викиду й ліміту  $i$ -ї забруднювальної речовини), т;  $H_{bi}$  — норматив збору за тону  $i$ -ї забруднювальної речовини, грн/т;  $K_{nac}$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту;  $K_{\phi}$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту;  $K_n$  — коефіцієнт кратності збору за понадлімітний викид в атмосферу забруднювальних речовин,  $K_n = 5$ .

Суму збору за викиди пересувними джерелами забруднення ( $P_{bp}$ ) обчислюють відповідно до кількості фактично використаного пального та його виду на підставі нормативів збору за ці викиди та коригувальних коефіцієнтів визначають за формулою

$$P_{bp} = \sum_{i=1}^n (M_i H_{bi} K_{nac} K_{\phi}),$$

де  $M_i$  — кількість використаного пального  $i$ -го виду, т;  $H_{bi}$  — норматив збору за 1 т  $i$ -го виду пального, грн/т;  $K_{nac}$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту;  $K_{\phi}$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

Суму збору за скиди ( $P_c$ ) обчислюють на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів скидів, нормативів збору та коригувального коефіцієнта визначають за формулою

$$П_c = \sum_{i=1}^n [(M_{ni} H_{bi} K_{pb}) + (M_{ni} H_{bi} K_{pb} K_n)]$$

де  $M_{ni}$  — обсяг скиду  $i$ -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, т;  $M_{ni}$  — обсяг понадлімітного скиду (різниця між обсягом фактичного скиду й ліміту)  $i$ -ї забруднювальної речовини, т;  $H_{bi}$  — норматив збору за тонну  $i$ -ї забруднювальної речовини, грн/т;  $K_{pb}$  — регіональний (басейновий) коригувальний коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості, а також еколого-економічні умови функціонування водного господарства;  $K_n$  — коефіцієнт кратності збору за понадлімітні скиди забруднювальних речовин,  $K_n = 5$ .

Суму збору за розміщення відходів ( $П_{pb}$ ) обчислюють на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, нормативів збору та коригувальних коефіцієнтів визначають за формулою

$$П_{pb} = \sum_{i=1}^n [(M_{ni} H_{bi} K_t K_o) + (M_{ni} H_{bi} K_n K_t K_o)],$$

де  $M_{ni}$  — обсяг відходів  $i$ -го виду в межах ліміту, т;  $M_{ni}$  — обсяг понадлімітного розміщення відходів (різниця між обсягом фактичного розміщення відходів і лімітом)  $i$ -го виду, т;  $H_{bi}$  — норматив збору за тонну відходів  $i$ -го виду в межах ліміту, грн/т;  $K_t$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує місця розміщення відходів;  $K_o$  — коригувальний коефіцієнт, що враховує характер улаштування місця розміщення відходів;  $K_n$  — коефіцієнт кратності збору за понадлімітне розміщення відходів,  $K_n = 5$ .

#### Нормативи збору за скиди основних забруднювальних речовин у водні об'єкти, у тому числі в морські води

Забруднювальна речовина	Норматив збору, грн/т
Амонійний нітроген	35
Завислі речовини	1
Нафтопродукти	206
Нітрати	3
Нітроти	172
Органічні речовини (за показниками БСК <sub>5</sub> )	14
Сульфати	1
Фосфати	28
Хлориди	1

#### Нормативи збору за розміщення відходів

Клас небезпечності відходів	Ступінь небезпечності відходів	Норматив збору, грн/т
I	Надзвичайно небезпечні	55
II	Високо небезпечні	2
III	Помірно небезпечні	0,5
IV	Мало небезпечні	0,2

\*Норматив збору для: обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з йонізуючим випромінюванням, — 55 люмінесцентних ламп — 1 гривня за одиницю.

#### Нормативи збору за викиди основних забруднювальних речовин стаціонарними джерелами забруднення

Забруднювальна речовина	Норматив збору, грн/т
Аміак	10
Ацетон	20
Бензпірен	67871
Бутилацетат	12
Вуглеводні	3
Газоподібні сполуки флуору	132
Гідроокиссульфід	171
Карбон дисульфід	111
Манган та його сполуки	1376
Нікель та його сполуки	2150
Озон	53
Оксид карбону	2
Оксид нітрогену	53
Пентаоксид ванадію	199
Ртуть та її сполуки	2260
Свинець та його сполук	2260
Сірчистий ангідрид	53
Спирт н-бутиловий	53
Сполуки кадмію	422
Стирол	389
Тверді речовини	2
Фенол	242
Формальдегід	132
Хлорид гідрогену	2
Хром та його сполуки	1431

**Нормативи збору за викиди забруднювальних речовин  
стаціонарними джерелами забруднення залежно від класу  
небезпечності**

Клас небезпечності	Норматив збору, грн/т
I	381
II	87
III	13
IV	3

**Норматив збору за викиди забруднювальних речовин стаціонарними  
джерелами забруднення залежно від установлених орієнтовно  
безпечних рівнів впливу**

Орієнтовно безпечні рівні впливу сполук, мг/м <sup>3</sup>	Норматив збору, грн/т
Менш як 0,0001	16052
0,0001—0,001 (включно)	1375
0,001-0,01 (включно)	190
0,01—0,1 (включно)	53
0,1—понад 10	2

**Нормативи збору за скиди забруднювальних речовин у водні об'єкти  
залежно від їх концентрації**

Гранично допустима концентрація забруднювальних речовин у воді рибогосподарських водойм, мг/л	Норматив збору, грн/т
До 0,001	2572
0,001—0,09	1953
0,1- 1 (включно)	344
1—10	35
Понад 10	7

**Нормативи збору за викиди в атмосферу забруднювальних речовин  
автомобільним транспортом**

Вид пального	Норматив збору, грн/т
Дизельне	3
Бензин:	
етильований	4
неетильований	3
Зріджений нафтовий газ	4
Стиснений природний газ	2

**Нормативи збору та викиди в атмосферу забруднювальних речовин  
морськими та річковими суднами**

Вид пального	Норматив збору, грн/т
Бензин	6
Дизельне пальне	4
Мазут	3

**Нормативи збору за викиди в атмосферу забруднювальних речовин  
залізничним транспортом**

Вид пального	Норматив збору, грн/т
Дизельне пальне	3

**Коефіцієнт, що встановлюється залежно від чисельності жителів  
населеного пункту**

Чисельність населення, тис. чол.	Коефіцієнт
До 100	1
100,1-250	1,2
250,1-500	1,55
500,1-1000	1,55
Понад 1000	1,8

**Коефіцієнт, що встановлюється залежно від  
народногосподарського значення населеного пункту**

Тип населеного пункту	Коефіцієнт
Організаційно-господарські та культурно- побутові центри місцевого значення з переважанням аграрно-промислових функцій (районні центри, міста районного значення, селища та села)	1
Багатофункціональні центри, центри з переважанням промислових і транспортних функцій (республіканський* та обласні центри, міста державного, республіканського*, обласного значення)**	1,25
Населені пункти, віднесені до курортних	1,65

\* Автономної Республіки Крим.

\*\* Якщо населений пункт одночасно має промислове значення та  
віднесений до курортних, застосовують коефіцієнт 1.65.

**Коефіцієнт, який встановлюють залежно від місця (зони)  
розміщення відходів у навколишньому середовищі**

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
В адміністративних межах населених пунктів або на відстані менш як 3 км від них	3
За межами населених пунктів (на відстані більш як 3 км від їх меж)	1

**Регіональні (басейнові) коефіцієнти**

Басейни морів і річок	Коефіцієнт
Азовське море	2
Чорне море	2
Дунай	2,2
Тиса	3
Прут	3
Дністер	2,8
Дніпро (кордон України – до м. Києва)	2,5
Дніпро (м. Київ включно – до Каховського гідровузла)	2,2
Дніпро(Каховський гідровузлов включно до Чорного моря)	1,8
Прип'ять	2,5
Західний Буг та ріки басейну Вісли	2,5
Десна	2,5
Південний Буг та Інгул	2,2
Ріки Кримського півострова	2,8
Сіверський Донець	2,2
Міус	2,2
Кальміус	2,2

**Коефіцієнт, що встановлюється залежно від характеру влаштування  
місця розміщення відходів**

Характер влаштування місця розміщення відходів	Коефіцієнт
Спеціально створені місця складування (полігони), що забезпечують захист атмосферного повітря та водних об'єктів від забруднення	1
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря чи водних об'єктів	3

**Резюме**

- Екологічний збиток – це зміна корисності довкілля внаслідок його забруднення.
- Плата за природні ресурси – це затрати підприємства, пов'язані з використанням певних природних ресурсів, і визначені відповідно до прийнятої в країні методики розрахунку; при цьому ресурси поділяють на ті, що закупаються у когось (беруть безпосередньо у природи), і ті, що є власністю виробництва (ціна таких ресурсів різна).
- Екологічні податки бувають кількох видів: платежі рентного характеру, податки і штрафи за забруднення понад уставлену норму, податки за фактичний обсяг забруднень.

**Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Як здійснюється плата за відновні та невідновні природні ресурси?
2. Як оцінюють збитки, заподіяні забрудненням атмосферного повітря?
3. Як оцінюють збитки, заподіяні стічними водами?
4. Як оцінюють збитки, заподіяні відходами виробництва?
5. На хімічному підприємстві м. Києва на джерелі викиду № 17 зафіксовано середню концентрацію карбондисульфиду  $38 \text{ мг/м}^3$  при об'ємній витраті  $193 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тимчасово погоджений норматив викиду карбондисульфиду становить  $6,3 \text{ г/с}$ . В такому режимі джерело працювало 90 діб. Визначте розмір платежу за викиди карбондисульфиду в атмосферне повітря.
6. На підприємстві з виробництва залізобетонних виробів м. Києва проектом нормативів ГДВ передбачено встановлення обладнання другого ступеня очищення викидних газів від технологічного обладнання приготування бетону з метою зменшення концентрації пилу цементу з  $0,36 \text{ г/м}^3$  до  $0,05 \text{ г/м}^3$  при об'ємній витраті газопилового потоку  $30\,000 \text{ м}^3/\text{год}$  ( $8,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Потужність дозволеного викиду цим джерелом становить  $0,415 \text{ г/с}$ . Установка працювала в такому режимі 180 діб упродовж 8 годин на добу при п'ятиденному робочому тижні. Визначте розмір платежів за понаднормативний викид в атмосферу пилу цементу.
7. На енергетичному підприємстві м. Києва на джерело № 1 працює 4 котлоагрегати. Об'ємна витрата димових газів, що відходять від кожного агрегату, становить  $140 \text{ м}^3/\text{с}$ . Граничний норматив утворення оксидів нітрогену в перерахунку на діоксид нітрогену для цього типу котлоагрегатів становить  $200 \text{ мг/м}^3$ . Вимірами встановлено середню концентрацію оксидів нітрогену в перерахунку на  $\text{NO}_x$   $450 \text{ мг/м}^3$ . В такому режимі технологічне обладнання працювало цілодобово впродовж 45 діб. Визначте розмір платежу за забруднення атмосферного повітря.

**Т теми рефератів, доповідей.**

1. Екологічні податки.
2. Екологічні ліцензії.
3. Екологічні збитки.

**Тема 3.1**

**«Сучасний стан навколишнього середовища України».**

**План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Загальні відомості про природні умови України.
- II. Екологічні проблеми найбільших річок, Чорного та Азовського морів.
- III. Донецько-Придніпровський регіон.
- IV. Українське Полісся.
- V. Українські Карпати.
- VI. Причини екологічної кризи.
- VII. Наслідки екологічної кризи.

**Суттєво:**

Після вивчення матеріалу ви повинні:

**Знати:**

- екологічні проблеми найбільших річок;
- загальні відомості про природні умови України;
- проблеми Донецько-Придніпровського регіону, Полісся, Карпат.

**Вміти:**

- охарактеризувати причини екологічної кризи її наслідки.

**Ключові екологічні поняття та терміни:**

- екологічна криза;
- кризова ситуація;
- дефіцит води;
- виснаження земельних ресурсів;
- географічна криза;
- активізація геологічних процесів.

## I. Загальні відомості про природні умови України.

Україна — одна з найбільших за територією, чисельністю населення та ресурсним потенціалом країн Європи, член-засновник Організації Об'єднаних Націй, член багатьох інших міжнародних організацій. Після здобуття статусу незалежної держави наша країна зіткнулася з цілим комплексом складних соціально-політичних і соціально-економічних проблем. Сьогодні Україна переживає глибоку екологічну кризу й належить щодо цього до найнеблагополучніших країн Європи. Це наслідок надзвичайно високого рівня концентрації промислових і сільськогосподарських комплексів, екологічно не обґрунтованої хижацько-колонізаторської політики урядових структур колишніх СРСР і УРСР, а також найбільшої у світі техногенної аварії на Чорнобильській АЕС. Крім того, складні екологічні проблеми, типові для розвинених індустріальних і найурбанізованіших регіонів планети, повною мірою характерні й для України.

Розташована на південному заході Центральної Європи, незалежна Україна займає територію площею 603,7 тис. км<sup>2</sup> (31,5 % загальної площі центральноєвропейських держав) і є однією з найбільших після Російської Федерації державою Європи. Населення України становить близько 50 млн. чоловік (31 % населення Центральної Європи) — більше, ніж населення будь-якої з країн регіону — Румунії, Чехії, Словаччини, Молдови, Угорщини.

На території України вирізняються три фізико-географічні зони з п'ятьма провінціями (в лісостеповій зоні) й трьома підзонами (в степовій зоні), а також гірські області — Карпати й Кримські гори. Порівняно з іншими природними ландшафтами колишнього СРСР ландшафти України сильніше потерпають унаслідок людської діяльності. В 1991 р. Верховна Рада України офіційно оголосила територію всієї держави зоною екологічного лиха. Проте й у наступні роки екологічні проблеми в усіх районах країни продовжували загострюватися. Вирішення цих проблем в Україні має стати (й уже стає) одним із найголовніших, найактуальніших практичних завдань.

Географічне положення України дуже вигідне: південний захід Східно-Європейської рівнини, Українські Карпати й Кримські гори, частина шельфу Чорного та Азовського морів. Територія нашої держави простягається із заходу на схід на 1316 км (від 22°08'42" до 40°13'05" східної довготи) і майже на 900 км із півночі на південь (від 52°22'54" до 44°23'18" північної широти).

Наша країна на півночі й заході безпосередньо межує з Білоруссю, Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Молдовою, Румунією, на півночі та сході — з Росією. По Чорному морю проходять кордони з Туреччиною,

Балканськими й Кавказькими державами. Дунай, Босфорська протока й Дарданелли для України — ворота в країни Західної Європи, а також у Середземномор'я й далі на Близький Схід, у Південну Європу, Африку, Атлантичний та Індійський океани.

Близько 95 % території України займають рівнини, 5 % території — гірські системи Карпат і Криму. Середня абсолютна висота рівнинної частини — 170 м, а найвища точка — вершина гори Говерли в Карпатах (2061 м). Близько 15 % території займають ліси — краса й багатство, неоціненний природний очищувач повітряного простору й охоронець нашої країни. На жаль, останнім часом ліси безжалісно вирубуються, гинуть від забруднень і пожеж.

У межах України представлені такі основні географічні ландшафти: лісостеповий лісостеповий ландшафти Полісся, Волинської, Подільської та Придніпровської височин; ландшафти Північних степів, схилів Волинської, Подільської та Середньоросійської височин; ландшафти Південних степів (Причорноморська низовина й Приазовська височина); лісостеповий гірський ландшафти Криму й Карпат.

Клімат України помірно континентальний, а у вузькій смузі Південного Криму — субтропічний. На території країни переважає північно-західний вітровий перенос. За рік над Україною проходить у середньому 45 циклонів і 35 антициклонів. Кількість опадів коливається від 1200—1500 мм/рік у Карпатах до 300 мм/рік у південній частині степової зони (Причорномор'я та Приазов'я). В лісостеповій зоні опадів випадає в середньому 550—760 мм/рік.

Температура повітря в липні становить +20...+25 °С, досягаючи іноді +30 °С, у січні—лютому — може знижуватися до 20...25 °С, зрідка — до -30 °С.

В Україні багато місцевостей із прекрасним кліматом і чудовими за красою ландшафтами. Вони становлять рекреаційний фонд. Найкращі з них — Південний (Одеська, Миколаївська, Херсонська області, Автономна Республіка Крим, південь Запорізької та Донецької областей), Прикарпатський, Карпатський та Поліський (Шацькі ліси й озера) регіони. На жаль, сьогодні і їх не обминули екологічні лиха.

Геологічні особливості. Територія України розташована в основному в межах двох великих тектонічних структур — Східно-Європейської платформи та Альпійської геосинклінальної (складчастої) області. Основні геоструктурні регіони України: Український щит, Дніпровсько-донецька западина, Донецька складчаста споруда, Волино-Подільська плита, Причорноморська западина, Карпатська й Кримська складчасті системи, Скіфська платформа.

Український щит складений давніми докембрійськими кристалічними породами — переважно гранітами, гнейсами, лабрадоритами та гранітоїдами — й розташований у центральній частині країни. Він



протягнувся від Клесова—Овруча на півночі вздовж Правобережжя Дніпра до Азовського моря; його довжина становить близько 1000 км, загальна площа — близько 180 тис. км<sup>2</sup>. Дніпровсько-донецька западина займає практично все Лівобережжя. Вона заповнена осадовими породами 5-6-кілометрової, а в межах Донбасу — 10—12-кілометрової товщини. Волино-Подільська плита також заповнена осадовими породами. Їхня товща становить 5—6 км. Товща осадових порід Причорноморської западини — 2 км.

В Україні є райони з підвищеною сейсмічністю: Карпатська зона, південний захід і Південний Крим. Інтенсивність землетрусів тут може досягати 7 балів за 12-бальною шкалою.

Водні ресурси. Річкова мережа України досить густа (0,25 км/км<sup>2</sup>) й розгалужена. Всього налічується близько 73 тис. водотоків (із них 131 — річки завдовжки понад 100 км кожна), які належать переважно до басейнів Чорного, Азовського та частково Балтійського морів. Найбільша річка України — Дніпро — третя за величиною (після Дунаю та Волги) в Європі. Середній стік Дніпра становить 53,5 км<sup>3</sup>. Великі річки України — Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець, а також притоки Дніпра — Прип'ять, Десна, Сула, Псел, Ворскла.

В Україні налічується близько 20 тис. озер (займають 0,3 % її території) та лиманів. Найбільше й найглибше (максимальна глибина — 60 м) — озеро Світязь на крайньому північному заході країни. Річковий стік у середньому за рік становить 85,8 км<sup>3</sup>, середня витрата прісних підземних вод — 514 м<sup>3</sup>/с. В Україні є дуже цінні мінеральні води — сірководневі, радонові, йодобромні, вуглекислі та ін.

Ґрунтові ресурси. Родючі ґрунти України — важливий ресурсний потенціал. Найродючіші ґрунти — з умістом гумусу від 3 до 7 % і товщиною гумусного шару близько 1 м — займають приблизно 10 % території країни.

Процеси ґрунтоутворення й розвитку рослинного покриву в Україні відповідають загальній географічній зональності. На Поліссі переважають дерново-підзолисті ґрунти на піщано-глинистих породах. Основні площі Лісостепу зайняті сірими лісовими ґрунтами й чорноземами, гумусні горизонти яких мають товщину до 1.2—1.5 м; ці ґрунти утворилися на лесових породах. На території Північного степу ґрунти представлені в основному чорноземами з гумусними горизонтами завтовшки 80—90 см; вони сформувалися на волого-суглинистих породах. У Південному степу переважають каштанові ґрунти й чорноземи, значно засолені в приморській смузі.

Земельний фонд України становить 60,4 млн. га. Господарське освоєння території дуже високе — 92—95 %. При цьому сільськогосподарське освоєння земель перевищує 70 % (одне з найбільших у світі), а розорювання — 56 %.

Корисні копалини. Україна багата на мінеральну сировину — різноманітні корисні копалини. В Державному кадастрі України зареєстровано близько 5,5 тис. родовищ корисних копалин у геологічних структурах. Насамперед це величезні запаси гранітів (прекрасний облицювальний і будівельний матеріал), а також вапняки й чудовий будівельний пісок. Із горючих копалин у достатній кількості є кам'яне й буре вугілля, газ, у меншій кількості — нафта.

Граніти зосереджені в межах Українського щита, на Житомирщині, Вінниччині, Кіровоградщині, Дніпропетровщині, піски й вапняки — на Поліссі та Поділлі. Поклади кам'яного вугілля зосереджені в Донецькому кам'яновугільному й Львівсько-волинському вугільному басейнах (усього близько 150—200 млн. т), а також у Дніпропетровському буро-вугільному басейні (9000 млн. т). Родовища нафти й газу сконцентровані в трьох нафтогазоносних регіонах: Передкарпатському (міста Борислав, Долина. Дрогобич), Дніпровсько-донецькому (Прилуцько-Шебелинська зона). Причорноморсько-кримському (північно-західний шельф Чорного моря). Перспективні ресурси нафти оцінюються майже в 125 млн. т, а її видобуток сьогодні становить 5 млн. т на рік; запаси газу — більш як 4100 млрд. м<sup>3</sup>. Україна багата й на горючі сланці (близько 2 млрд. т — Верхньодніпровськ) і торф (3, 5 млрд. т — Полісся).

Україна має великі запаси металорудної сировини: залізних руд (Криворізький і Керченський залізорудні басейни з балансовими запасами близько 25 млрд. т) і марганцевих (Нікопольський марганцевий басейн, де запаси оцінюються приблизно в 2 млрд. т, що становить 66,1 % світових запасів).

На території нашої держави є також родовища уранових, нікелевих, титанових, ртутних, алюмінієвих, хромітових руд, олова, графіту (Український щит), фосфатів, калійних солей, сірки (Передкарпаття), каоліну (Глухів, Пологи), солей йоду та бром (Сиваш, Тарханкут).

Нещодавно знайдено досить великі запаси золота, проте в розсіяному вигляді, що потребує складної технології видобування.

Сумарний видобуток мінеральної сировини за 40 основними видами становить більш як 1 млрд. т.

Заповідний фонд, рослинний і тваринний світ. Для підтримання та нормального функціонування екосистем будь-якого регіону площа «диких», первозданих, не порушених діяльністю людини територій має становити не менш як 10—12% загальної площі його території. Багато розвинених країн (Японія, Німеччина, Швеція, Швейцарія, Бельгія, Австрія, США), зважаючи на це, довели площі своїх заповідних територій до 12—18%. В Україні ж цей показник становить 2,1%. Найбільшу площу (4—5%) заповідники займають у Західній Україні, найменшу (0,2—1%) — у Центральній і Східній. Загальна площа природного заповідного фонду — 1

млн. 293 тис. га. Всього в Україні налічується 18 заповідників, у тому числі — три біосферних.

Рослинний і тваринний світ України завжди був і різноманітним, і багатим. Ще якихось 200 років тому іноземні мандрівники чудувалися нашими казково щедрими лісами, степами, річками й озерами. А в першому тисячолітті площа лісів порівняно з XIX ст. була більшою в 4,5 рази. Тоді Київ оточували дрімучі бори, в яких водилося безліч звірини — вовків, ведмедів, росомх, диких кабанів і кіз, зайців, лисиць і білок, бобрів, куниць, горностаїв, соболів, а також різні птахи (орли, шуліки, яструби й багато інших).

У V ст. давньогрецький історик Геродот, відвідавши пониззя Дніпра, записав у своїх щоденниках, що спостерігав від нинішньої Каховки до гирла, а також уздовж річок Південний Буг, Самара, Орель, Вовча, Інгул, Інгулець, у байраках і ярах суцільні лісові нетрі з силою-силенною звірини. Мандрівники й учені, які побували в Україні пізніше, в XIV—XVII ст., також відзначали незвичайні природні багатства краю, казкову родючість його земель.

Флора України тепер налічує близько 25 тис. видів рослин, із них майже 4,5 тис. видів вищих (у тому числі понад 700 видів лікарських) і більш як 6 тис. видів грибів і водоростей. Фауна України представлена близько 45 тис. видами тварин (17 видів — земноводні, 20 — плазуни, понад 350 — птахи, 113 — ссавці, 200 — риби, решта — безхребетні). Проте видове багатство як тварин, так і рослин стрімко зменшується.

## II. Екологічні проблеми найбільших річок, Чорного та Азовського морів.

Дніпро та Дністер ~ головні водні артерії нашої країни, в басейнах яких проживає майже 80 % населення.

У минулому *Дніпро* — одна з найбільших річок Європи — був чистоводним, зі стабільною екосистемою, яка нормально функціонувала тисячоліттями, поїла й годувала мільйони людей.

Сьогодні через грубі порушення людиною всіх правил і принципів раціонального природокористування екосистеми Дніпра деградують, зламані вертикальні та горизонтальні зв'язки біоти й абіотичного оточення. Основні причини кризової ситуації, що склалася:

- будівництво на Дніпрі каскаду водосховищ, які докорінно змінили динаміку стоку;
- великомасштабна меліорація;
- спорудження численних промислових комплексів у басейні річки;
- величезні об'єми водозабору для потреб промисловості та зрошення;

- дуже сильне забруднення.

За цих самих причин деградує екосистема Дністра, де також вимерли цінні види риби, на дні акумулюється величезна кількість теригенних відкладень, важких металів, радіонуклідів, гумусних речовин, розвивається ерозія берегів.

Із Дніпра для потреб промисловості й сільського господарства щороку забирається близько 15 літра м<sup>3</sup> води, а в атмосферу над басейном річки викидається майже 10 тис. т газопилових -забруднень. Щороку в Дніпро та його водосховища з дощовими й талими водами потрапляє близько 500 тис. т азотних сполук, 40 тис. т фосфорних, 20 тис. т калійних, 1 тис. т заліза, 40 т нікелю, 2 т цинку, і т міді, 0,5 т хрому. В басейні Славутича працює сім атомних електростанцій!

Річковий режим Дніпра штучно трансформовано в озерний, водообмін різко сповільнився, утворилися зони застою, прискорилися темпи евтрофікації. Водосховища істотно погіршили стан прилеглих територій: підвищився рівень ґрунтових вод навіть на чималих відстанях від берегів, посилюється засолення ґрунтів і зменшився вміст у них гумусу, майже в 10 разів збільшився об'єм підземного стоку й разом із цим — рівень забруднення підземних вод, особливо в нижній частині басейну; змінився водно-сольовий режим у зонах іригації, посилюється ерозія берегової зони.

У донних відкладеннях Дніпра постійно збільшується концентрація радіонуклідів, особливо в Київському водосховищі. У водах і мулах Дніпродзержинського та Дніпропетровського водосховищ стрімко зростає концентрація заліза, ціанідів, хлоридів, хрому, міді, кобальту, свинцю, цинку, кадмію, фенолів, нафтопродуктів.

Збитки від затоплених дніпровських -заплав, за підрахунками, становлять близько 18 млрд. доларів щорічно, тоді як прибуток від усіх шести ГЕС Дніпровського каскаду — лише 25—28 млн. доларів на рік. Не тільки загинули продуктивні заплавні біоценози — Дніпро значною мірою втратив і здатність до самоочищення.

Красуня *Десна* також потребує термінової й серйозної допомоги. Її в минулому чисті, цілющі води сьогодні не відповідають навіть третій категорії якості, й ситуація дедалі погіршується. До основних забруднювачів Десни належать Шосткинський хімкомбінат, а також підприємства Чернігова й Сум, Смоленська та Курська атомні електростанції.

Врятування Дніпра можливе лише за умови прийняття й реалізації комплексної програми національного рівня, обов'язковою складовою якої має бути система заходів для екологічного оздоровлення й відновлення малих річок, а також співробітництво з Росією й Білоруссю в цих питаннях.

Такі самі негативні явища характерні й для *Дністра*. Величезної шкоди його басейнові завдають забруднені пестицидами й нітратами стоки з полів, викиди промислових концернів «Хлорвініл» (Калуш),

«Укрцемент» (Кам'янець-Подільський), «Укрнафтохім» (Надвірна), Бурштинської ГРЕС та Ін.

Необхідно якнайшвидше розробити концепцію розвитку водного господарства України на наступне десятиріччя, провести водогосподарське екологічне районування басейнів річок.

Гостра екологічна криза охопила Азовське море. Це, без перебільшення, зона екологічної катастрофи. Ще 40—50 років тому в ньому виловлювали риби в 35 разів більше, ніж у Чорному морі, й у 12 разів більше, ніж у Балтійському. В ньому морі водилося 114 видів риби. й загальний вилов іноді перевищував 300 тис. т. Значну частину влову становили цінні осетрові породи. *Сьогодні влови знизилися в середньому в 6 разів, а виловлювання риби часом містить стільки хімікатів, що споживати її небезпечно для здоров'я.*

В Азовському морі стався також беззвучний біологічний вибух. Десятиліття тому з експериментальних кошів у море вийшла далеосхідна риба пеленгас і швидко розселилася на всій акваторії Азова. Будучи конкурентне сильнішим, пеленгас витісняє чимало аборигенних видів азовської іхтіофауни й уже став одним із основних промислових видів цього моря.

Води Азова здавна славилися цілющими властивостями. Нині ж у результаті антропогенного забруднення ці властивості втрачені. Так, іше в 1987 р. концентрація пестицидів збільшилася в 20 разів. *Сьогодні в донних відкладеннях моря зміст отрутохімікатів і важких металів у багато разів перевищує норму.*

У 70-х роках у Таганрозькій затоці було зареєстровано перші великі спалахи токсичного «цвітіння» води синьозеленими водоростями. У 80-х роках вони стали регулярними. В 1997 р. «цвітіння» спостерігалось вже на відкритих акваторіях моря й охоплювало не тільки його східну, найзабрудненішу частину, а й західну.

Різко погіршилася санітарно-епідеміологічна ситуація на узбережжі Азова. Щороку великі курортні зони періодично оголошуються закритими через невідповідність санітарно-гігієнічним нормам, спалахи особливо небезпечних інфекційних захворювань, наприклад холери.

Головні причини екологічної кризи Азова:

- хижацький вилов риби підприємствами Мінрибгоспу колишнього СРСР, який розпочався в 50-х роках способом потужного океанічного лову за допомогою величезних тралів, кошів, механічних драг. замість традиційних невеликих сіток, спеціальних снастей, невеликих баркасів, розрахованих на глибини моря 5—8 м;

- будівництво гребель і водосховищ на основних річках, що живлять море, — Дону та Кубані, й перетворення цих водосховищ на гігантські промислові відстійники;

- впровадження в басейнах стоку в море зрошувального землеробства та інтенсивних технологій впрошування рису замість вирощування традиційних культур, що призвело до перехімізації та засолення ґрунтів, забруднення вод. істотного скорочення стоку річок Дону й Кубані;

- неконтрольоване, лавиноподібне змивання пестицидів із полів сільгоспугідь і винесення їх у море водами Дону й Кубані;

- збільшення кількості неочищених викидів підприємствами хімічної та металургійної промисловості в містах Маріуполь, Ростов-на-Дону, Таганрог. Камиш-Бурун (лише один Маріуполь «постачає» Азовському басейнові 800 тис. т токсичних речовин щорічно);

- інтенсивне будівництво на узбережжі й морських косах численних пансіонатів і баз відпочинку й, як наслідок скидання в море побутових відходів і каналізаційних стоків.

Екологічна ситуація в басейні *Чорного моря* дещо краща, чому сприяють його розміри та глибина. Проте в Чорне море впадають Дніпро, Південний Буг, Дністер, Дунай, які щорічно приносять мільйони кубометрів стоків, що містять токсиканти десятків найменувань. У воді й донних відкладеннях значно підвищилася концентрація радіонуклідів. Шельф забруднюють побутові й каналізаційні стоки, супровідні індустрії туризму. Через це останнім часом десятки разів закривалися пляжі Ялти, Феодосії, Євпаторії, Алушти, Одеси. В південно-західній частині Чорного моря у зв'язку з розробкою підводних нафтогазових родовищ почалось інтенсивне забруднення води нафтопродуктами. В ньому ж регіоні дедалі частіше виникають зони замору. Величезну небезпеку становлять потужні припортові заводи та Південний порт поблизу Одеси. Тут, зокрема, виготовляються й концентруються величезні об'єми рідкого аміаку, експлуатується потужний аміакопровід Одеса—Тольятті. Ця вкрай шкідлива речовина перевозиться танкерами місткістю 50—120 тис. т. Навіть одна аварія на заводі, в порту чи на такому танкері може мати дуже тяжкі екологічні та економічні наслідки.

Через порушення регіонального гідродинамічного, гідрохімічного та теплового балансів водних мас моря поступово підвищується межа насичених сірководнем глибинних вод. Якщо раніше вона проходила на глибині 150—200 м, то тепер піднялася до 100—110 м.

Кризова ситуація розвивається в чорноморських лиманах — Дніпровське-Бузькому, Дністровському, в Каламітській і Каркінітській затоках, а в лимані-озері Сасик вона оцінюється як катастрофічна. В лиманах спостерігаються токсичні «цвітіння» синьозеленими водоростями, а з початку 80-х років як у лиманах, так і на відкритих акваторіях моря з'явилися «цвітіння», подібні до сумнозвісних «червоних припливів». У всьому світі саме це «цвітіння» вважається найшкідливішим, бо водорості, то його спричиняють, здатні виділяти у воду сакситоксин — смертельну отруту курає.

### III. Донецько-Придніпровський регіон.

Донецько-придніпровський регіон займає близько 19 % території України. Тут проживає 28 % населення країни, розташовано майже 5 тис. підприємств, серед яких — гіганти металургії, хімії, енергетики, машинобудування, гірничої, вугільної та інших галузей промисловості. Це район інтенсивного сільського господарства. Територія орних земель становить 70,4 %. причому майже три чверті ґрунтів деградує. Ґрунти надмірно забруднені не тільки пестицидами та мінеральними добривами, а й важкими металами, особливо поблизу міст у радіусі 20—25 км.

Підприємства цього регіону викидають в атмосферу більш як 70 % загального в Україні обсягу викидів оксидів вуглецю та азоту, сірчистого ангідриду, вуглеводнів. Протягом тривалого часу не вирішується проблема утилізації промислових відходів, яких у регіоні нагромадилося понад 10 млрд. т. Обладнання на заводах і фабриках майже сповна виробило свій ресурс, основні фонди підприємств зношені в середньому на 70 %. Унаслідок цього частішають аварії, що завдають шкоди довкіллю, нерідко — надто відчутної. На більшості підприємств або немає очисних споруд, або вони не діють; нові ресурсозберігаючі технології не впроваджуються за браком коштів.

Найзабрудненішими містами протягом останніх років залишаються Донецьк. Макіївка. Горлівка. Дніпропетровськ, Єнакієве, Кривий Ріг, Алчевськ, Дзержинськ (Донецька область), Краматорськ, Луганськ, Запоріжжя, Маріуполь.

*Стан природного середовища регіону можна без перебільшення назвати кризовим.* Тому необхідні здійснення комплексу природоохоронних, рекреаційних і рекультиваційних заходів, модернізація промисловості, переорієнтація ресурсо- та енергозберігаючі технології. Слід негайно розпочати утилізацію відходів.

### IV. Українське Полісся.

Перед другою світовою війною Українське Полісся було одним із найблагополучніших регіонів Європи, славалося чистими, сповненими життям лісами, річками, прекрасними озерами, грибами, рибою, дичиною, унікальними представниками рослинного й тваринного світу.

*Сьогодні Полісся — регіон із найзагрозливішою екологічною ситуацією в Україні та Європі.* Інтенсивне вирубування лісів, необґрунтовані обсяги осушення боліт і видобутку торфу, забруднення хімічними препаратами сільгоспугідь, промислові забруднення, негативні наслідки розробки гранітних кар'єрів і, насамкінець, жорстокий ядерний удар чорнобильської аварії призвели до критичного екологічного стану. В

дуже напруженому екологічному стані перебуває Київське водосховище, донні відкладення якого й біота забруднені радіонуклідами. Тому нагальне необхідні природоохоронні заходи та зміни регіональної екополітики.

На Поліссі переважає сільськогосподарський напрям, хоч окремі райони, де видобуваються корисні копалини — граніт, пісок, нафта, газ, торф, потерпають від негативного впливу гірничодобувної промисловості. Особливої шкоди завдають сотні кар'єрів, під час розробки яких відходять ґрунтові води, відчужуються великі площі ґрунтів, відбувається забруднення довкілля нафтопродуктами й газопиловими викидами (вибухові роботи).

Величезним лихом для Полісся стали науково не обґрунтовані меліорації, осушення боліт, що відігравали важливу роль регуляторів річкового стоку на значних територіях. Інтенсивне осушування на Поліссі розпочалося з 1966 р. Спочатку за рахунок знищених боліт площа сільгоспугідь збільшилася на 1,6 млн. га. Та вже до 1992 р. позитивний економічний ефект змінився на негативний — у тяжкому стані опинилися не тільки території осушених боліт, а й сільгоспугіддя в цілому: 24,4 % їхніх площ втрачають родючість через дефляцію (вітрову ерозію), 47,1 % — через підкиснення, 17,7 % — через водну ерозію.

Рівень ґрунтових вод понизився в середньому на 1—1,0 м. Близько 50 % малих річок стали жертвами необоротних змін режиму стоку, в багатьох річках істотно зменшилася кількість риби та інших гідробіонтів.

Порушилися умови відтворення представників дикої флори та фауни, різко зменшилися площі боліт, багатство болотних видів рослин і тварин, триває винищення лісів.

Жахливого за своїми наслідками удару екосистемам Полісся завдала чорнобильська катастрофа.

Останнім часом Західному Поліссю, зокрема перлині України — Шацькому національному парку, почала загрожувати нова небезпека. В Білорусі за 15 км на північ від парку розпочалося спорудження величезною Малоритського комбінату будівельних матеріалів. Один із його об'єктів — кар'єр завглибшки 35 м — спричинить загибель низки прекрасних озер цього краю. серед них — найбільшого в Україні озера Світязь (глибина до 60 м) і завдасть непоправної шкоди національному парку.

Українське Полісся також потребує уваги, вироблення програми екологічного оздоровлення та відновлення. Адже Полісся й Карпати — «легені» України.

## V. Українські Карпати.

Карпати — не тільки один із наймальовничіших куточків України. Це також один із найзначніших східноєвропейських оздоровчо-рекреаційних об'єктів, зона цінних лісових масивів, які очищують повітряний басейн над величезною частиною Східної Європи. — її «легені».

У Карпатах зосереджена третина лісових запасів України, лісистість цієї території одна з найвищих у країні ~ 53.5 %. Тут росте 2110 видів квіткових рослин (50 % генофонду судинних рослин України), багато цінних видів дерев і лікарських рослин.

Карпатські ліси опинилися перед загрозою зникнення не тільки через лісорозробки та надмірний випас худоби на більшості полонин, а й від хімічного забруднення, кислотних дощів, які йдуть і зі сходу, й із заходу, від діяльності великих промислових центрів у містах Калуш, Стебник, Надвірна, Новий Роздол, Дрогобич, Бурштин, об'єктів Чехії, Словаччини, Польщі, Румунії.

Збереження біорізноманітності Карпат — нагальна проблема. Структурні зміни в економіці регіону мають передбачити посилення рекреаційного значення Українських Карпат для населення не тільки нашої країни, а й Центральної та Східної Європи, зменшення техногенного навантаження. Надзвичайно важливе при цьому міжнародне співробітництво всіх країн Карпатського регіону.

Вельми перспективним є розвиток туризму в Карпатах, але туризму цивілізованого, з урахуванням екологічної стійкості рекреаційних зон і заповідних територій.

## VI. Причини екологічної кризи.

Отже, головні причини екологічної кризи — це демографічний вибух, виснаження природних ресурсів і дедалі активніше забруднення повітря, води й ґрунтів. Але є й інші серйозні *причини поглиблення екологічної кризи*:

- занепад духовності;
- надзвичайно низька екологічна культура цілих народів і націй;
- низький рівень екологічної освіти більшості керівних працівників та урядових чиновників практично в усіх країнах світу;
- загальне зниження морального рівня людей за останні десятиліття.

Дослідження сучасних соціологів і психологів переконливо свідчать про те, що одна з причин розвитку глобальної екологічної кризи в другій половині ХХ ст. — це *криза людського духу*. До її проявів належать:

- сплеск антисупільних настроїв, егоїзму, нігілізму, локальних і регіональних збурень у суспільстві;

- планетарна епідемія аморальності, злочинності, наркоманії, проституції, тотальної легковажності, бездумності й жадоби швидкої наживи;
- деградація особистості в різних її проявах;
- зниження культурного й духовного рівня;
- зростання корупції, проявів некомпетентності й непрофесіоналізму у вирішенні національних і міжнародних питань.

## V. Наслідки екологічної кризи.

Дефіцит води в Україні нині становить близько 4 млрд. м<sup>3</sup>. Практично всі поверхневі, ґрунтові й частково підземні води забруднені промисловими, побутовими, сільськогосподарськими стоками й за якістю не відповідають навіть чинним заниженим санітарним нормам. Гострий дефіцит якісної питної води відчувається вже не тільки в містах Криму, Донбасу, в Одесі, Львові, Харкові, а й у Києві, Житомирі, Вінниці, Херсоні, Нікополі, Запоріжжі, Дрогобичі, Білій Церкві та інших містах. Якість питних підземних вод також постійно знижується. Найбруднішими річками в Україні вважають Либідь, що протікає через Київ, і Полтаву (Львівська область).

Серед великих річок України до найзабрудненіших належать Сіверський Донець і Дністер, в які щороку скидається близько 200 млн. м<sup>3</sup> надзабруднених стоків. Крім того, Дністер опинився на межі висихання через непосильні для нього об'єми водозабору для потреб промисловості та меліорації (його стік зменшився від 6 до 3 млн. м<sup>3</sup>/рік).

Більш як 800 сіл України втратили власні джерела питної води, й тепер вона або завозиться, або подається здалеку трубопроводами. Особливо нагально ця проблема відчувається в Донбасі, Криворіжжі, Дніпропетровщині.

Виснаження земельних ресурсів. Ріллі в Україні займають більш як 90 % площі степів і лісостепів, але вони вже надто виснажені, забруднені мінеральними добривами й пестицидами. Українські чорноземи раніше становили близько 50 % їх світового банку.

Землеробству загрожує й ерозія ґрунтів: площинна (поверхневий змив) і яружна (лінійний розмив). Сьогодні ерозія значно посилюється через антропогенний фактор — поздовжня оранка схилів, застосування важкої колісної техніки. Найбільше від ерозії потерпають лісостепова й степова зони. Пилові бурі, що за останні 100 років виникали в лісостеповій зоні України 23 рази, а протягом останніх 40 років — 16 разів, забрали мільйони тонн родючих земель у Луганській, Донецькій, Запорізькій, Дніпропетровській, Херсонській областях і в Криму. В 1960 р. пилові бурі охопили весь південь України, де уражено близько 5 млн. га ґрунтів. При

цьому в Криму, Запорізькій і Херсонській областях на площі близько 5 тис. га були цілковито знищені посіви.

Через перехімізацію сільського господарства, що призвела до нагромадження в ґрунтах України, продуктах харчування й воді хімічних речовин, шкідливих для здоров'я людей і біоти, зменшуються й рекреаційні ресурси: зони відпочинку та курорти почали втрачати свої рекреаційні та оздоровчі властивості. Це особливо гостро відчувається в південних районах — Приазов'ї, Одеській області, Криму, де зосереджено близько 30 % усього курортно-рекреаційного фонду нашої країни.

Активізація екзогенних геологічних процесів. Останнім часом в Україні активізувалися екзогенні геологічні процеси — зсуви, селі, змиви, ерозія поверхні, карстоутворення, яругоутворення, засолення ґрунтів, суфозія, спровоковані людською діяльністю (будівництво різноманітних об'єктів, шляхів, видобуток корисних копалин, підтоплення території). На окремих ділянках (високі береги водосховищ на Дніпрі, узбережжя Чорного моря в Одеській області, Південний берег Криму) ці процеси прискорилися більш як у 2—3 рази.

Майже на 70 % території України значно знизилася сейсмостійкість ґрунтів і порід, особливо на півдні, в Донбасі, Прикарпатті, що спричинилося появою тисяч свердловин, шахт, кар'єрів. Неприятлива інженерно-сейсмічна обстановка склалася й у районі Чорнобильської АЕС, де через комплекс природних і техногенних факторів зниження сейсмостійкості максимальне. Це саме характерне й для району Рівненської АЕС, де спостерігаються процеси карстоутворення й підтоплення. Техногенні фактори в межах зон впливу цих АЕС можуть підсилити землетрус на 1—1,5 бала, тобто довести його силу до 5—7 балів.

Зниження біорізноманітності й біопродуктивності. За останні 100 років людська діяльність завдала величезної шкоди тваринному й рослинному світові України. Тільки в передвоєнні роки на Донеччині і у Криму зникло більш як 40 видів рослин, у Карпатах — 20. До Червоної книги України занесено близько 700 видів тварин і рослин, яким загрожує вимирання чи знищення.

Україна підписала Конвенцію про біорізноманітність (Ріо-де-Жанейро, 1992р.). Виконанню вимог цієї Конвенції має сприяти Закон України про охорону навколишнього природного середовища (1991 Р.). Для збереження біорізноманітності дуже важливі прийняття законів про охорону тваринного й рослинного світу, а також робота комісії з Червоної книги України.

Охорона окремих видів рослин і найважливіша складова охорони довкілля. Важко відділити охорону рослин і тварин, чи, в широкому розумінні, генофонду природної флори й фауни від проблем охорони природи загалом. При Міністерстві охорони навколишнього природного

середовища та ядерної безпеки України постійно діє комісія з Червоної книги, яка на підставі пропозицій учених вносить у неї доповнення та зміни. Верховна Рада України розробила й затвердила Положення про Червону книгу України. Дані, наведені в Червоній книзі, уточнюються в процесі так званих кадастрових робіт, тобто цілеспрямованих досліджень поширення й чисельності окремих видів рослин і тварин. Зазначене Міністерство розробляє наукові засади охорони й відтворення рідкісних видів рослин і тих, що зникають, а також створює комп'ютерну базу даних про види рослин і тварин, занесені до Червоної книги України.

Демографічна криза й зростання захворюваності населення.

Сьогодні в Україні швидко розвивається демографічна криза.

Медико-генетичними дослідженнями встановлено, що через тривале забруднення довкілля в популяції зростає кількість успадкованих генетичних аномалій. Відомо, що коли ця кількість досягає 30 %, то, згідно з біологічними законами, нація починає зникати. А в Донецько-Придніпровському регіоні цей показник уже становить 19—24 %.

Коли забруднення атмосфери в 1,2-1,5 рази перевищує санітарно-гігієнічні норми, починаються захворювання імунної системи. Сьогодні в Україні налічується близько 1700 небезпечних джерел забруднення атмосфери, з них 1000 — особливо небезпечні хімічні підприємства.

**☑Резюме**

- Україна має вигідне географічне положення.
- В Україні налічується 73 тис. водостоків.
- На території України найродючіші ґрунти (від 3-7% гумусного шару) – чорноземи.
- Україна багата на мінеральну сировину.
- Причини екологічної кризи: занепад духовності, низька екологічна культура і освіта, зниження морального рівня людей.
- Наслідки екологічної кризи в Україні: дефіцит води, виснаження земельних ресурсів, активізація екзогенних геологічних процесів, зниження біорізноманітності і біопродуктивності, демографічна криза й зростання захворювання населення.

**☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення.**

1. Назвіть причини поглиблення екологічної кризи?
2. Назвіть найнебезпечніші, на вашу думку, наслідки екологічної кризи, що вразила Україну?
3. В якому стані перебувають водні та земельні ресурси України?
4. Де в Україні найсильніше розвинуті екзогенні геологічні процеси?
5. Яка середня тривалість життя населення України й чим це зумовлене?
6. У чому полягає екологічна проблема Дніпра і яке це має значення для України?
7. Поясніть чим зумовлений сучасний кризовий екологічний стан Чорного та Азовського Морів?
8. Як ви вважаєте чи можливо відновити екосистеми Дніпра та інших річок України?
9. Які види людської діяльності призвели до різкого погіршення екологічної ситуації в Донбасі та Придніпров'ї?
10. Назвіть найзабрудненіші міста Середнього Придніпров'я?
11. Як можна схарактеризувати стан природного середовища в Донецько-Придніпровському регіоні?
12. Назвіть головні причини розвитку напруженої екологічної ситуації на Українському Поліссі?
13. Які наслідки осушення поліських боліт?
14. Запропонуйте свою програму екологічного оздоровлення Полісся.
15. Яка екологічна роль Карпатського регіону?
16. Як можна схарактеризувати екологічну ситуацію в Українських Карпатах?
17. Назвіть види людської діяльності – найсприятливіші та найперспективніші, на вашу думку, для Карпат?

**☑Теми рефератів, доповідей.**

1. Екологічна ситуація на Житомирщині.
2. Програма екологічного оздоровлення Полісся.
3. Екологічна криза: причини наслідки.
4. Проблеми Азовського і Чорного морів.
5. Причини і наслідки забруднення річок України.
6. Екологічно найчистіші райони України, причини цього стану.
7. Екологічна ситуація на Україні.

### Тема 3.2

## «Наслідки Аварії на ЧАЕС»

#### **План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Радіоактивне забруднення ґрунтів.
- II. Радіоактивне забруднення вод.
- III. Наслідки Чорнобильської аварії для здоров'я нашого народу.

#### **Суттєво:**

Після вивчення матеріалу ви повинні:

#### Знати:

- масштаби Чорнобильської катастрофи;
- наслідки Чорнобильської катастрофи.

#### Вміти:

- показати на карті райони, які найбільше потерпіли від аварії на ЧАЕС;
- наводити приклади радіоактивного забруднення водних об'єктів України.

#### Ключові екологічні поняття та терміни:

- радіоактивне забруднення ґрунтів, води;
- колективна доза опромінення;
- могильник;
- саркофаг;
- радіоактивний фон.

### I. Радіоактивне забруднення ґрунтів.

Радіоактивне забруднення ґрунтів. Територія із сильним радіоактивним забрудненням ґрунту становить 5 млн. га й охоплює 32 райони шести областей України. Більша частина цих ґрунтів припадає на сільськогосподарські угіддя. Радіонуклідами забруднено також 1.5 млн. і а лісу. На територіях із забрудненням цезієм-137 більш як 45 Кі на 1 км проживає понад 15 тис. чоловік, 15—45 Кі — близько 46 тис.. 5—15 Кі — ще 150 тис. Близько 1,5 млн. чоловік проживає на території, де радіоактивний фон перевищує допустимі норми (Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Чернівецька, Кіровоградська, Івано-Франківська області). Дезактиваційні роботи, на які в 1986-1989 рр. були витрачені мільйони, бажаних результатів не дали.

### II. Радіоактивне забруднення вод.

У водах Прип'яті, Дніпра та його водосховищ (особливо в Київському) різко зросла концентрація радіонуклідів. Навіть через 6 років після аварії вона була в 10—100 разів вищою, ніж до неї, а в донних осадах, особливо мулах, багатих на органіку, нагромадилася величезна кількість радіоактивних відходів.

Велику небезпеку криють у собі приблизно 1000 тимчасових могильників навколо АЕС, в яких міститься 40 млн. м<sup>3</sup> твердих відходів загальною радіоактивністю більш як 200 000 Кі. Не менш небезпечний і «саркофаг» над згорілим четвертим енергоблоком ЧАЕС. Там іще залишилася величезна кількість радіоактивних речовин. Надійність ізоляції цих речовин аж ніяк не гарантована. Могильники вже сьогодні протікають, «саркофаг» із роками стає дедалі радіоактивнішим, конструкції його просідають і деформуються.

### III. Наслідки Чорнобильської аварії для здоров'я нашого народу.

стали й залишатимуться важким тягарем для нас і, як мінімум, для кількох наступних поколінь. Колективна доза опромінення лише в момент ліквідації аварії становила 200 млн. людино-бер. «Віддалені» наслідки вже даються взнаки: • в Житомирській і Київській областях, так само як і в Білорусі, значно збільшилася кількість випадків народження мертвих, недоношених і вроджено хворих дітей; • у 2,5—3 рази зросла кількість випадків серйозних ускладнень вагітності; • мутації почастішали з 4 до Ю %, і навіть якби вдалося негайно призупинити мутагенний вплив радіації,



для зниження рівня мутацій до природного фону треба, щоб змінилося не менш як три покоління людей; • загрозово наростають кількість випадків онкологічних захворювань і смертність.

У 1990 р. експертна комісія при Держплані колишнього СРСР попередньо оцінила збитки, спричинені катастрофою на ЧАЕС, у 250 млрд. руб. Реальні ж збитки визначити поки що важко.

**Резюме**

- На чорнобильській аварії — найбільшій техногенній катастрофі в історії людства - необхідно акцентувати особливу увагу.
- Жодна катастрофа ХХ сторіччя не мала таких тяжких екологічних наслідків, як чорнобильська. Це трагедія не регіонального, навіть не національного, а глобального масштабу.
- Вже загинуло більш як 50 тис. чоловік із 100 тис., які брали участь у ліквідації наслідків аварії в перший рік. Підірвано здоров'я сотень тисяч людей. Забруднені мільйони гектарів ґрунтів. У водосховищах осіли десятки мільйонів тонн радіоактивного мулу. І це тільки відомі на сьогодні наслідки.

**Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Як оцінюються масштаби чорнобильської катастрофи?
2. Покажіть на карті райони, які найбільше потерпіли від аварії на ЧАЕС?
3. Наведіть приклади радіоактивного забруднення водних об'єктів України?
4. Які наслідки чорнобильської катастрофи для здоров'я українського народу?

**Теми рефератів, доповідей.**

1. Аварія на ЧАЕС – найбільша катастрофа ХХ століття.
2. Наслідки аварії на ЧАЕС для здоров'я нашого народу.
3. Радіоактивне забруднення водних об'єктів.

Тема 4.1**«Філософсько-екологічна методологія збереження  
життя на землі»****План викладу і засвоєння матеріалу**

1. Основні положення нової екологічної філософії.
2. Основні відмінності старої і нової філософії життя.

**Суттєво:**

Знати:

- основні принципи нової екологічної філософії;
- термін „екостійкий розвиток”.

Вміти:

- виявити основні відмінності старої і нової філософії.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- нова екологічна освіта;
- екостійкий розвиток;
- стара філософія життя.

І. Основні положення нової екологічної філософії.

*Очевидно, що стиль сучасного людського буття хибний, і його неодмінно треба змінити, якщо ми хочемо зберегти біосферу й вижити. А оскільки стиль життя визначається мораллю, якої дотримується суспільство, то настав час установити нові моральні принципи й критерії, що відповідають сучасним вимогам до взаємовідносин Природи й світового співтовариства людей, і керуватися ними в своїх діях у ХХІ ст.*

Люди повинні зрозуміти, що хоч би яким був варіант стратегії виживання, вони мусять узяти на себе надскладні зобов'язання перед собою, перед своїми близькими, розробити й поступово реалізовувати цілий ланцюжок самообмежень. Ці потрібні обмеження, що мають утверджуватися в нашому житті, вплинуть на формування нового характеру майбутньої цивілізації, на структуру відносин між окремими людьми, цілими народами й країнами. Ця нова — назовемо її екологічною — філософія так глибоко відрізнятиметься від нашої сучасної філософії, як мораль первісних племен від моралі суспільства ХХ ст.

*Підвалинами нової моралі, нової — екологічної — філософії мають бути:*

- ідея коеволюції (розумного співіснування) біосфери й техносфери;
- планетарний, загальнолюдський підхід до вирішення земних соціально-економічних (передусім енергетичних) та екологічних проблем;
- ідея універсалізму — глобальної й космічної взаємозалежності всіх процесів;
- ідея необхідності самообмежень, підказаних екологічними законами й досвідом попереднього розвитку;
- ідея оптимального використання всіх ресурсів Землі на основі впровадження нових ресурсозберігаючих і маловідходних технологій та міжнародної глобальної експертної оцінки цих ресурсів;
- ідея збереження й примноження біорізноманітності;
- консолідація людства під прапором об'єктивного знання, перетворення науки, особливо екології, на керівний інструмент;
- тотальна екологізація життя людей, перехід від сервотехнології (небезпечної для довкілля) до екотехнології.

Спеціалісти підраховали: серед усіх джерел енергії відновлювані становлять лише 10 %. Отже, для того, щоб за сучасного рівня розвитку технологій людство «вписалося» в природний кругообіг речовин та енергії, воно мусить зменшити свої потреби мінімум у 10 разів. Учені вважають, що зменшити в 10 разів загальне енергоспоживання за рахунок будь-яких нових науково-технічних рішень у найближчі десятиліття — мета нереальна. Тому на порядку денному залишається вирішення демографічної проблеми, свідоме регулювання росту чисельності

населення з урахуванням можливостей біосфери. Саме з проблемою перенаселення нашої планети пов'язані решта екологічних проблем — перевиснаження ресурсів, перевиробництво, перезабруднення довкілля.

Оптимальною вважається така кількість населення Землі, яку можна без шкоди для біосфери забезпечити енергією, достатньою для подальшого прогресу й нормального існування в коеволюції з Природою.

Важливими факторами для суспільства майбутнього мають стати: зміцнення демократичних основ, самоуправління; залучення широких мас населення для прийняття рішень; загальна глибока екологічна освіта суспільства. Нова — екологічна — філософія має згуртувати, об'єднати не лише «зелених» у різних куточках планети, а й усіх людей Землі для подолання нашого спільного лиха — глобальної екологічної кризи. Ця філософія має допомогти формуванню нового планетарного братства, здатного до самообмежень, самодисципліни, співробітництва, взаєморозуміння та взаємодопомоги.

Стрижнем програми дій людства може стати програма, яка викладена в документах Міжнародної екологічної конференції, що відбулася 1992 р. в Ріо-де-Жанейро (Бразилія), відкоригована й доповнена останніми роками. Реалізовувати її доведеться в епоху, коли перед людським суспільством виникла ціла низка більш складних і масштабних, ніж раніше, проблем, здатних поставити його на межу загибелі, якщо ці проблеми вирішуватимуться недостатньо оперативно й ефективно. Склалася ситуація, за якої лише об'єднання всіх націй і народів на гранично демократичній основі дасть змогу досягти глобальної екологічної безпеки.

Об'єднанню народів для вирішення основної проблеми — екологічної — мають допомогти й усі релігії світу за умови їхньої коректної трансформації відповідно до змін життя на Землі. Як зазначає видатний еколог XX ст. М. Ф. Реймерс, десять біблійних заповідей у сучасній інтерпретації мусять знати кожен, і кожен зобов'язаний дотримуватися їх. У випадку ігнорування цих заповідей слід уводити жорсткі санкції. Розбещеності, свавілля, егоцентризму, волюнтаризму й консерватизму треба негайно покласти край, бо світ надто слабкий, аби вистояти за таких проявів у суспільстві.

## **II. Основні відмінності старої і нової філософії життя.**

Нова — екологічна — філософія, на відміну від старої — антиекологічної, має навчити нас поважати Природу, Землю, все живе на ній, навчити так співіснувати в біосфері, щоб життя на планеті тривало й розквітало.

*Стара — антиекологічна — філософія*

- Людина — особливий вид у царстві біорізноманітності на Землі, вона відокремилася від Природи, вона піднеслася над Природою, вона може панувати над Природою й управляти її процесами. Природу треба перемогти.
- Природа багата, її ресурси безмежні, тому, вичерпавши потрібне нам в одному місці, можемо переміститися в інше й продовжувати брати стільки, скільки хочеш (чи можеш), при цьому зі 100 % природної речовини, що видобувається, споживаючи близько 2 %, а викидаючи — 98%.
- Життя людей можна поліпшити, постійно накопичуючи матеріальні блага й нарощуючи прибутки завдяки технічному прогресові.
- У жорсткій конкуренції й жорстокій боротьбі за життєві блага виживає найсильніший. У боротьбі всі засоби прийнятні. І люди, й країни поділяються на бідних і багатих, а між ними — прірва відчуженості. Конфронтація — основний метод вирішення політичних проблем і спосіб збагачення одних за рахунок інших.
- Дотримуватися в нашому житті правил поведінки й найкращих традицій, що їх виробило людство, йти за біблійними заповідями — не обов'язково. Висока мораль — не головне, мета виправдовує засоби.
- Нові технології допоможуть нам вирішити всі проблеми. Екологізація техніки допоможе подолати екологічні проблеми.
- Відходи — неприємний продукт будь-якої людської діяльності, але вони неминучі. Їх можна накопичувати й поволі утилізувати.

*Нова — екологічна філософія*

- Природа була й завжди буде сильнішою за людину, бо вона її породила. Людина — невід'ємна частина, «деталь» Природи, Всесвіту, й у своєму житті вона повинна керуватись їхніми Законами, зважати на всі елементи довкілля. Всі живі істоти біосфери — рівноправні мешканці нашої спільної домівки — Землі. Ми маємо розумно співпрацювати з Природою, поважати її Закони.
- Природні ресурси обмежені й вичерпні. Потрібно провести їх інвентаризацію в усьому світі й перейти до глобальної політики збереження та оптимального використання. Слід увести компенсацію витрат на відтворення або відшкодування природних ресурсів, розробити наддовгочасну стратегію природокористування, запровадити квоти використання ресурсів для кожної держави, регіону й світу в цілому, а також відповідний міжнародний контроль за цим. Ми живемо на Землі, маленькому космічному тілі, й ніщо в ньому не може бути нескінченним.
- Життєва цінність — не в сумі наших спільних Банківських рахунків. Мільйон магнітофонів не замінять шматка хліба голодному, мільярд телевізорів не врятують від спраги, тисяча автомобілів не дадуть

- ковтка повітря тому, хто задихається; померти під купою досягнень технічного прогресу — доля убогих духом, жадібних і дурних.
- Не протиборство, а взаємодопомога — основа існування життя на Землі. Тільки спільними зусиллями можна досягти благополуччя. Голодний світ — небезпечний і нестійкий. Лише задоволення основних потреб кожної людини може бути гарантією благополуччя всіх людей на планеті.
  - Норма життя кожної людини — дотримання десяти біблійних заповідей у сучасній інтерпретації; норма поведінки — доброзичливість, співчутливість, співпереживання; достоїнства, до яких слід прагнути, — душевна краса, гармонія, чесність, честь, висока моральність. Соціальний розвиток має базуватися на свободі й гуманізмі.
  - Тільки розумно поєднуючи нові технології із зусиллями кожної людини у вирішенні природоохоронних проблем можна вийти з кризи. Застосовувані нині основні способи екологізації техніки (спорудження очисних об'єктів, які нейтралізують забруднення, тощо) — екологічно неефективні й економічно недоцільні. Виробництва мають будуватися згідно із законами саморегулюючих систем і з законами системної цілісності за аналогією з природними біогеоценозами та біосферою (різноманітність видів — важлива передумова забезпечення замкненості технологічних процесів використання речовини; суспільне виробництво має підпорядковуватися принципіві кругообігу речовини). Виробничі процеси мають розвиватися за біологічними принципами; слід переходити до промислового фотосинтезу.
  - Відходів, які не можна утилізувати, не повинно бути взагалі, як у Природі, де відходи одних організмів слугують ресурсами для інших. Слід розвивати безмашинне виробництво, що не дає шкідливих відходів. Необхідно переходити до використання нових видів енергії, безпечних для довкілля.

#### ☑Резюме

- В наш час потрібно установити нові моральні принципи й критерії, що відповідають сучасним вимогам до взаємовідносин природи і світового співтовариства людей.
- Нова екологічна філософія, на відміну від старої антиекологічної має навчити нас поважати природу, землю, все живе на ній, навчити так співіснувати в біосфері, щоб життя на планеті тривало і розквітало.

#### ☑Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Основні положення нової екологічної філософії?
2. Що таке екостійкий розвиток суспільства?
3. Основні відмінності старої і нової філософії життя?

#### ☑Теми рефератів, доповідей.

1. Проблема взаємозв'язку суспільства і природи.
2. Нове екологічне мислення.

## Тема 4.2

### «Екологія людини»

#### ✓План викладу і засвоєння матеріалу

1. Здоров'я як інтегральний показник багатовимірної екологічної ніші.
2. Здоров'я та його критерії.
3. Реакції організму людини на вплив факторів середовища.
4. Здоров'я української нації.

#### ✓Суттєво:

Знати:

- критерії здоров'я;
- що таке здоров'я;
- реакції організму на вплив факторів середовища.

Вміти:

- дати загальну характеристику здоров'я української нації;
- охарактеризувати такі терміни: смертність, народжуваність, середня тривалість життя, захворюваність.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- здоров'я;
- смертність;
- народжуваність;
- тривалість життя;
- демографічні показники;
- захворюваність;
- отруєння(токсикози);
- алергічні реакції(алергії);
- злоякісні пухлини;
- спадкові хвороби;
- уроджені аномалії.

## І. Здоров'я як інтегральний показник багатовимірної екологічної ніші.

Людина, як і всякий інший вид, є частиною природи й займає свою певну екологічну нішу. Ця ніша має три аспекти — ніша місця, трофічна й багатовимірні ніші.

Сьогодні людство цілком реалізувало *нішу місця*, воно заселило всі придатні біотопи на планеті — всі континенти й усі наземні біоми. Зараз ми прагнемо розширити цю нішу: створюються проекти заселення Світового океану, на Північному полюсі роками працюють дрейфуючі станції, розростаються поселення в Антарктиді. Людина намагається заселити навіть відкритий Космос. У планетарному масштабі для виду *Homo sapiens* уже не існує природних меж: річки, гори, океани, які десятиками тисяч років слугували перешкодами для розселення інших видів, людина долає за лічені години й хвилини.

У *трофічному аспекті* людство також прогресує. Хоч, як і десятки тисяч років тому, людина стосовно інших ланок трофічного ланцюга виступає або травоядним, або м'ясоїдним консументом, її меню істотно змінилося. Протягом більшої частини своєї історії людство добувало майже 98 % їжі за рахунок розведення менше ніж 40 видів рослин і 8 видів тварин. Проте лише за останні 50 років розпочато промислове розведення кількох десятків видів риби, введено в агрокультуру близько 250 видів вищих рослин, розроблено технології промислового вирощування близько 50 видів морських макроскопічних водоростей, понад 10 видів їстівних грибів. Частка цих «нетрадиційних» об'єктів у раціоні людини вже перевищує 10 % і продовжує зростати.

Отже, навіть без пильного аналізу видно: сучасна людина постійно розширює свою нішу місця й трофічну нішу. Та, згідно з четвертим законом Б. Коммонера, за все треба платити. І ми вже платимо — зменшенням нашої багатовимірної ніші.

Шляхи реалізації *багатовимірної ніші* неочевидні — вони пов'язані з генетичним потенціалом людини та взаємодією її з довкіллям. Сучасна молекулярна біологія й генетика інтенсивно намагаються взяти генотип під контроль людини. Зокрема, вже створено, відпрацьовано й перевірено на тваринах методики штучного, вегетативного розмноження людини — так зване *планування*, до 2005 р. планується розшифрувати нуклеотидні послідовності всіх генів людини (міжнародна програма «Геном людини»), розробити методики вбудовування будь-якого природного чи штучного гена в будь-яку еукаріотичну клітину, в тому числі й людську (сьогодні генна інженерія успішно здійснюється на прокаріотичних клітинах, є позитивні результати також стосовно рослин). Більше того, на початку 90-х років відкрито ген, який після досягнення певного віку «вмикає» в

організмі процеси швидкого старіння й смерті, — так званий *ген-кіллер*, *ген-самовбивця*. А вже 1997 р. було розроблено й успішно випробувано на тваринах методики його блокування. Людина дістала засіб досягнення біологічного безсмертя. Та запобігти смерті від хвороб, агресивного впливу на організм умов зовнішнього середовища, випадкових причин люди неспроможні.

Сьогодні, попри всі успіхи, людина ще не навчилася спрямовано змінювати свій генотип, і тому границі його стійкості проти різних факторів середовища залишилися майже такими самими. Наприклад, як і десятки тисяч років тому, оптимальними для людини вважаються: температура повітря 18-35 °С, атмосферний тиск 80-150 кПа, рН питної води 5,5—8,0, вміст у ній нітратів 2—15 мг/л. Проте дедалі менше стає біотопів, де ці фактори перебувають у зоні оптимуму людини: води з низьким умістом нітратів та оптимальним рН дуже багато в тундрі чи у високогір'ях, однак температура, а в горах і тиск, виходять за границі оптимуму. І навпаки, на рівнині, де й тиск, і температура оптимальні, вода все частіше забруднюється нітратами. Незважаючи на це, люди живуть і на рівнині, й у горах. Тут вступає в дію принцип лімітуючих факторів: якщо хоч один із них виходить за границі діапазону толерантності, він стає обмежувальним. Коли значення такого фактора ще не досягло летальної границі, але вже вийшло із зони оптимуму, організм відчуває фізіологічний стрес. У нашому прикладі: в гірських районах — це гірська хвороба, а на рівнині за підвищеного вмісту у воді нітратів — загальна квалість і депресія. Такий стан відображає невідповідність багатовимірних ніш і в горах, і на рівнині зонам оптимуму людини, принаймні стосовно деяких екологічних факторів.

На людину, як і на всяку істоту, конкретний фактор впливає не сам по собі, а у взаємодії з іншими, й залежно від характеру цієї взаємодії діапазон толерантності може змінюватися. Наприклад, за відносної вологості повітря 30 % температура повітря 28 °С відповідає зоні оптимуму. Але за вологості 70 % ця сама температура виходить за границі оптимуму й потрапляє в зону песимуму: пришвидшується дихання, з'являються відчуття жару й ядухи, пригніченість, людина може знепритомніти.

Отже, здоров'я — один із узагальнювальних показників ступеня оптимальності багатовимірної ніші. Здебільшого (точніше — майже завжди) ми не знаємо, який із факторів середовища в даний момент є лімітуючим, але якщо здоров'я популяції, нації чи людства в цілому погіршується, виходить наша багатовимірна ніша стала меншою. Масштаби зміни здоров'я дають змогу оцінити й масштаб дії лімітуючого фактора: чи впливає він лише на окрему популяцію, чи діє в окремому районі, чи є загальнопланетарним.

## II. Здоров'я та його критерії.

Від часів Гіппократа здоров'я визначалось як відсутність хвороб, як стан організму, за якого він здатний повноцінно виконувати свої функції. Здоров'я в такому розумінні — об'єкт медицини. Лікар-практик завжди працює з конкретною людиною. Вивчаючи стан здоров'я пацієнта, лікар визначає, чи є в нього хронічні захворювання, аналізує функціональний стан його органів і систем, індивідуальну опірність, психічний і фізичний розвиток і за результатами обстеження приймає конкретне рішення про лікування, призначає ліки й процедури, а також лікувальний режим.

Здоров'я як популяційна категорія. Залежність здоров'я від спадковості та факторів зовнішнього середовища — основний аспект проблеми здоров'я людей на популяційному рівні. В цьому разі об'єктом дослідження виступає не окрема особа, а популяція чи сукупність популяцій — етнічна група, нація, людство в цілому. Здоров'я на популяційному рівні

— це більш загальна категорія, оскільки те, що стосується популяції, обов'язково проявляється й на конкретних індивідах.

Наприклад, у деяких районах Полісся й Західної України поширене захворювання ендемічний зоб, від якого потерпає близько півмільйона людей. Причина цього захворювання — дефіцит йоду в питній воді та високий вміст у ній гумінових кислот. У кожному конкретному випадку лікар призначає препарати, що містять йод, або навіть може направити пацієнта на операцію. Проте на популяційному рівні є дієвіший спосіб боротьби із захворюванням — корекція мінерального складу питної води чи їжі додаванням необхідної кількості йоду. Ця процедура поширюється відразу на всю популяцію й має не лише лікувальний, а й профілактичний характер. Так, у січні 1998р. Кабінет Міністрів України ухвалив постанову про йодування кухонної солі, яка надходить у продаж. Зрозуміло, що окремому лікареві-практику такий спосіб лікування недоступний.

Проблемою здоров'я людини на популяційному рівні опікується одна з нових галузей екології — *медична екологія*.

У медичній екології, як і в популяційній екології в цілому, основними показниками стану популяцій людини вважаються *статистичні*. Визначаючи здоров'я популяції, медики-екологи аналізують передусім народжуваність і смертність, тривалість життя, захворюваність та її структуру, працездатність, психологічні показники, наприклад задоволеність життям.

*Демографічні показники* (тривалість життя, співвідношення народжуваності й смертності) дають змогу оцінити загальний стан популяції. Загальний напрям процесів, які визначають смертність у популяції, можна оцінити за допомогою кривих виживання. Для цього ж використовують дані

про вікову структуру популяції. Характер кривих у цьому разі інтерпретується подібно до характеру кривих виживання.

Проте екологічно найінформативнішими є захворюваність та її структура. *Захворюваність* відображає ступінь пристосованості популяції до умов середовища, а *структура захворюваності* — питому вагу кожного захворювання в їхній загальній кількості.

Знання захворюваності та її структури, причин захворювань, умов середовища, через які ці три причини виникають, дає людині потужний інструмент захисту своєї популяції й кожної конкретної особи від впливу несприятливих факторів середовища.

### III. Реакції організму людини на вплив факторів середовища.

У межах діапазону толерантності людина пристосовується до умов довкілля завдяки численним захисним і пристосувальним (адаптивним) реакціям організму, головні з яких: підтримання сталості властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз), регенераційні процеси, імунітет, регуляція обміну речовин тощо. В межах оптимуму ці реакції забезпечують найефективніше функціонування, високу працездатність, ефективне відновлення. Та в разі переходу якого-небудь фактора в зону песимуму ефективність окремих адаптивних систем знижується або пристосувальна здатність взагалі втрачається. В організмі починаються патологічні зміни, що свідчить про певне захворювання. Патологічний стан під впливом несприятливих факторів середовища проявляється найчастіше в отруєннях (токсикозах), алергічних реакціях, злоякісних пухлинах, спадкових хворобах, уроджених аномаліях.

Отруєння (токсикози) — одна з найпоширеніших реакцій організму на вплив антропогенних факторів. Отруєння розвиваються внаслідок надходження в організм у небезпечних концентраціях тих чи інших речовин-*токсикантів*. Кількість їх у довкіллі не можна обчислити, бо відповідно до концепції лімітуючих факторів будь-яка речовина в певних дозах може стати токсичною. Однак за частотою захворювань можна виокремити найпоширеніші сьогодні токсиканти: отрутохімікати, нітрати, важкі метали, численні промислові й побутові хімічні речовини.

Алергічні реакції (алергії) стали «візитною карткою» людського суспільства XX ст. Алергія — це стан підвищеної чутливості організму до певних речовин — *алергенів*. Унаслідок контакту з алергеном знижується імунітет організму й можуть розвинути різні захворювання, насамперед дерматит (запалення шкіри), бронхіальна астма, сінна пропасниця, набряки, ураження слизових оболонок внутрішніх органів. Як правило, припинення контактів з алергеном веде до видужання. Алергенами можуть

бути шерсть тварин, пір'я, лікарські засоби, продукти харчування, численні речовини природного й штучного походження, побутова хімія. Кількість алергенів постійно зростає пропорційно кількості нових речовин, які людина залучає у свій побут чи використовує у виробництві.

Злоякісні пухлини — це велика група захворювань, одне з них — рак. Такі пухлини характеризуються необмеженим ростом, не контролюються гормонами й нервовою системою, здатні утворювати метастази — нові пухлини на здорових тканинах і здебільшого призводять до летального (смертельного) кінця. Речовини, що сприяють розвитку злоякісних пухлин, називають *канцерогенами*. Найпоширеніші канцерогени — бензопірени, бензол, фенольні сполуки, вінілхлорид, сажа, смоли, мінеральне масло. Наприклад, бензопірен, що виділяється з тютюну під час паління, переробки нафтопродуктів, викидається в атмосферу з автомобільними вихлопами, сприяє розвитку раку легенів, бензол і феноли — лейкозу, вінілхлорид — раку печінки, сажа, смоли, мінеральне масло — раку шкіри. Сьогодні відомо близько 60 хімічних канцерогенів і 2 фізичних — ультрафіолетове випромінювання та іонізуюча радіація. До канцерогенів належать також деякі віруси.

Спадкові хвороби пов'язані з виникненням мутацій, тобто ушкодженнями ДНК чи хромосом. Генетичні ушкодження зазвичай успадковуються лише тоді, коли мутація відбувалася в статевих клітинах. Такі мутації спричинюють безплідність, призводять до народження мертвих дітей, дітей із фізичними чи розумовими вадами. Фактори, які викликають мутації, називають *мутагенами*. Переважна більшість канцерогенів також мають мутагенні властивості.

Уроджені аномалії виникають унаслідок впливу факторів, які порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності. Такі фактори називають *тератогенами*. Майже всі канцерогени й багато токсикантів мають тератогенні властивості. Серед тератогенів найвідомішим є нікотин. У жінки, яка палить чи навіть пасивно вдихає тютюновий дим, нікотин постійно нагромаджується й концентрується в яйцеклітині. Після запліднення яйцеклітини нікотин порушує нормальний розвиток плоду. Тому вчені вважають, що жінка-курець практично не має шансів народити здорового малюка.

### IV. Здоров'я української нації.

Сумарний вплив усіх розглянутих вище факторів відбивається в сучасному стані здоров'я націй та окремих популяцій. За даними Міністерства охорони здоров'я України, останнім десятиріччям у нашій країні простежується поступове підвищення рівня поширення захворювань. За період з 1980 р. здоров'я нації погіршилося майже на 30

%. Збільшується кількість випадків захворювань шкіри, системи кровообігу, органів травлення. Наприклад, тільки за період з 1980 по 1992 р. захворюваність на стенокардію зросла майже в 9 разів, на інфаркт міокарда — в 2,5 рази, на виразку шлунка й дванадцятипалої кишки — в 2 рази. Як правило, ці захворювання пов'язані з психічними стресами та умовами середовища. Простежується тривожна тенденція почастищення випадків захворювань на туберкульоз, хронічні бронхіти й бронхіальну астму. Суттєво ускладнилась епідеміологічна ситуація — досить згадати закриті влітку численні морські курорти.

Частішають випадки народження дітей з уродженими аномаліями — лише на початку 90-х років кількість таких випадків зросла майже на чверть, а протягом останнього десятиліття — майже в 3 рази.

У 90-х роках поступово знижувалася народжуваність. Якщо в 60—70-х роках вона становила 14—16 дітей на 1000 чоловік населення, то в 90-х — менш як 10. У 1997 р. розпочався процес, безпрецедентний для мирного часу: смертність стала переважати над народжуваністю. Відтоді населення нашої країни почало скорочуватися: в 1991 р. — приблизно на 40 тис. чоловік, у 1993 — на 180 тис., у 1996 — майже на 300 тис., у 1998 — більш як на 500 тис. За результатами опитувань, сьогодні близько третини молодих сімей не бажають мати дітей через страх перед несприятливими генетичними наслідками, пов'язаними з радіоактивним забрудненням після аварії на ЧАЕС.

Скорочується також тривалість життя: з 1987 р. середня тривалість життя чоловіків зменшилася більш як на 3 роки, жінок — на 2 роки. Аналіз смертності показує, що головні її причини — захворювання системи кровообігу (25—30 % випадків), злоякісні пухлини (20—30%), отруєння, травми та нещасні випадки (23—34%).

Навіть ці факти свідчать про критичний стан здоров'я населення України, про загрозу існуванню всієї нації. Ця ситуація зумовлена цілим комплексом факторів, і, як свідчать дані про рівень популяційного здоров'я, екологічні проблеми посідають серед них аж ніяк не останнє місце.

### Резюме

- Здоров'я — це стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя людини.
- Показники здоров'я: народжуваність, смертність, тривалість життя, захворюваність, працездатність, психологічні показники.
- Реакції організму людини на вплив факторів середовища: отруєння, алергії, злоякісні пухлини, спадкові хвороби, вроджені аномалії.
- Захисні і пристосувальні реакції організму: гомеостаз, імунітет, регенерація, регуляція обміну речовин.

### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які показники характеризують здоров'я?
2. Які основні фактори і якою мірою визначають захворюваність?
3. Завдяки яким явищам і процесам людина пристосовується до змін умов зовнішнього середовища?
4. Чому алергії вважаються хворобою ХХ ст.?
5. Чому частішають випадки розвитку злоякісних пухлин?
6. Назвіть основні реакції організму людини у відповідь на порушення середовища життя?
7. Як пов'язані між собою криза людського духу, криза здоров'я та демографічна криза в Україні?
8. Проаналізуйте характер процесів, що визначали смертність чоловіків і жінок в Україні, виходячи з даних про вікову структуру населення в 90-х роках. Для цього побудуйте графік, на осі абсцис якого відкладіть вік, а на осі ординат — процент чоловіків чи жінок певної вікової групи, виходячи з даних таблиці. До якого типу (за аналогією з кривими виживання) належать криві структури популяцій чоловіків і жінок? Чим можна пояснити розбіжність між цими кривими?

Вікова група, років	Частка в загальній чисельності населення, %	
	Чоловіки	Жінки
До 9	7,6	7,2
10-19	7,2	7,0
20-29	7,6	7,5
30-39	6,9	7,2
40-49	5,9	6,7
50-59	5,6	6,8
60-69	3,1	5,7
70-79	1,4	4,3
Після 80	0,8	1,5

9. Чи справедливе твердження про те, що здоров'я нації залежить насамперед від дій уряду?



10. На 50% захворюваність визначається способом життя кожної конкретної людини. Проаналізуйте ваш особистий спосіб життя (скільки разів протягом тижня ви порушували режим харчування, які у вас є шкідливі звички, скільки годин на добу ви приділяєте фізичному навантаженню, скільки стресів було у вас протягом тижня) й порівняйте ці показники з середньою кількістю днів, коли у вас був поганий настрій, нездужання. Зіставте ваші показники з показниками інших учнів і спробуйте розробити систему поліпшення вашого способу життя.

**Тема рефератів, доповідей.**

1. Здоров'я і його критерії.
2. Реакції організму на вплив факторів середовища.
3. Здоров'я української нації.

### Тема 4.3

#### «Екологічна освіта і виховання»

**План викладу і засвоєння матеріалу**

1. Розвиток екологічної освіти в світі.
2. Завдання і мета екологічної освіти.
3. Формальна і неформальна екологічна освіта.

**Суттєво:**

Знати:

- головну мету освіти і виховання;
- екологічні журнали, фільми посібники;
- основні завдання екологічної освіти.

Вміти:

- охарактеризувати глобальну схему екологічної освіти.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- екологічна освіта;
- формальна екологічна освіта;
- неформальна екологічна освіта.

## I. Розвиток екологічної освіти в світі.

Серед узагальнювальних розділів сучасної екології (біоекологія, геоєкологія, техноекологія) нині головна роль належить соціоекології. Саме в цьому блоці екологічних наук зосереджені такі найважливіші напрями, як екологічна освіта, екологічна культура, екологічне право, урбоекологія, екологічний менеджмент, економіка природокористування й, насамкінець, локальна, регіональна та глобальна екополітика.

У попередніх главах неодноразово наголошувалося на важливості для людства екологічного виховання та освіти. Сьогодні цій проблемі в усьому світі приділяється велика увага. Можна сказати, що наш час — це період тотального екологічного всеобучу, коли основи екологічних знань викладають усім, починаючи з дитячого віку — в школах та інститутах, на різних семінарах і курсах, по радіо й телебаченню — та закінчуючи підвищенням рівня екологічної освіти керівників усіх рангів у всіх країнах, на всіх континентах.

У розвинених державах розроблені та вдосконалюються різні програми й концепції розвитку екологічної освіти, програми й плани підготовки спеціалістів-екологів сучасного рівня. Буквально за кілька останніх років видано багато посібників і підручників, науково-популярної й публіцистичної літератури, знято фільми й розроблено рекомендації еколога-освітнього змісту. В більшості країн світу екологія стала обов'язковою дисципліною в усіх школах і вищих закладах освіти, в багатьох вищих навчальних закладах створено кафедри або факультети екологічного профілю, проведено сотні екологічних національних і міжнародних семінарів, конференцій, з'їздів.

Велику еколога-просвітницьку роботу проводять у всьому світі організації «зелених», товариства з охорони природи. серед них такі відомі, як «Грінпіс», «Легамбіенте» та ін.

Ці важливі для цивілізації процесії екологізації свідомості населення, формування нового — екологічного світогляду, нової — екологічної культури цілком характерні й для України.

За останні 5 років у нашій державі також розроблено програми й концепції розвитку екологічної освіти й виховання, видано посібники й підручники з екології, створено десятки кафедр і факультетів екологічного профілю в інститутах та університетах, започаткувалося багато журналів загальноєкологічного, еколога-економічного, еколога-географічного змісту («Ойкумена», «Світ у долонях», «Пролісок», «Паросток», «Рідна природа» та ін.).

Ще в 1975 р. учасники Міжнародного семінару з екологічної освіти (Белград, Югославія) запропонували *глобальну схему екологічної освіти*. Відповідно до цієї схеми головною метою екологічної освіти має бути

формування в населення планети усвідомлення того, що виникла життєво важлива глобальна проблема довкілля й усього, що з ним пов'язане, усвідомлення того, що довкіллям необхідно опікуватися й що для цього треба мати відповідні знання, досвід, уміння, мотивації та зобов'язання як для індивідуальної, так і для колективної роботи задля порятунку біосфери та запобігання майбутнім екологічним катастрофам.

## II. Завдання і мета екологічної освіти.

У 1977 р. на Міжнародній конференції (Тбілісі) завдання й мету екологічної освіти було конкретизовано:

1. сприяти чіткому усвідомленню того, що суспільство розвивається за тісних взаємозв'язків усіх природних і соціальних процесів;
2. забезпечити кожній людині можливість здобути знання, право, досвід і умови їх реалізації, необхідні для захисту довкілля та його поліпшення;
3. розробити нові алгоритми поведінки окремої людини, груп людей і суспільства як єдиного цілого стосовно довкілля.

## III. Формальна і неформальна екологічна освіта.

Сьогодні активно розвиваються як *формальна екологічна освіта* (в школах, вищих навчальних закладах, інститутах підвищення кваліфікації), так і *неформальна* (за допомогою засобів масової інформації, кіно, музеїв, виставок, заходів природоохоронних товариств тощо).

**Резюме**

- Наш час – час екологічного всеобучу.
- Екологічно-просвітницьку роботу проводять в усьому світі.
- Екологічна культура і освіта характерна й для України.
- Сьогодні розвивається формальна екологічна освіта (в школах, вузах, інститутах підвищення кваліфікації) і неформальна (за допомогою засобів масової інформації, кіно, музеїв, виставок, заходів природоохоронних товариств).
- У 1977р. на міжнародній конференції конкретизовано завдання і мету екологічної освіти.

**Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Чому нині надзвичайної ваги набула екологічна освіта?
2. Назвіть завдання і мету екологічної освіти?
3. Які є форми екологічної освіти?

**Теми рефератів, доповідей.**

1. Екологічна освіта в Україні.
2. Програми і концепції розвитку екологічної освіти і виховання.
3. Науково-популярна література екологічного напрямку.

**Тема 4.4**

**«Екологічне право»**

**План викладу і засвоєння матеріалу**

- I. Закон про охорону природи.
- II. Система екологічних стандартів.
- III. Система екологічного контролю.
- IV. Екологічна експертиза.
- V. Екологічний паспорт.

**Суттєво:**

Знати:

- закон про охорону природи та систему екологічного контролю.

Вміти:

- визначити суть та завдання екологічної експертизи, функції контролю і нагляду у галузі охорони навколишнього середовища;
- визначити суть екологічного паспорту.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- екологічне право;
- система екологічного законодавства;
- природні ресурси;
- право власності на природні ресурси;
- об'єкти правової охорони навколишнього середовища;
- основні принципи охорони навколишнього середовища;
- екологічні права громадян України;
- екологічна експертиза;
- контроль і нагляд у галузі охорони природи;
- Червона книга України.

## I. Закон про охорону природи.

Правову основу охорони природи становлять закони внутрішньодержавної й міжнародної ваги. В них наводяться обов'язкові для всіх громадян вимоги, націлені на забезпечення нормальних умов функціонування екосистем біосфери та раціональне використання людиною природних ресурсів. Виконання цих законів забезпечується різними методами: від виховних і просвітніх до штрафів, адміністративних і кримінальних покарань порушників.

Екологічне право — це порівняно молода, але дуже важлива галузь юриспруденції, що розвивається, покликана законодавче забезпечити права людини на здорове середовище проживання та раціональне природокористування.

Основний законодавчий акт у галузі охорони природи в нашій державі сьогодні — Закон України про навколишнє природне середовище, затверджений Верховною Радою 1 липня 1991 р. Закон складається з 14 розділів, у яких викладено загальні положення, екологічні права та обов'язки громадян, функції рад народних депутатів, а також повноваження органів управління у сфері охорони природи, висвітлено питання спостереження, прогнозування, обліку та інформації в галузі охорони довкілля, питання екологічної експертизи, контролю й нагляду, регулювання використання природних ресурсів, економічних механізмів забезпечення охорони природи. Наведено також положення про заходи, пов'язані з екологічною безпекою, надзвичайними екологічними ситуаціями, про відповідальність за порушення природоохоронного законодавства та про міжнародні зносини України у сфері охорони довкілля.

Незважаючи на потужну правову базу, поки що невизначено правових норм прямої дії багатьох положень указанного Закону, а це ускладнює його виконання й робить малоефективним. Тому до нього слід розробити й ухвалити пакет із кількох десятків супутніх законів і підзаконних актів, які б чітко регламентували застосування всіх положень основного Закону.

До важливих державних документів природоохоронного напрямку належать також: Земельний кодекс України (1992 р.), Водний кодекс України (1995 р.), закони України «Про екологічну експертизу» (1995 р.), «Про природно-заповідний фонд України» (1992 р.), Лісовий кодекс України (1994 р.), кодекси України «Про надра» (1994 р.), «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» (1995 р.). З 1990 по 1999 р. Верховною Радою України було ухвалено близько 20 природоохоронних законів, зміцнюється Державна екологічна інспекція, завершується створення екологічної прикордонної служби.

Загалом в Україні сьогодні сформовано одну з найрозвиненіших у Європі систему екологічного законодавства, визначено основні напрями державної політики в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і піклування про екологічну безпеку, розроблено кілька проектів природоохоронних програм для найнеблагополучніших районів.

Цілу низку законів і нормативних актів, спрямованих на охорону природи й раціональне використання її ресурсів, було прийнято регіональними міжнародними організаціями, такими як СНД, ООН, Європейська економічна співдружність, Організація країн — експортерів, нафти (ОПЕК) та ін. До таких найважливіших документів належать міжнародно-правові акти ООН, ухвалені більшістю країн світу, Декларація та Програма Дій Людства в ХХІ столітті (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.), Конвенція з морського права (1984 р.), Монреальський Протокол про обмеження використання речовин, що руйнують озоновий шар (1987 р.), та ін.

## II. Система екологічних стандартів.

Система екологічних стандартів — найважливіша складова частина природоохоронного законодавства. Недотримання стандартів карається законом.

*Екологічні стандарти* — єдині й обов'язкові для всіх об'єктів даного виду та рівня системи норм і вимог щодо ставлення до навколишнього природного середовища.

Є стандарти міжнародні, державні, галузеві й стандарти підприємств.

Стандарти з охорони природи об'єднано під загальним номером 17: 17.1 — Охорона природи. Гідросфера; 17.2 — Охорона природи. Атмосфера й т. д.

До найважливіших нормативів якості довкілля належать граничне допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у природних середовищах. На підставі ГДК розробляються нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДС) шкідливих речовин у повітря й воду. Через зміни загального екологічного стану довкілля ГДК, ГДВ і ГДС найбільш небезпечних і поширених забруднювачів уточнюються кожні 3—5 років з урахуванням посилення негативного ефекту від їхньої спільної дії.

## III. Система екологічного контролю.

Система екологічного контролю. На державних і міждержавних рівнях створено організації, зобов'язані стежити за виконанням законів про охорону природи й здійснювати моніторинг природного середовища та окремих його компонентів.

В Україні контроль за станом природного середовища й виконанням природоохоронних актів здійснюють Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, Міністерство охорони здоров'я, Державний комітет з гідрометеорології, Міністерство з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи, система Державних санітарно-епідеміологічних станцій та ін.

У 1989 р. опубліковано міжнародний документ «Правові принципи охорони навколишнього середовища й стійкого розвитку», підготовлений на завдання ООН спеціальною Комісією міжнародної групи експертів-юристів. Він являє собою звід правових принципів охорони довкілля та стійкого розвитку людства. Найголовніші положення цього документа:

- всі люди мають право на довкілля, сприятливе для їхнього здоров'я й добробуту;
- держави охороняють і використовують довкілля та природні ресурси в інтересах сучасного й майбутніх поколінь;
- держави підтримують екосистеми та екологічні процеси, необхідні для функціонування біосфери, зберігають біологічну різноманітність;
- держави встановлюють відповідні норми охорони довкілля, здійснюють моніторинг змін його якості, а також публікують усі дані з цього приводу;
- держави здійснюють попередні екологічні оцінки чи вимагають їх виконання у зв'язку із запропонованими видами діяльності, які можуть істотно вплинути на довкілля або на використання природних ресурсів;
- держави своєчасно інформують усіх осіб, яких може стосуватися запланована діяльність, надаючи їм доступ до інформації, і забезпечують відповідну процедуру в адміністративних і судових справах;
- держави забезпечують умови, за яких збереження природного середовища розглядається як невід'ємна частина планування їхнього розвитку, й надають допомогу у сфері охорони довкілля іншим державам, особливо тим, що розвиваються.
- держави виявляють добру волю у взаємовідносинах з іншими державами для здійснення зазначених прав та зобов'язань.

Виконання екологічних регіональних (міжнародних) і національних законів перевіряється за допомогою системи екологічного контролю, яка постійно дає інформацію про стан екосистем і здоров'я людей в тому чи іншому районі планети чи в окремій державі. В систему екологічного контролю входять різні види екологічного моніторингу, екологічна паспортизація об'єктів людської діяльності та екологічна експертиза.

#### IV. Екологічна експертиза.

Екологічна експертиза — це оцінка впливів на довкілля й здоров'я людей усіх видів господарської діяльності та відповідності цієї діяльності чинним нормам і законам з охорони навколишнього природного середовища, вимогам екологічної безпеки суспільства.

За українським природоохоронним законодавством, проведення експертизи обов'язкове для будь-якої діяльності, що впливає на довкілля, для будь-якого проекту нововведень технологій, для будівництва, реконструкцій і т. д.

Основні завдання експертизи — сприяти додержанню природоохоронних законів та оцінювати рішення щодо підтримання й відновлення довкілля.

Діють екологічні експертизи кількох типів: державні, громадські, відомчі, змішані. За призначенням вони бувають первинні й вторинні, за масштабами — локальні (об'єктні), районні, регіональні (обласні й міжобласні), державні, міждержавні. Процес експертизи передбачає оцінку й аналіз технологій, техніки, проектів підприємств, проектів перетворення природи, стану здоров'я людей, якості повітряного середовища, води, продуктів харчування, *провадження будь-яких технологій*, виявлення аномалій фізичних полів тощо.

Державна екологічна експертиза (як і інші види експертиз) має спиратися на принципи обов'язковості її проведення, наукової обґрунтованості, законності висновків, незалежності, об'єктивності, позавідомчості, широкої гласності та участі громадськості.

Державна екологічна експертиза здійснюється експертними комісіями Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України та його підрозділами на місцях, міжгалузевими комісіями, а громадська експертиза — громадськими комісіями із залученням спеціалістів.

#### V. Екологічний паспорт.

Екологічний паспорт — це комплексний документ, що містить у собі характеристики взаємовідносин будь-якого об'єкта (підприємства, ферми, підстанції, навчального закладу) з навколишнім природним середовищем. У ньому є загальні відомості про об'єкт, використовувану сировину (її вид, обсяги, екологічність), споживану енергію, займану площу, кількість працівників, про технологічні схеми виробництва (роботи), види продукції, про схеми природоохорони (очистка викидів і скидів забруднювальних речовин), про зберігання відходів (їхню токсичність, кількість, утилізацію) тощо.

**Резюме**

- Як система законодавства екологічне право є сукупністю правових актів, що регулюють екологічні відносини.
- Право власності на природні ресурси - це сукупність норм права, що встановлюють володіння, користування та розпорядження цими ресурсами.
- Об'єктами правової охорони є природні ресурси (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс, тваринний рослинний світ) здоров'я і життя людей від впливу несприятливої екологічної обстановки.
- Принципами екологічного права є основоположні начала, на яких будується раціональне використання та охорона, екологічна безпека тощо.
- Екологічні права громадян України – це встановлені та гарантовані державою можливості у сфері використання та охорони навколишнього природного середовища. Економічним правам громадян кореспондуються й екологічні обов'язки берегти природу, охороняти, раціонально використовувати їх багатства.
- Метою управління в галузі охорони навколишнього природного середовища є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки.
- З метою попередження негативного впливу антропогенної діяльності на стан довкілля та здоров'я людей, а також оцінки ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах проводиться екологічна експертиза.
- Українським законодавством чітко визначені суб'єкти та об'єкти природокористування, принципи та порядок реалізації природокористування.
- До природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, входять території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні та лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, пожежозахисні та ін. типи територій та об'єктів, що визначаються законодавством України.
- Сукупність економічних заходів, спрямованих на раціональне природокористування і охорону навколишнього середовища, утворює економічний механізм забезпечення охорони природного середовища. Складовою частиною механізму забезпечення раціонального природокористування, відновлення екологічних об'єктів і охорони навколишнього природного середовища є юридична відповідальність за порушення екологічного законодавства.

**Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Що таке екологічне право?
2. Які нормативно-правові акти складають систему екологічного законодавства України?

3. На які об'єкти природних ресурсів розповсюджується право публічної та приватної власності?
4. Що є об'єктами правової охорони навколишнього природного середовища?
5. У чому полягає суть основних принципів охорони навколишнього середовища?
6. Якими екологічними правами та обов'язками наділені громадяни України щодо охорони навколишнього середовища?
7. Які ви знаєте форми участі громадськості у прийнятті екологічно-значимих рішень?
8. Що складає систему державного управління з охорони навколишнього природного середовища?
9. Які функції і завдання здійснює Міністерство екології та природних ресурсів України?
10. Що таке економічна експертиза?
11. Які завдання екологічної експертизи?
12. Що таке екологічний контроль? Які є види цього контролю?
13. Що ви розумієте під правом природокористування?
14. Хто є суб'єктами права природокористування?
15. Які природні території та об'єкти підлягають особливій охороні?
16. Що Ви розумієте під економічним механізмом забезпечення охорони навколишнього природного середовища?
17. Що таке екологічне правопорушення?
18. Що таке екологічний злочин?
19. За які злочини проти довкілля настає кримінальна відповідальність?

**Теми рефератів, доповідей.**

1. Конституція України про засади регулювання охорони навколишнього природного середовища.
2. Закон України "Про охорону навколишнього середовища".
3. Право власності на природні ресурси.
4. Об'єкти правової охорони навколишнього середовища.
5. Основні принципи охорони навколишнього середовища.
6. Екологічні права та обов'язки громадян щодо охорони навколишнього середовища.
7. Відповідальність за екологічні правопорушення.

## Тема 4.5

### «Національна і глобальна екополітика»

#### План викладу і засвоєння матеріалу

- I. Історія міжнародної екологічної співпраці.
- II. Міжнародні організації.
- III. Участь України в міжнародному співробітництві в галузі охорони навколишнього середовища.

#### Суттєво:

Знати:

- історію міжнародної екологічної співпраці;
- міжнародні організації, рухи;
- напрями міжнародного співробітництва.

Вміти:

- визначити роль України в міжнародному співробітництві в галузі охорони навколишнього середовища.

Ключові екологічні поняття та терміни:

- міжнародна конвенція;
- міжнародне співробітництво;
- міжнародний конгрес;
- ЮНЕП;
- ВМО;
- ЮНЕСКО;
- ВООЗ;
- ЕЕК;
- ІМО;
- МАГАТЕ;
- МСОП.

## I. Історія міжнародної екологічної співпраці.

Міжнародне співробітництво в галузі охорони природи

Зростаючий вплив людської діяльності на довкілля викликає небажані зміни в природному середовищі: забруднення повітряного басейну, океанів, виснаження природних ресурсів всесвітньому масштабі. А порушення екологічної рівноваги завдає величезної шкоди генофонду усього живого, зокрема і людини. Тому проблема гармонізації відносин суспільства і природи, охорони навколишнього середовища набула глобального значення. Виникла в ефективних міжнародних механізмах, які забезпечували б розумне використання ресурсів планети їх охорону, сприяло б збереженню екологічної рівноваги.

Історія міжнародної екологічної співпраці почалась понад 100 років тому. У 1875 р. Австро-Угорщина та Італія прийняли Декларацію про охорону птахів. В 1897 р. Росія, Японія, США уклали угоду про спільне використання і охорону морських котиків у Тихому Океані.

Перша міжнародна конвенція була укладена деякими європейськими країнами в 1902 р. в Парижі для охорони птахів, корисних сільському господарству. На жаль, ця Конвенція давала дозвіл на знищення деяких видів "шкідливих" птахів. В 1950р. в Парижі була підписана назва Конвенція про охорону видів птахів.

В межах міжнародного співробітництва в галузі охорони навколишнього природного середовища розв'язуються найбільш складні проблеми і конкретні проекти. До їх числа належать спільні інженерні і технічні розробки з питань охорони атмосфери від промислових викидів, запобігання забруднень під час сільськогосподарських робіт, збереження дикої флори і фауни, створення заповідників і ін.

Особливу групу проектів складають наукові дослідження впливу діяльності людини на клімат, передбачення землетрусів і цунамі, роботи в галузі біологічних та генетичних наслідків забруднень оточуючого середовища.

## II. Міжнародні організації.

Реалізацією цих проектів займаються різноманітні міжнародні спеціалізовані як урядові, так і громадські організації, в тому числі ЮНЕП, створена в 1973 р. (Програма ООН з навколишнього середовища), ВМО (Всесвіти метеорологічна організація), ЮНЕСКО (Організація об'єднаних націй з питань освіти, науки і культури), ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я), ЕЕК (Європейська економічна комісія), ІМО (Міжнародна морська організація), МАГАТЕ (Міжнародна організація по радіологічному захисту), МСОП (Міжнародна спілка охорони природи, природних ресурсів).

З громадських організацій велику роботу щодо охорони довкілля проводить Грінпіс (зелений світ). Ця організація утворена в 1971 р. в Північній Америці. Діє в 30 ти країнах світу. В Україні почала працювати в 1990 р.

Одне з перших починань ЮНЕП - створення всесвітньої системи станцій спостереження (моніторинг) за станом і змінами біосфери. Під дією ЮНЕП разом із ВМО та ЮНЕСКО було проведено в 1979 р. в Ризі, в 1981р. в Тбілісі, а в 1983 р в Талінні міжнародні симпозиуми з комплексного глобального моніторингу забруднення навколишнього середовища.

Роботи щодо проекту „Біосферні заповідники” передбачають спостереження за станом біосфери на фоновому рівні. Перший Міжнародний конгрес у справі біосферних заповідників було проведено у Мінську в 1983 р. У світову мережу було включено 17 великих заповідників колишнього СРСР. Молода Українська держава з перших днів незалежності бере активну участь у міжнародних природоохоронних заходах та реалізації екологічних програм та проектів. Так, відповідно до закону „Про природно-заповідний фонд України” від 26.11.1993р. видано наказ Президента України "Про біосферні заповідники", яким затверджено перелік біосферних заповідників в Україні, що включені в Бюро міжнародної координаційної ради з програми ЮНЕСКО "Людина та біосфера", до міжнародної мережі біосферних заповідників. Станом на листопад 1993 р. таких заповідників було три: Асканія Нова (Херсонська обл.), Чорноморський (Херсонська, Миколаївська обл.), Карпатський (Закарпатська обл.). Міністерству закордонних справ України І Академії наук України доручено підготувати матеріали необхідні для підписання угоди з Республікою Польща та Словацькою Республікою про створення міжнародного біосферного заповідника "Східні Карпати".

### III. Участь України в міжнародному співробітництві в галузі охорони навколишнього середовища.

Міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища займає одне з важливих місць у зовнішньополітичному курсі України.

Як член ООН Україна є суверенною стороною багатьох міжнародних природоохоронних угод і продовжує активно працювати з іншими країнами світу над врятуванням нашого спільного дому — планети Земля від екологічного лиха.

Українські вчені підтримують ділові стосунки зі своїми колегами в Угорщині, Чехії, Словаччині, Польщі, Болгарії та інших країнах. Спільними силами ведуться дослідження екосистем Карпат, Полісся, Чорного моря, розробляються заходи для збереження рекреаційних ресурсів, рідкісної флори і фауни.

Для створення сприятливих умов добросусідської співпраці у лютому 1993 року за ініціативою чотирьох країн —Польщі, Словаччини, України та Угорщини — був заснований Карпатський Єврорегіон.

З досвіду західних країн, де Єврорегіони функціонують вже протягом багатьох років, відомо, що вони приносять велику користь для мешканців прикордонних територій і сприяють зближенню між народами. Важливим напрямом міжнародного співробітництва є обмін досвідом щодо створення заповідників і заказників, де можна вивчати природні екосистеми. Крім незайманої природи середніх широт, великої уваги заслуговують дослідження арктичних екологічних систем.



**Резюме**

- В наш час вплив людської діяльності на довкілля викликає небажані зміни в природному середовищі і тому були створені міжнародні механізми, які забезпечували б розумне використання ресурсів планети, їх охорону, сприяло б збереженню екологічної рівноваги.
- Історія міжнародної співпраці почалась понад 100 років.
- В межах міжнародного співробітництва в галузі охорони навколишнього природного середовища розв'язуються найбільш складні проблеми і конкретні проекти, до них належать спільні інженерні і технічні розробки з питань охорони атмосфери від промислових викидів, запобігання забруднень під час сільськогосподарських робіт, збереження дикої флори і фауни, створення заповідників та інше.
- Створено різноманітні міжнародні спеціалізовані як урядові так і громадські організації щодо навколишнього середовища (ВМО, ЮНЕП, ЮНЕСКО, ВООЗ, ЕЕК, МСОП).
- Міжнародне співробітництво в галузі охорони навколишнього середовища займає одну з важливих місць у зовнішньополітичному курсі України.

**Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Які міжнародні урядові організації ви знаєте?
2. Громадські організації їх роль в охороні довкілля?
3. В чому полягають основні напрямки міжнародного співробітництва в галузі охорони навколишнього середовища?

**Теми рефератів, доповідей.**

1. Громадські організації їх значення в охороні довкілля.
2. Міжнародні урядові організації, їх роль у охороні довкілля.
3. Україна, її місце в міжнародному співробітництві у галузі охорони навколишнього природного середовища Історія міжнародної екологічної співпраці.

***Питання до контрольної роботи***

1. Історія розвитку екології в світі.
2. Історія розвитку екології на Україні.
3. Структура екології.
4. Класифікація екологічних факторів.
5. Абіотичні екологічні фактори.
6. Біотичні екологічні фактори.
7. Антропогенні і екологічні фактори.
8. Біосфера та її межі.
9. Колообіг азоту в біосфері.
10. Колообіг води в біосфері.
11. Колообіг вуглецю в біосфері.
12. Колообіг азоту в біосфері.
13. Колообіг кисню в біосфері.
14. Групи організмів в біосфері.
15. Ланцюг живлення. Правило екологічної піраміди.
16. Екологічні закони їх пояснення.
17. Ноосфера.
18. "Біосфера-2".
19. Атмосфера і її функції.
20. Склад атмосфери.
21. Парниковий ефект.
22. Руйнування озонового шару атмосфери.
23. Кислотні дощі.
24. Ядерна ніч і ядерна зима.
25. Гідросфера. Функції води.
26. Споживачі і користувачі води. Забруднення води.
27. Очищення стічних вод.
28. Охорона вод Світового океану.
29. Літосфера і її функції.
30. Ґрунти, їх функції.
31. Ерозія, деградація, засолення, спустошування ґрунтів. Заходи щодо відновлення родючості ґрунтів.
32. Функції лісів, їх класифікація.
33. Рекультивация порушених земель.
34. Охорона земних надр.
35. Забруднення і їх класифікація.
36. Проблема утилізації відходів.
37. Міжнародна торгівля відходами.
38. Антропогенні катастрофи.
39. Природні катастрофи.
40. Нормування забруднень навколишнього середовища.
41. Екологічний моніторинг, його вили.

42. Назвати основні забрудники навколишнього середовища і їх вплив на організм людини.
43. Джерела енергії. Вплив на довкілля ТЕС.
44. Вплив на довкілля АЕС.
45. Вплив на довкілля ГЕС.
46. Альтернативні джерела енергії.
47. Промисловість, її вплив на довкілля.
48. Урбоекологія.
49. Вплив сільського господарства на навколишнє середовище.
50. Вплив транспорту на навколишнє середовище.
51. Військо діяльність і вплив її на навколишнє середовище.
52. Наукова діяльність і вплив її на довкілля.
53. Екологічна освіта.
54. Завдання економіки природокористування.
55. Економічна оцінка природних ресурсів.
56. Закони про охорону природи.
57. Система екологічних стандартів.
58. Система екологічного контролю.
59. Екологічна експертиза.
60. Екологічний паспорт.
61. Класифікація природних ресурсів.
62. Удосконалення двигунів внутрішнього згоряння.
63. Охорона флори.
64. Охорона фауни.
65. Наслідки аварії на ЧАЕС.
66. Екологічна криза, наслідки.
67. Вплив на рослини, тварини і людину нітратів. Заходи щодо його зменшення.
68. Безвідходні та маловідходні технології.

## ❧ Література ❧

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. „Основи загальної екології” – К.: Либідь, 1995 – 368с.
2. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. О. „Основи екологічних знань” – К.: Либідь, 2000 – 334с.
3. Запольський А. К. „Основи екології”. Підручник – К.: Вища школа, 2001 – 358с.
4. Злобін В. А. „Основи екології” – К.: Видавництво „Лібра”, ТОВ, 1998 – 248с.
5. Коютшо Д.М. „Екологія і економіка” – К.:КНЕУ, 1999 – 368с.
6. Кучерявий В. П. „Екологія” – Львів: Світ, 2000 – 500с.
7. Потіш А. Ф., Медвідь В. Г., Гвоздецький О. Г., Козак З. Я. „Екологія: основи теорії і практики”. – Львів: „Новий світ - 2000”, 2004 – 296с.
8. Сафранов Т. А. „Екологічні основи природокористування”. Львів „Новий світ - 2000”, 2003 – 248с.
9. Стадницький В. І., Радіонов А. І. „Екологія” – М.: Вища школа, 1988 – 402с.