

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник директора з НР  
\_\_\_\_\_ С.В.Бондаренко  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Методичне забезпечення  
лекційного курсу з дисципліни ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ  
для студентів II курсу  
спеціальності:  
022 «Дизайн»

Уклав

Боровик Л.Я.

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії спеціальних хімічних дисциплін  
Протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
Голова циклової комісії В.П. Колеушко

## **Лекція №1**

**Тема:** Вступ. Предмет, методи і завдання екології.

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з екологією як наукою, її методами, завданнями, структурою

**Методи:** Лекція

### **План:**

- 1 Основні термінологічні визначення, поняття та положення.
- 2 Екологічні закони, правила та принципи.
- 3 Завдання сучасної екології, її методи.
- 4 Структура екології XXI століття.

### **Література:**

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 10-34
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с 6-8
- 3 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 9-15

## **1 Основні термінологічні визначення, поняття та положення**

Термін екологія в наш час став широко відомим і широко вжитим. На початку століття його знали лише вчені – біологи, а в 60-х роках ХХ століття, коли розвинулась криза взаємовідносин людини з середовищем існування, виник екологічний рух, що набуває все більшого розмаху. Предмет «екологія» було введено в середній та вищій школі.

Термін «екологія» вперше запропонував у 1866 році німецький вчений Е. Геккель, його визначення: «Екологія – це пізнання економіки природи, водночас дослідження всіх взаємовідносин живого з органічним». Тобто терміном «екологія» Геккель визначив біологічну науку, що вивчає взаємовідносини організмів з оточуючим їх середовищем.

Американський еколог Юджин Одум дав найбільш коротке і найменше спеціальне визначення екології – це навколишнього середовища.

Загальна екологія займається дослідженням усіх типів екосистем.

З погляду авторів, сучасна екологія ХХІ століття – це одна з головних фундаментальних комплексних наук про виживання на планеті Земля, завданням якої є пізнання законів розвитку і функціонування біосфери як цілісної системи під впливом природної і, головне, антропогенної діяльності, а також про визначення шляхів і засобів еколого-економічного збалансованого співіснування техносфери і біосфери.

Екологія ХХІ століття – комплекс наук про будову, функціонування, взаємозв'язки багатокomпонентних і багаторівневих систем у Природі й Суспільстві та засоби кореляції взаємного впливу техносфери і біосфери з метою збереження людства і біосфери.

Основний об'єкт досліджень – екосистеми всіх рівнів та їх елементи.

Основний предмет досліджень – взаємозв'язки між живими організмами, живими і неживими компонентами екосистеми, а також особливості впливу природних і антропогенних чинників на функціонування екосистем.

## **2 Екологічні закони, правила та принципи.**

У 1994 році Реймерс М. вирізнув близько 250 законів, закономірностей принципів і правил, якими користується сучасна екологія.

1. Закон константності живої речовини в біосфері (В. Вернадським): кількість живої речовини (біомаса всіх організмів) біосфери для конкретної екологічної епохи є сталою.

2. Закон незворотності еволюції (Л. Долло): еволюція незворотна; організм (популяція, вид) не може повернутися до попереднього стану.

3. Закон розвитку систем за рахунок довкілля: будь-яка система може розвиватися лише за рахунок матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища; абсолютно ізольований саморозвиток неможливий.

4. Закон оптимальності: будь-яка система з найбільшою ефективністю функціонує в певних характерних для неї просторово-часових межах.

5. Закон толерантності (В. Шелфорд): чинники середовища які мають у конкретних умовах песимальне (несприятливе) значення, обмежують можливості існування виду в даних умовах, всупереч і незважаючи на оптимальний збіг інших чинників.

Правило генетичної пристосованості: будь-який вид організмів може існувати доти й настільки, наскільки навколишнє середовище відповідає генетичним можливостям пристосованості цього виду до змін і коливань екологічних чинників даного середовища.

## **3 Завдання сучасної екології, її методи.**

Основні завдання сучасної екології :

- 1) визначення загального стану сучасної біосфери (біологічних систем усіх рівнів), умов її формування, причин і обсягів змін під впливом різних природних і антропогенних чинників;
- 2) прогнозування динаміки стану екосистем і біосфери в цілому в часі й просторі;

3) розроблення шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства і природи з урахуванням основних екологічних законів.

Центральним завданням сучасної екології є пізнання всіх процесів функціонування життя.

В сучасній екології використовують цілий комплекс методів: натуральних спостережень, вимірювань, експериментальних лабораторних досліджень, екологічного картування і моделювання. Широко використовується методи інших наук – хімії, фізики, геології, біології, математики. Ці методи можна об'єднати в кілька груп:

1. методи реєстрації та оцінки якості довкілля (біондикація)

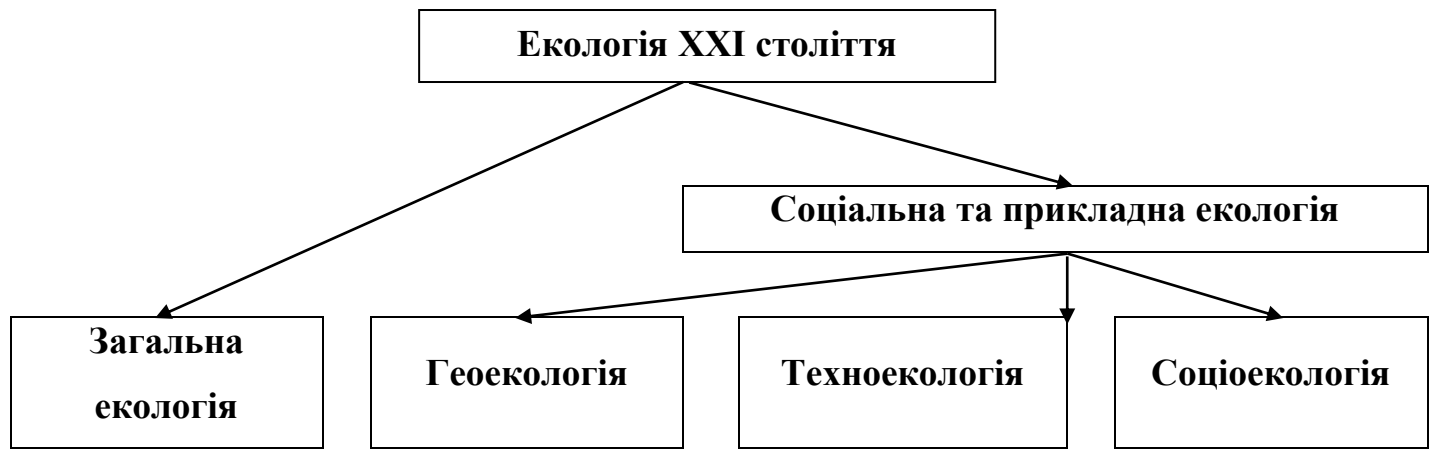
2. методи кількісного обліку організмів і методи оцінки біомаси та продуктивності рослин та тварин.

3. Вивчення особливостей впливу різних екологічних чинників на життєдіяльність організмів (складні й тривалі спостереження в природі; експерименти в лабораторних умовах \_ токсикологічні, біохімічні тощо)

Біондикація - метод оцінки абіотичних і біотичних чинників середовища за допомогою біологічних систем.

Моніторинг - це система спостереження, оцінки і прогнозу стану навколишнього середовища, яка здійснюється в різних масштабах, у тому числі і глобальному. Завдання моніторингу: 1) спостереження за станом біосфери; 2) визначення змін обумовлених діяльністю людини; 3) узагальнення результатів спостережень.

#### 4 Структура екології XXI століття.



Екологія людини

Екологія тварин

Екологія рослин

Палеоекологія

Екологія грибів

Біосфероеклогія

Еколог. аспекти:

- атмосфери

- гідросфери

- ліспосфери

Еколог. аспекти:

- військової ді-ті

- енергетики

- транспорту

- промисловості

- урбоекологія

Еколог. освіта

Еколог. культура

Еколог. право

Етнічна екологія

Еколог. пе-лія

Еколог. менедж-нт

## Контрольні запитання

- 1 Дайте сучасне визначення екології.
- 2 Назвіть основні структурні блоки сучасної екології.
- 3 Які ви знаєте основні завдання екології?
- 4 Назвіть основні біоекологічні закони та принципи
- 5 Для чого необхідно знати основні екологічні закони?
- 6 Які методи використовуються при екологічних дослідженнях?
- 7 Які ви знаєте методи екологічного контролю?
- 8 Що таке біоіндикація?
- 9 Що таке моніторинг?

## **Лекція №2**

**Тема:** Екологічні чинники середовища існування.

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з екологічними факторами та їх класифікацією

**Методи:** Лекція, усне опитування

### **План:**

- 1 Поняття про екологічні фактори
- 2 Класифікація екологічних факторів
- 3 Абіотичні фактори
- 4 Біотичні фактори
- 5 Антропогенні фактори

### **Література:**

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 40-45
- 2 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 50-54

## 1 Поняття про екологічні фактори

Безперервність життя на Землі "забезпечується унікальною здатністю живих істот створювати і підтримувати внутрішнє середовище, здійснювати обмін речовин з навколишнім середовищем і передавати ці властивості за спадковістю своїм нащадкам.

*Середовище* — одне з основних екологічних понять; під ним ми розуміємо комплекс природних тілі явищ, з якими організм знаходиться у прямих або опосередкованих зв'язках.

Внутрішнє середовище будь-якої істоти якісно відрізняється від зовнішнього середовища. Якісна самостійність внутрішнього середовища організму регулюється механізмами гомеостазу.

*Гомеостаз організму* — це стан внутрішньої динамічної рівноваги, який забезпечуються взаємодією складних процесів регуляції і координації біохімічних реакцій за принципом зворотного зв'язку. Гомеостаз може здійснюватись тільки за певних умов навколишнього середовища: поза межами цих умов автономність організму порушується і він гине, а його внутрішнє середовище ототожнюється із зовнішнім. Сили, ще діють з боку навколишнього середовища, називають факторами.

Організм як елементарна частинка живого світу в середовищі свого існування знаходиться під одночасним впливом кліматичних, біотичних факторів, які разом називаються екологічними.

*Екологічний фактор*— це будь-який елемент середовища, який здатний справляти, прямий чи опосередкований вплив на живі організми, хоча б протягом однієї фази їх розвитку.

## 2 Класифікація екологічних факторів

Екологічні фактори можуть бути об'єднані за природою їх походження або залежно від їх динаміки та дії на організм. За характером походження розрізняють:

— *абіотичні* фактори зумовлюються дією неживої природи і поділяються на кліматичні(температура, світло, сонячна радіація, вода, вітер, кислотність, солоність, вогонь; опади, тощо), орографічні (рельєф, нахил .схилу, експозиція) та геологічні..

— *біотичні* - дія одних організмів на інші, включаючи всі взаємовідносини між ними. *антропогенні фактори* — вплив на живу природу життєдіяльності людини.

У 1358 р. А.С. Мончадський запропонував класифікацію факторів за характером їх дії.

*Стабільні фактори* –ті, що не змінюються протягом тривалого часу (земне тяжіння, сонячна стала, склад атмосфери та інші). Вони

зумовлюють загальні пристосувальні властивості організмів, визначають належність їх до мешканців певного середовища планети Земля.

*Змінні фактори*, в свою чергу, поділяються на закономірно змінні і випадково змінні. До закономірно змінних належить періодичність добових і сезонних змін. Ці фактори зумовлюють певну циклічність у житті організмів (міграції, сплячку, добову активність та інші періодичні явища і життєві ритми).

*Випадково змінні фактори* об'єднують біотичні, абіотичні та антропогенні фактори, дія яких повторюється без певної періодичності (коливання температури, дощ, вітер, град, епідемії, вплив хижаків та інші).

Коротко розглянемо групи факторів, об'єднаних характером походженням.

### **3 Абіотичні фактори**

Серед них особливо виділяється група кліматичних факторів. Дія багатьох абіотичних факторів, включаючи рельєф, вітер, тип ґрунту тощо проявляється опосередковано—через температуру і вологість. Внаслідок цього на невеликій ділянці земної поверхні кліматичні умови можуть суттєво відрізнятися від середніх для даного регіону в цілому. Температура і кількість опадів (дощу або снігу) визначають розміщення на земній поверхні основних природних зон. Різноманітність природних комплексів часто визначається особливостями ґрунтів, від яких залежить надходження вологи. Один і той же фактор за відношенням до різних організмів може відігравати різноманітну роль і завдяки цьому переміщуватися у класифікації з однією групи в іншу. Яскравим прикладом цього явища може бути світло. Для рослин воно є джерелом енергії при фотосинтезі, для багатьох наземних тварин світло може бути основним фактором. Для ґрунтових організмів або мешканців печер, як і для організмів, що живуть в глибинах морів, цей фактор має значення, оскільки протягом всього життя ці організми не зустрічаються з його дією.

Екологічні фактори діють на організм різними шляхами. У найпростішому випадку має місце прямий вплив. Так, сонячне проміння освітлює ящірку, яка лежить нерухомо, і тіло її нагрівається. З іншого боку, дуже часто екологічні фактори впливають на організм опосередковано, через безліч проміжних ланок. Наприклад, поєднання високої температури повітря з низькою вологістю дощів призводить до посухи, іноді це набуває катастрофічного характеру (вигорає рослинність, трав'яні мігрують або гниють).

#### **4 Біотичні фактори.**

Вони являть собою форми впливу живих організмів один на одного. Основною формою такого впливу у більшості випадків є харчові зв'язки, на базі яких формуються нові ланцюги і ланки харчування. Крім харчових зв'язків, в угрупованнях рослинних і тваринних організмів виникають просторові зв'язки. Все це є підставою для формування біотичних комплексів. Виділяють різні форми біотичних відносин, які можуть бути найрізноманітнішими – від дуже сприятливих до різко негативних.

Між представниками різних видів організмів, що населяють екосистему, крім нейтральних, можуть існувати такі види зв'язків:

*Конкуренція* – представники двох видів їжу, повітря, воду, світло, життєвий простір; боротьба тим жорстокіша, чим більш споріднені і близькі у вимозі до умов середовища види організмів, що конкурують.

*Мутуалізм* – представники двох видів організмів своєю життєдіяльністю сприяють один одному, наприклад комахи, збираючи нектар, запилюють квіти; мурашки, опікаючи попелиць, живляться їхніми солодкими виділеннями.

*Коменсалізм* – коли від співжиття представників двох видів виграє один вид, не завдаючи шкоди іншому, наприклад, рибка – прилипаймо знаходить захист і живиться біля акул (мутуалізм і коменсалізм називають ще симбіозом).

*Паразитизм* – одні істоти живляться за рахунок споживання живої тканини господарів, наприклад, кліщі, блощиці, воші, глисти, омела, деякі гриби тощо.

*Хижацтво* – одні організми вбивають інших і живляться ними.

*Алелопатія* – одні організми виділяють речовини, шкідливі для інших. Наприклад, фітонциди, що виділяються деякими вищими рослинами, пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів; токсини, що виділяються під час «цвітіння» води у водоймищах, отруйні для риби та інших.

#### **5 Антропогенні фактори**

Антропогенні фактори зумовлені діяльністю людини, вплив її на природу може бути як свідомим, так і стихійним, випадковим. Користуючись знанням законів розвитку природи, людина свідомо виводить нові високопродуктивні сорти рослин, породи тварин, усуває шкідливі види, творить нові природні комплекси. Процес взаємодії людини з природою почався з моменту появи людини на Землі і весь час зростає.

До середини ХХ століття людина, за визначенням В.І. Вернадського, стала наймогутнішою геологічною силою на нашій планеті. Різко зріс

вплив людської діяльності на довкілля, що призвело до порушення природних зв'язків. Так, внаслідок вирубування лісів, пустелі різко пришвидшили свій наступ на зелені зони. діяльність людини змінює умови навколишнього середовища, а середовище, в свою чергу впливає на життя, здоров'я та життєдіяльність як окремої людини, так людської популяції загалом.

## Контрольні запитання

- 1 Дайте визначення екологічного фактора.
- 2 Які існують класифікації біологічних факторів?
- 3 Що таке абіотичний фактор?
- 4 Що таке біотичний фактор?
- 5 Що таке антропогенний фактор?

## Лекція №3

**Тема:** Біосфера. Взаємозв'язок між компонентами біосфери

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з поняттями “біосфера” та “ноосфера”

**Методи:** Лекція, усне опитування

### План:

- 1 Вчення В. І. Вернадського про біосферу
- 2 Склад і функціонування біосфери
- 3 Основні поняття біосфери
- 4 Закон біосфери В. І. Вернадського
- 5 Ноосфера
- 6 Кругообіг речовин і енергії в біосфері

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 132-148
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 25-64
- 3 Бойчук Ю.Д. та ін.. Екологія і охорона навколишнього середовища. – Суми: 2002, с. 50-68
- 4 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 27-35
- 5 Мусієнко М. М. Екологія: Тлумачний словник. – К.: 2004, с. 223

## 1 Вчення В. І. Вернадського про біосферу

1. **Біосфера** (від грец. *Bios* – життя і *store* – куля) – область активного життя оболонки Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери і літосфери, заселені живими організмами.

Вперше термін «біосфера» вжив австрійський учений Едуард Зюсс у 1875 році, але поширився він після праць українського вченого В. І. Вернадського. Основи його вчення викладені в книзі «Біосфера» (1926). Він довів, що живі організми відіграють важливу роль у процесах, які відбуваються у всіх сферах Землі. В. І. Вернадський дав таке визначення біосфери: «**Біосфера** являє собою оболонку життя область існування живої речовини».

За мільярди років існування Землі живі істоти рішуче змінили склад її атмосфери, гідросфери й літосфери, створивши, по суті, зовсім нове середовище життя.

## 2 Склад і функціонування біосфери

В. І. Вернадський визначив біосферу як **термодинамічна оболонка** з температурами  $+50 - (-50) \text{ C}$  і тиском  $10\ 000 \text{ Па}$ , що відповідає межах життя для більшості організмів.

**Межі біосфери** (за В. І. Вернадським)

- 1) верхня межа – знаходиться на висоті  $15 - 22 \text{ км}$  (охоплюючи тропосферу і нижню частину стратосфери)
- 2) нижня межа – біосфера обмежена відкладеннями на дні океанів (до глибини  $1 \text{ км}$ ) і глибинного проникнення в надра Землі організмів і води в рідкому стані ( $2 - 3 \text{ км}$ ).

Нижня межа біосфери в рамках літосфери обумовлена тепловими бар'єром і, як правило, не опускається нижче  $5 \text{ км}$ . Загальна протяжність біосфери –  $40 \text{ км}$ . Від усіх геосфер вона відрізняється енергійним перебігом хімічних перетворень.

Горизонти біосфери, які найбільш інтенсивно заселені живими називаються «**плівкою життя**» або **плетобіосферою**.

Біосфера на нашій планеті виконує ряд важливих функцій, які обумовлюють властивості й відносини стабільності природи Землі:

- 1) закріплення рухомих елементів поверхні літосфери (пісок, глина, гравій, дрібна галька, ґрунти різних типів)
- 2) регуляція кругообігу води;
- 3) зв'язування вуглекислоти, що виділяється тваринами та в ході хімічних перетворень у неживій природі.
- 4) виділення кисню в процесі фотосинтезу наземними і водними рослинами;
- 5) переведення в прості хімічні речовини величезної маси відмерлих організмів і їх виділень;

- 6) участь в відтворенні і відновленні ґрунтів, в очищенні атмосфери і води від різноманітних забруднень;
- 7) участь в утворенні місцевого клімату і погоди;
- 8) переміщення по планеті маси різноманітних хім. елементів і речовин.
- 9) акумуляція і трансформація сонячної енергії, яка в трансформованому вигляді включається в кругообіг енергії Землі.

### 3 Основні поняття біосфери

Основними поняттями біосфери В. І. Вернадський вважає:

- 1) **Жива речовина** – сукупність усіх існуючих на Землі рослин, тварин, мікроорганізмів, грибів.
- 2) **біогенна речовина** – продукт життєдіяльності організмів (торф, крейда, горючі сланці, опатит)
- 3) **нежива речовина** – в утворенні якої організми не брали участь (гірські породи абіогенного походження)
- 4) **біокосна речовина** продукт взаємодії живої речовини і неживої матерії (ґрунт);
- 5) **радіоактивна речовина** – радіонукліди ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ), які зумовлюють існування радіогенної теплоти, та продукти їх розпаду;
- 6) **космічна речовина** – космічний пил та метеорити

Сукупність усіх живих організмів на планеті, біомаса яких становить мізерну частинку біосфери (~0,001%) В. І. Вернадський назвав «живою речовиною». Планету населяє приблизно 500 тис. видів рослин і 1,5млн. видів тварин. Якщо зрівняти поверхню Землі і рівномірно розподілити на ній існуючих рослин, тварин і мікроорганізмів, то вони утворять шар завтовшки всього 2см.

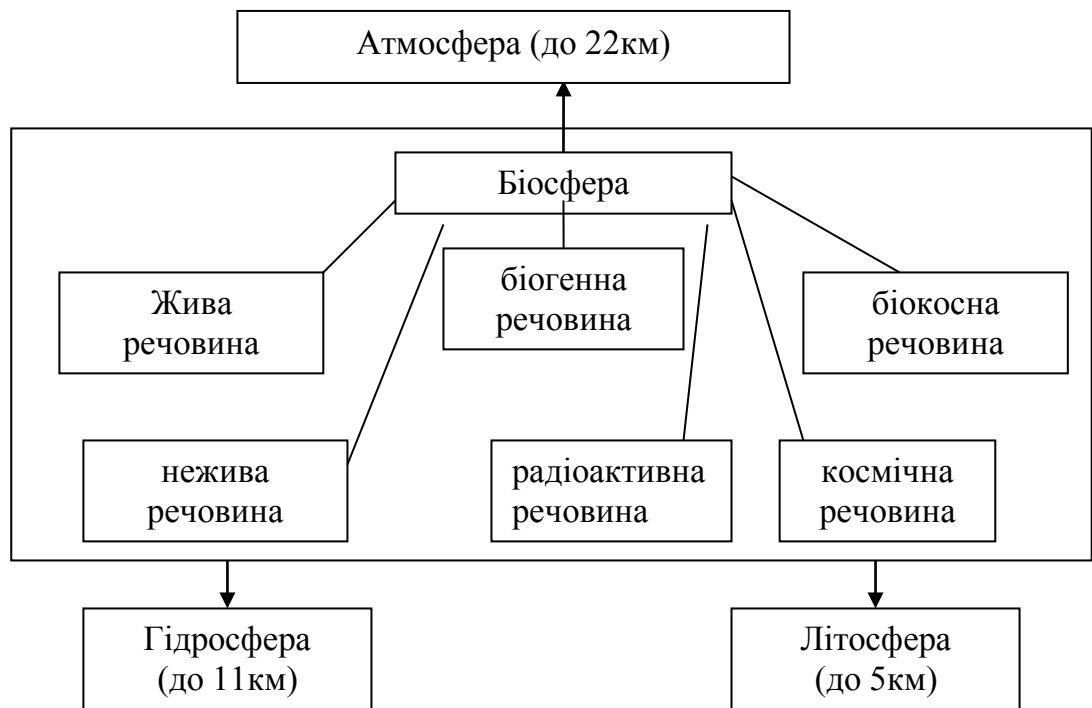
Жива речовина розміщена на планеті нерівномірно, що пов'язано з різними умовами існування.

**Біомаса** – це маса живої речовини ( виражається в одиницях маси чи енергії).

Основна маса живої речовини зосереджена на межі літосфери й гідросфери та у верхніх частинах гідросфери.

Океан бідніший на життя : біомаса світового океану в 1000 разів менша від біомаси суші.

За підрахунками В.І.Вернадського, біомаса всіх організмів Землі сягає  $10^{15}$  тонн, що складає менше 0,25% маси всієї біосфери.



#### 4 Закон біосфери В. І. Вернадського

Вернадському належить відкриття основного закону біосфери: «Кількість живої речовини є планетною константою з часів архейської ери, тобто за весь геологічний час»

#### 5 Ноосфера

**Ноосфера** (від гр. ноос – розум та sfera – куля) – якісно новий стан біосфери, за якого розумова діяльність і праця людини стають визначальним фактором.

#### 6 Кругообіг речовин і енергії в біосфері

Утворення живої речовини та її розклад – це дві сторони єдиного процесу, який називається біологічним кругообігом хімічних елементів. Життя – це кругообіг між організмами і середовищем. Причина кругообігу – обмеженість елементів, з яких будується тіло організмів.

**Біологічний кругообіг** – це багаторазова участь хімічних елементів у процесах, які протікають у біосфері. (три основних процеси: кругообіг вуглецю, азоту, сірки, в яких беруть участь 5 елементів: Mg, O, S, C, N).

## Контрольні запитання:

- 1) Що таке біосфера?
- 2) Які вчені розробили концепцію біосфери?
- 3) Які межі біосфери виділив В. І. Вернадський?
- 4) Що таке плетобіосфера?
- 5) Функції біосфери.
- 6) Який склад біосфери?
- 7) Що таке жива речовина?
- 8) Чому жива речовина розміщується нерівномірно?
- 9) Що таке біомаса?
- 10) Сформулюйте закон біосфери В. І. Вернадського.
- 11) Що таке ноосфера?
- 12) Які елементи (хім.) беруть участь у кругообігу речовини

## Лекція №4

**Тема:** Антропогенний вплив на біосферу. Техносфера. Техногенний вплив на атмосферу.

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з поняттям техносфера та техногенними факторами забруднення довкілля, з негативними наслідками техногенного впливу на атмосферу.

**Методи:** Лекція, усне опитування

### План:

- 1 Поняття техносфера та її розвиток
- 2 Техногенні фактори забруднення довкілля під впливом техногенної діяльності
- 3 Забруднення атмосфери галузями промисловості. Екологічні кризи
- 4 Зміни в атмосфері, зумовлені її забрудненням
  - 4.1 Глобальне потепління клімату (парниковий ефект);
  - 4.2 Руйнування озонової оболонки Землі;
  - 4.3 Кислотні дощі;
  - 4.4 Смоги.
- 5 Самоочищення атмосфери

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 60-96
- 2 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 161-179
- 3 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 64-73

## **1 Забруднення атмосфери галузями промисловості**

Найбільший вплив на стан атмосфери чинять:

- теплоенергетика (25,7%);
- металургійна промисловість (23,4%);
- підприємство хімічної та будівельної індустрії (21,1%);
- автотранспорт (11,6%) та інші.

У повітря надходять пил, важкі метали, вуглеводні, оксиди карбону, сульфур, нітрогену та інші речовини, зокрема в усіх термічних процесах, що стосується органічних сполук, також утворюється надзвичайно небезпечні для живих організмів і здоров'я людини бензоіпрен (його середньодобова ГДК у повітрі населених пунктів становить  $0,000001 \text{ мг/м}^3$ ).

Найвагоміший вплив на хімічний склад атмосферного повітря справляє спалювання кам'яного вугілля; останнім часом частка його джерела енергії зменшилася за рахунок використання нафти і природного газу. Однак оскільки це цінна сировини і запаси її значно менші, ніж кам'яного вугілля, у світі знову з'являється тенденція до збільшення використання вугілля як паливного ресурсу, що негативно впливає на стан довкілля за використання нинішніх технологій.

## **2 Зміни в атмосфері, зумовлені її забрудненням.**

### **2.1 Глобальне потепління клімату (парниковий ефект)**

Уперше парниковий ефект помітив у 1896 р. Шведський хімік С.Арреніус.

За прогнозами вчених до середини XXI ст.. температура приземної атмосфери може піднятися на 1,5 – 4,5 градусів С, що зумовить:

- підняття рівня Світового океану за рахунок теплового розширення води і затоплення прибережних зон;
- танення льодовиків;
- зміщення кліматичних зон (зонами землеробства стануть тайга і тундра).

Причиною потепління є збільшення в атмосфері концентрації парникових газів: вуглекислий газ (основні джерела – ТЕС, транспорт, сміттєспалювальні заводи, металургійні комбінати; гурти, дихання всіх живих організмів); метану (його хімічна і нафтодобувна промисловість); озону (утворюється під час грози, в озонаторах – для бактерицидної обробки, під час зварювання металів, добування озонів); пари води.

Деякі вчені дотримуються думки, що потепління – циклічне явище і зумовлене переважно зміною сонячної активності. Однією із причин вважають і теплу течію „Ель – Ніньо” (немовля).

З метою стабілізації вмісту вуглекислого газу в повітрі країни – члени ООН підписали в 1992 р. Конвенцію ООН про зменшення викидів цього газу.

## **2.2 Руйнування озонової оболонки Землі**

озонова оболонка, розміщена на висоті 20 – 30 км, захищає життя на планеті від жорстокого ультрафіолетового випромінювання  $< 320$  .

Основними руйнівниками озону вважають:

- **оксиди нітрогену**, які спричиняються випробуваннями ядерної зброї ( за високих температур в атмосфері азот взаємодіє з киснем з утворенням NO, який легко окислюється до NO<sub>2</sub>); запусками ракет і космічних кораблів, реактивними літаками, хімічними підприємствами із виробництвами та використання нитратної кислота;

- **фреони** – інертні речовини типу CF<sub>2</sub>CL<sub>2</sub>, CFCL<sub>3</sub> , які у верхніх шарах атмосфери відщеплюють атом галогену, що руйнує молекули озону і перешкоджає їх утворенню ( фреони широко застосовують у холодильній техніці як мастило, в парфумерії – як засіб для створення аерозолу). З метою збереження озонової оболонки в 1996 р. розвинені країни припинили виробництво фреонів, замінивши їх пропан – бутановою сумішшю);

- **пару води**, яка потрапляє до озонової оболонки з викидами ракет, літаків, утворюючи під час згоряння палива.

## **2.3 Кислотні дощі**

Цей термін вперше ввів у вжиток англійський інженер Р.Сміт у книзі „Повітря і дощі: початок хімічної кліматології”, хоча ще в 1696 р. Р.Бойль виявив кислоту реакцію дощової води.

Кислі атмосферні опади, які називають „кислотними дощами”, мають рН $<5,5$ . Основними їх чинниками є оксиди нітрогену і сульфур, а також пара кислот. Їх природними джерелами – транспорт, ТЕС, сміттєспалювальні заводи, металургійні комбінати, хімічні підприємства (добування нитратної та сульфатної кислоти, їх використання у виробництві добрив та органічному синтезі).

Наслідки випадання кислотних дощів:

- зниження рН поверхневих вод і ґрунтів та посилення міграції важких металів;
- опіки і зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин;
- корозія металевих виробів (одним із найсуттєвіших наслідків забруднення повітря SO<sub>2</sub> є прискорення корозії металів: в атмосфері промислових районів залізо і цинк швидко кородують, утворюючи розчинні сульфати; алюміній кородує повільніше, але

корозію прискорюють висока вологість і збільшення вмісту оксидів сульфату; мідь утворює патину синьо – зеленого кольору);

- руйнування будівель із вапняку та архітектурних пам'яток (кам'яна і бетонна кладки, вапняковий розчин і цегла поглинають  $\text{SO}_2$  – 1 моль  $\text{CaSO}_4$  займає більший об'єм, ніж 1 моль  $\text{CaSO}_3$ , тому в матеріалі виникає механічна напруга; тканини, поглинаючи  $\text{SO}_2$ , втрачають міцність, папір і шкіра руйнуються);
- загибель гідро біонтів;
- деградація лісів, зменшення стійкості дерев стосовно шкідників і патогенних мікроорганізмів;
- зміна активності ферментів у яйцеклітинах та ікра, що може призвести до загибелі молодняка риб.

Рекордно кислотний дощ ( $\text{pH} = 1,7$ ) випав у 1979 р. в Уїлінгу (США, штат Вірджинія).

## 2.4 Смог

**Смог** (явище, характерне для певних місць за певних метеорологічних умов і забруднення повітря. За походженням смоги поділяються на три типи: **лондонський** (чорний смог), **лос – анжелеський** (білий смог) та **льодяний** смог.

Причини **лондонського** смогу:

- низька температура (близько 0 С);
- вологість до 100%;
- підвищення вміст сажі, оксидів карбону, нітрогену, сульфур

що утворюються при спалюванні палива.

Такі смоги відомі лондонцям здавна: недаремно ще в 1273 р. було видано едикт, який забороняв спалювання вугілля в печах під час засідання парламенту. У 1952 р. такий смог забрав життя 4 тисяч жителів Лондона.

В Україні такі смоги спостерігаються у приморських містах.

**Фотохімічний смог лос – анжелеського** типу почав з'являтися над цим містом з 30 – х років ХХ ст.. Він виникає у разі дії сонячного світла на вуглеводні і проявляються у вигляді білого туману з неприємним запахом, що подразнює очі, слизові оболонки, органи дихання.

Білий смог формується за умов:

- високій температури (понад 30 С);
- відсутності перемішування шарів повітря у вертикальному напрямі (інверсія);
- значної концентрації викидів автотранспорту: вуглеводи, оксидів нітрогену, озону, акролеїну;
- утворення пероксицетилнітрату, що має лакриматору дію (подразнює слизові оболонки).

В Україні спостерігається в Дніпропетровську, Запоріжжі, Донецьку і навіть курортному місті Ялті.

**Льодяний смог** складається з дрібних кристалів льоду, які утворюють білий туман. Він характерний для північних широт за температур нижче  $-30\text{ C}$ , високої вологості та забруднення повітря.

Тривалість смоги призводять до задухи, бронхіальної астми, збільшення смертності, пригнічення рослинності, руйнування будівель, прискорення корозії металів та інших негативних наслідків.

### **3 Самоочищення атмосфери.**

Зниження забрудненості повітря відбувається завдяки різноманітним фізичним, хімічним та біологічним процесам:

- розсіювання в атмосфері забрудників, яке залежить від метеорологічних умов (вологості та температури повітря, швидкості вітру, фізичних та хімічних характеристик забрудників);
- руйнування забрудників під дією сонячної радіації (фотохімічні процеси);
- взаємодії між окремими забрудниками з утворенням нетоксичних чи менш токсичних сполук ( при взаємодії аміаку з хлоридом гідрогену утворюється хлорид амонію, який випадає з атмосферними опадами на землю поверхню);
- хімічні взаємодії між забрудниками і основним повітрям ( найчастіше киснем), наприклад окислення оксиду нітрогену (II) до оксиду нітрогену ( IV), але окисниками можуть бути і озон, пероксид гідрогену тощо.
- Поглинанню рослинами сполук нітрогену та сульфуру і використанню їх для синтезу органічних речовин.

### Контрольні запитання:

- 1 Які з галузей промисловості найбільш забруднює атмосферне повітря?
- 2 Які хімічні речовини є „забрудниками” атмосфери?
- 3 Які зміни відбуваються в атмосфері, із – за „забрудненням”?
- 4 Хто і коли першим помітив парниковий ефект?
- 5 Які гази називаються парниковим?
- 6 Які наслідки парникового ефекту?
- 7 Де розміщена озонова оболонка?
- 8 Назвіть основні хімічні речовини, що руйнують озон?
- 9 Хто і коли вперше ввів термін „кислотні” дощі?
- 10 Яка рН кислих атмосферних опадів?
- 11 Чим причинена поява кислотних дощів?
- 12 Які наслідки випадання кислотних дощів?
- 13 Що таке „смог”?
- 14 На які типи (за походженням) поділяються смоги?
- 15 На яких територіях України спостерігаються лондонський, та білий смог?
- 16 Які процеси в атмосфері призводять до її самоочищення

## Лекція №5

**Тема:** Техногенний вплив на гідросферу та літосферу.

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з водними ресурсами Землі, хімічним складом природних вод, класифікацією стічних, ознайомлення з проблемами захисту природи

**Методи:** Лекція, усне опитування

### План:

- 1 Водні ресурси Землі.
- 2 Хімічний склад природних вод
- 3 Класифікація стічних вод
- 4 Захист природи.
- 5 Пошкодження та вимирання видів. Червона книга.
- 6 Заповідники. Національні парки. Природо захисні зони. Природні парки. Пам'ятники природи.
- 7 Складові ландшафту, що охороняються

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 74-75,90-93
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с 181-183
- 3 Бойчук Ю.Д. та ін.. Екологія і охорона навколишнього середовища. – Суми: 2002, с. 236-249

Річки треба вважати найважливішою державною цінністю. Тільки так можна вберегти Радість, яку нам дають води, що течуть, і можливість у будь-яку хвилину втамувати спрагу. Адже немає на Землі напою кращого, ніж склянка холодної чистої 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 —  $1,46 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup> (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, як елемент глобальної екосистеми, виконує дуже важливі функції:

- вода — це основна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми, такі як медуза або огірок, на 98—99 %);
- з 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 використовується 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 занурюючися в неї); в 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  $600 \text{ ‰}$ ; 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.

Значну проблему для людства становить нерівномірний розподіл річкового стоку по поверхні Землі.

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.

*Підземні води* України мають не менше значення для забезпечення водою населення: близько 70 % жителів 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.

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.

Основний же споживач води — сільське господарство (70 % її загального використання). Це зумовлено передусім збільшенням площ зрошуваного землеробства. Зрошені 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 водоспоживання*, 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.

**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.

**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.

Здатність природних водойм до самоочищення (періодичність природного очищення):

- Світовий океан — 2500 років;
- підземні води — 1400 років;
- полярні льодовики — 9700 років;
- гірські льодовики — 1600 років;
- підземний лід районів вічної мерзлоти — 10 000 років;
- ґрунтова волога — 1 рік;
- води озер — 17 років;
- води боліт — 5 років;
- води в руслах річок — 16 днів;
- волога в атмосфері — 8—10 днів;
- вода в живих організмах — кілька годин.

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.

**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 води 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.

**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 океан 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 вилілася 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.

*Більш як половину біологічної піраміди, яку вінчає людина, становлять морські організми. Якщо вони загинуть, піраміда завалиться, зникне всяка основа життя на суші й у повітрі... Наземне життя дедалі більше залежить від життя в океані: мертвий океан — мертва планета.*

Т. Хейердал

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.

У 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  $5 \cdot 10^7$  Кі, тобто у Світовому океані сьогодні міститься 300 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.

Глобальні кліматичні зміни, зокрема потепління морських-вод, спричиняють негативні процеси в морських екосистемах.

◆ Так, восени 2002 р. в центральній частині Японського моря виявлено медуз-мутантів незвичайних розмірів. Одна з найбільших медуз була діаметром 3 м і масою понад 150 кг (вид *Stomolopus nomurai*). Екземпляри близько 1 м у діаметрі тисячами потрапляють у рибальські сітки. Потепління клімату призвело також до появи в Німеччині тропічних фімелів (фіолетові фімелі — теслі).

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».

**Літосфера** — це зовнішня тверда оболонка Землі, що охоплює всю земну кору й частину верхньої мантії; вона складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід. Літосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує важ-

- 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 і родовини, 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).

**Охорона, ґрунтів.** *Ґрунти* — органо-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, Швітря, сонячного тепла й світла. Це природні утворення, які характеризуються **родючістю** — здатністю забезпечувати „рос'яШй~речШШа="~ ми, 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 багатой трав'янистої рослинності. Найбільш] 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 та 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.

Ґрунти становлять величезну, цінність *МО* лише тому, що це основне джерело отримання продуктів харчування; крім того:

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

Тому 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 і посушливої зон ґрунти втратили здатність убирати й пропускати воду, їхня структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними сполуками. Повсюдно родючість ґрунтів катастрофічно зменшується.

За останні 35—40 років уміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,3—0,4 %. За розрахунками Української академії аграрних наук, щорічні втрати гумусу становлять від 0,6 до 1 т/га. Це наслідок використання недосконалих технологічних схем у сільському господарстві та істотного зменшення внесення органічних добрив, що пов'язане із занепадом тваринництва.

Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів — їх нейтралізація, розсолення, 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 десятки сантиметрів верхнього родючого шару перетворюючи багаті угіддя на безплідну пустелю. Активізують ерозію фунтів часті оранки, культивування, боронування, ущільнення, трамбування колесами й гусеницями важкої сільськогосподарської техніки.

До основних заходів задля відновлення ґрунтів на оголених ділянках належать: узсадження лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, запровадження сівозмін, періодична консервація угідь (коли земля «відпочиває»). Одне з найбільших лих після ерозії фунтів — 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 фунту 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 спостерігається в Середній

Азії вздовж Каракумського каналу, й у нас на півдні України, поблизу Північно-Кримського, Каховського та Краснознам'янського каналів.

**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, розширюються 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 відводиться під ріллю, 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. Так, за останні 50 років площа пустелі Сахара збільшилася на 650 тис. км<sup>2</sup>. Спеціалісти ООН підраховали, що у світі кожної хвилини на безплідну пустелю перетворюється 44 га землі!

**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.

Ліс — це особливий, незмірно добрий і безконечно щедрий організм, який не просить нічого для підтримки свого існування й великодушно розсипає продукти власної життєдіяльності; він бере під захист усі живі істоти й пропонує затінок навіть лісорубові, який губить його.

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!»

«Інші» землі поділяються на дві групи:

- 1) *малоприсадибні 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 інакше.

**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 залізородними 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 складують 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 фунтів 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 розвиненого 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.

*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 упорядковують, на їхніх берегах споруджують пляжі, бази відпочинку, висаджують дерева, кущі й 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).

**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 даними ООН, сьогодні з надр Землі щорічно видобувається близько 20 млрд т корисних копалин. При цьому разом із корисними копалинами з надр на поверхню піднімається ще більше пустих порід (за оцінками, 150 млрд т щороку). Всього ж, як вважають учені, за всю історію людства, починаючи від бронзового віку, було виплавлено 16 млрд т різних металів, у тому числі впродовж останніх 45 років — 11 млрд т.

Від середини XVI до середини XX ст. споживання людством заліза зросло в 5 тис. разів, і темпи його видобування подвоюються кожні 10 років.

Приріст видобутку урану: 1980 р. — 40—50 тис. т; 1985 р. — 85—100 тис. т; 2000 р. — 800 тис. т.

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.

*На скільки ж років людству вистачить земних запасів корисних копалин і які вони, ці запаси?* За даними науки геохімії, у верхній десятикілометровій товщі літосфери 99 % її маси становлять 12 хімічних елементів: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C і Cl. Решта елементів містяться в дуже невеликих кількостях. Тим часом людство використовує всі елементи таблиці Менделєєва, але в різних кількостях. За останні десятиліття величезного значення для економіки всіх країн набули нафта, газ, алюміній, титан, хром, нікель, кобальт, уран, манган, свинець та олово. Міжнародні експерти вважають, що за таких темпів споживання, які характерні зараз для найрозвиненішої країни світу — США, розвідані запаси цих корисних копалин на материках будуть вичерпані за кілька десятиліть (деяких — за одне-два століття). За даними ООН, ресурси 18 економічно найважливіших мінералів опинилися на межі цілковитого вичерпання, навіть за умови введення рециклічності й відновлення. Серед них — золото, срібло, ртуть, свинець, сірка, олово, цинк, вольфрам.

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 виплавлення сірки, газифікації вугілля в надрах та ін. Дуже перспективними вважаються *мікробіологічні методи добування корисних копалин*: виведено такі штами бактерій, які, розкладаючи сульфідів 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 і 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 із 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 замітники дефіцитних ресурсів.* Так, у машинобудуванні 1 т полімерних матеріалів може замінити 3 т дефіцитної бронзи.

Взагалі у світі спостерігається тенденція до зменшення обсягів використання природних ресурсів. Тому одним із головних завдань, що постають перед нашою молодою 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 із 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.