

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник директора з НР  
\_\_\_\_\_ Л.М. Рославець  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Методичні вказівки щодо організації  
самостійної роботи студентів II курсу  
з дисципліни ЕКОЛОГІЯ  
спеціальності:  
071 «Облік і оподаткування»

Уклав

Боровик Л.Я.

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

## Самостійне заняття №1

**Тема:** Людське суспільство та середовище його існування

**Мета:** Розвиток творчих, самостійних здібностей та активізація розумової діяльності студентів; ознайомлення з середовищем існування людського суспільства

### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

- 1 Поняття про навколишнє середовище, його структура.
- 2 Географічна оболонка.
- 3 Атмосфера.
- 4 Літосфера.
- 5 Гідросфера
- 6 Природні ресурси.

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 14-20
- 2 Бойчук Ю.Д. та ін.. Екологія і охорона навколишнього середовища. – Суми: 2002, с. 80-144
- 3 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 15-27

## 1 Поняття про навколишнє середовище, його структура

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

Розглядаючи екологію як науку про взаємозв'язки всіх живих організмів з навколишнім середовищем і їхню взаємозалежність, ми повинні розглянути поняття середовища, в якому вони взаємодіють.

Природа - це об'єктивна реальність, результат еволюції розвитку матеріального світу, що існує незалежно від свідомості людини.

Навколишнє середовище сукупність усіх умов, в яких існують організми.

Поняття «природа» і «навколишнього середовища» дуже подібні, але поняття «природа» значно ширше. Навколишнє середовище утворилося в результаті тривалої еволюції планети Земля під впливом людської діяльності, створення так званої «вторинної природи», т.б. міст, заводів, каналів, транспортних магістралей тощо.

Середовище – це і простір для проживання, і велике джерело ресурсів, воно справляє великий вплив на духовний світ людей, на їхнє здоров'я і їхній настрій.

Ми давно не живемо у природі, а мешкаємо у середовищі, антропогенно зміненому, трансформованому під впливом діяльності людини. Таким чином формуються взаємовідносини «людина - довкілля».

Географічне (навколишнє) середовище містить:

- природне
  - техногенне
- } середовища, які тісно переплелися.

Структура природного середовища

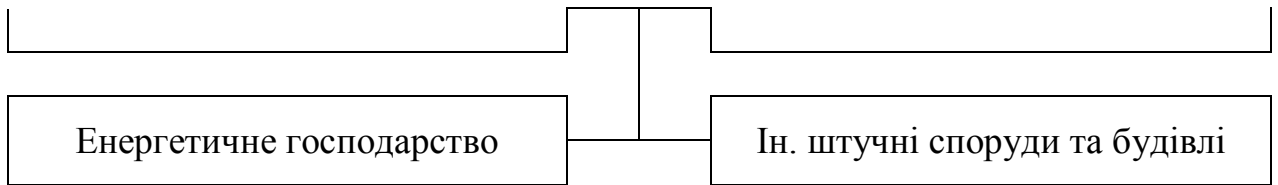
Середовище, якого оточує людину, формувалось мільйони років.

Середовище складається:

- 1) штучного середовища, створеного людьми в процесі розвитку (господарсько – побутової, транспортної, енергетичної та інших інфраструктур);
- 2) природного середовища, яке утворилося в процесі еволюційного формування Землі й життя на ній;
- 3) природних ресурсів, без яких неможливе існування та розвиток суспільства.

### Структурна схема довкілля людини





## 2 Географічна оболонка

Географічна оболонка – комплексна оболонка землі, що утворилася внаслідок взаємопроникнення і взаємодії речовини окремих геосфер – літосфери, гідросфери, атмосфери. Географічна оболонка є навколишнім середовищем людського суспільства і, в свою чергу, зазнає значного перетворення від нього.

Межі географічної оболонки:

- 1 Верхня → в атмосфері (на висоті 25-30 км)
- 2 Нижня
  - в літосфері (на глибині кілька сот метрів)
  - в гідросфері (4-5 км по океанічному дну)

Географічна оболонка – найбільш природний комплекс, в розвитку якого є певні закономірності:

а) цілісність – всі компоненти Г.О. становлять єдине ціле, взаємодіють між собою, ва речовина і енергія перебувають у постійному кругообігу;

б) ритмічність – періодичне повторення подібних природних явищ, які тривають добу (день і ніч), рік (весна, літо, осінь, зима), тисячоліття (похолодання і потепління клімату).

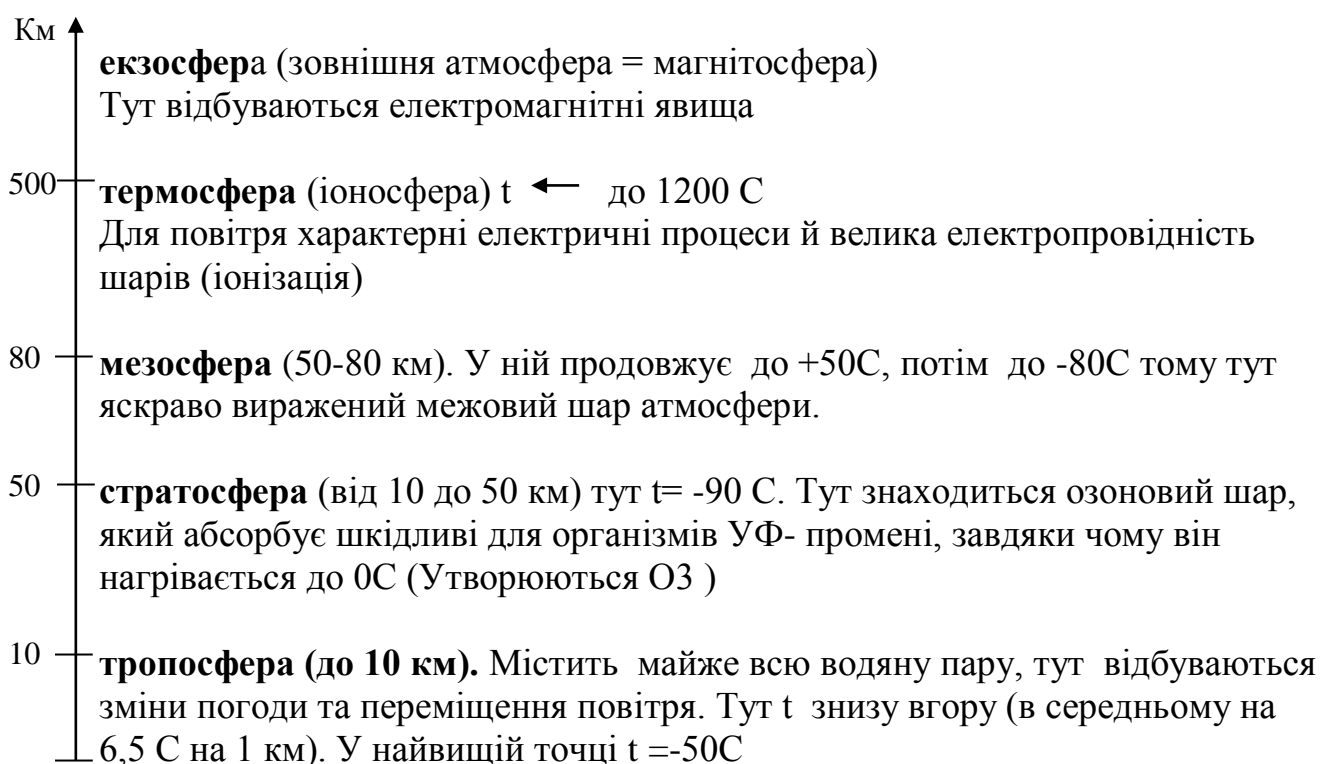
в) зональність – зміна характеру і властивостей природних комплексів та їх компонентів від екватора до полюсів, пов'язана з нерівномірним розподілом сонячного тепла залежно від географічної широти.

г) висотна поясність – зміна рельєфу, клімату, вод, ґрунтів, рослинного і тваринного світу залежно від абсолютної висоти місцевості, експозиції схилів та протяжності гірських країн щодо переважаючих повітряних мас.

### 3 Атмосфера

Атмосферне повітря є одним з головних джерел життя на Землі. Людина не може прожити без повітря більше 5хв. Потреба людини в повітрі залежить від його стану, умов роботи і лежить в межах 15 до 150 тис. л на добу. Повітря використовується і в багатьох виробничих процесах, оскільки є окислювачем при горінні.

Атмосфера – зовнішня газова оболонка Землі, що сягає від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км і ділиться на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу.

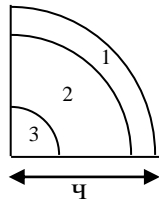


### 4 Літосфера

**Літосфера** – зовнішня тверда оболонка Землі, яка включає всю земну кору з частиною верхньої мантії Землі й складається з осадкових, вивержених і метаморфічних порід. Розглянемо в загал. Вигляді геолог. Оболонку Землі.

Третя за віддаленістю від Сонця планета \_ Земля має радіус 6370 км і складається з 3-х оболонок:

1. кора
2. мантія
3. ядро



Земна кора – тонка верхня оболонка, яка має товщину 40-80 км на континентах і 5-10 км – під океанами; що становить 1% маси Землі.

Земна кора – населена живими організмами лише у верхніх шарах ґрунту.

Вісім елементів утворюють 99,5% земної кори: O, Si, M, Al, Fe, Mg, Ca, Na.

Ґрунти – органо – мінеральний продукт багаторічної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла. (Знаходиться у верхній частині континентальної земної кори). Ґрунти мають товщину від 15-25 см до 2-3 м.

На глибині 100 км t -1300 К; 3000 км -4800 К , а в центрі земного ядра – 6900 К.

## 5 Гідросфера

Гідросфера – це водна сфера нашої планети, сукупність океанів, морів, вод континентів, льодовикових покривів. Поверхня Землі на 71% покрита водою. Основна частина цієї води (понад 80%) перебуває у глибинних зонах Землі - в її манті. Підземна частина гідросфери охоплює ґрунтові, підґрунтові, між пластові безнапірні і напірні води, тріщинні води і води карстових порожнин у легкокорозчинних породах (вапняках, гіпсах, тощо).

## 6 Природні ресурси.

Природні ресурси - до них належать компоненти і сили природи, які на даному етапі розвитку продуктивних сил та вивченості використовуються

або можуть бути використані як засоби виробництва і предмет споживання, для задоволення мінеральних та духовних потреб суспільства.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Що таке «Природа», «середовище існування»?
- 2 Дайте визначення навколишнього середовища.
- 3 Які складові компоненти входять до географічного середовища?
- 4 З чого складається структура природного середовища?
- 5 З чого складається структура штучного середовища?
- 6 Що таке географічна оболонка?
- 7 Які межі географічної оболонки?
- 8 Перечисліть закономірності географічної оболонки.
- 9 Що таке атмосфера? Які її межі?
- 10 Перечисліть шари атмосфери та вкажіть їхні характерні особливості.
- 11 Що таке літосфера?
- 12 З яких оболонок складається Земля?
- 13 Перелічить основні хім. елементи, що входять до складу земної кори.
- 14 Що таке ґрунт?
- 15 Дайте визначення «гідросфера»?
- 16 Що таке природні ресурси?



## Самостійне заняття №2

**Тема:** Природні ресурси

**Мета:** Ознайомлення з природними ресурсами, життєвим простором

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Біологічні ресурси.
- 2 Мінеральні й енергетичні ресурси.
- 3 Кліматичні ресурси.
- 4 Життєвий простір.

**Практичне завдання:**

Тема реферату: - “Сукупність видів тварин і рослин Землі – генетичний фонд”

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 57-61
- 2 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 24-27

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте визначення “природні ресурси”.
- 2 Які природні ресурси ви знаєте?
- 3 Що відноситься до біологічних природних ресурсів?
- 4 Як умовно поділяються природні ресурси Землі?
- 5 Для чого необхідні біологічні ресурси?
- 6 Які ресурси є матеріальним джерелом виробництва суспільства?
- 7 Що таке клімат? Яких періодичних змін зазнає клімат?
- 8Що відноситься до життєвого простору?

## **ПРИРОДНІ РЕСУРСИ ЗЕМЛІ**

### **БІОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ**

Для життя та діяльності людям необхідні такі ресурси: біологічні – повітря, вода, харчові продукти тваринного й рослинного походження; мінеральні й енергетичні — руди, нафта, вугілля тощо; кліматичні; простір для життя, роботи та відпочинку; генетичний фонд (адаптаційна здатність живої речовини).

Використання й переробка людиною природних ресурсів супроводжується поверненням у біосферу інших компонентів— залишків або відходів. Вони забруднюють біосферу, знижують цінність інших, ще не використаних, ресурсів.

Природні ресурси Землі поділяються на умовно невичерпні (енергія сонця, океану, вітру й земних надр, а також повітря й вода) та вичерпні до яких належать відновлювані (рослинний, тваринний світ і родючість ґрунтів) і невідновлювані (життєвий простір, енергія рік і корисні копалини).

Нарешті, чи не найголовнішим ресурсом людства є його розум.

Підраховано, що сумарна маса мозку людства становить сьогодні 9 млн т. Можливості розуму безмежні. Головне питання — чи зуміє людство правильно розпорядитися цим чудом, яке йому дала природа.

Біологічні ресурси необхідні для життя людини, задоволення її фізіологічних потреб. Такі з них, як вода й атмосферне повітря, могли б вважатися, невичерпними, настільки вони великі за об'ємом і масою. Проте людині потрібні не повітря й вода взагалі, ці речовини повинні мати цілком певні властивості та якість. А нині в зв'язку з активними викидами в атмосферу різних шкідливих відходів діяльності людини вода й повітря на Землі забруднені, а в деяких регіонах вони стали шкідливими для людей і непридатними для технологічних потреб.

Щодо харчових продуктів, то перш за все виникає запитання, чи може взагалі Земля прогодувати швидко зростаюче людство. Згідно з оцінками економістів і вчених природничиків, за умови оптимальної організації господарства Земля може прогодувати й дати інші види сировини 10—12 млрд людей. А нині, коли на Землі живе понад 5 млрд чоловік, примара голоду нависла над багатьма країнами, особливо африканськими й латиноамериканськими, що лише недавно стали на шлях активного розвитку. За даними ВОЗ (організація ООН з питань охорони здоров'я) щорічно на Землі безпосередньо від голоду та хвороб, зумовлених недоїданням, вмирає 3 млн дітей. Це — ганьба для людства, що витрачає величезні кошти на воєнні потреби. Які ж є перспективи задоволення потреб у продуктах харчування зростаючого населення Землі?

Оскільки земель, які могли б бути додатково використані для сільськогосподарських потреб, в першу чергу для вирощування зерна, на Землі вже практично не залишилося, єдиним шляхом збільшення кількості харчових продуктів є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва.

Відомий російський вчений-генетик М. Тимофєєв-Ресовський ще в 1968 р: запропонував програму інтенсифікації. В найзагальніших рисах вона передбачає такі заходи.

1. Підвищити щільність зеленого покриву планети. Засоби сучасної науки й технології дозволяють збільшити його в 1,5—2 рази порівняно зі станом на сьогодні. Поки що ж ми, люди, в своїй господарській, промисловій діяльності та в побуті, навпаки, скорочуємо його. Тане, як шагренева шкіра, площа тропічних лісів, особливо найбільшої їх ділянки— амазонської, активно наступає на африканську савану Сахара.

2. Намагатися підвищувати в рослинних угрупованнях, що вкривають Землю, частку рослин з найвищим ККД поглинання сонячної енергії в процесі фотосинтезу (в різних видів рослин він коливається від 2 до 8 %) Цей захід теж може підвищити продуктивність біосфери (її материкової ділянки) ще в 1,5—2 рази.

3. Різко підвищити продуктивність біосфери шляхом точного вивчення процесу відтворення мас рослинності, відновлення-запасів корисних для людини тварин, хутрових звірів, копитних, морських звірів, птахів, риб, безхребетних, особливо в океані. Дуже великі й ще невикористані ресурси зберігає Світовий океан. Підраховано, що річна первинна продукція океану становить 600—800 млрд т біомаси (в середньому по 200 т на кожного жителя Землі). Споживається ж її сьогодні в 10 тис. разів менше. Нехай навіть далеко не вся біомаса океану може без шкоди для його екосистем вилучатися для потреб людини, ясно, що ми, використовуємо цей величезний резерв недостатньо.

4. Збільшити продуктивність сільськогосподарських культурних рослин і домашніх тварин. Підвищення ефективності й прискорення селекції культурних рослин і домашніх тварин мають ґрунтуватися на досягненнях генетики, зокрема генної інженерії.

Слід наголосити, що з майже 3 млн видів рослин, тварин і мікроорганізмів, що становлять населення біосфери, людина може ще вилучити для одомашнення й селекції дуже багато видів. Одомашнення тварин і рослин людина подала в неоліті. Як свідчать археологічні знахідки, першим був одомашнений собака близько 10—12 тис. років тому. Можливо, він був гібридом вовка та шакала. Овець почали розводити 9 тис. років тому, трохи пізніше приручили кіз.

Зерно в ті часи ще збирали серед дикоростучих трав. Перший збір урожаю зерна, відомий з розкопок у Іраку, відбувся 7 тис. років тому. Останнім-одомашненим видом тварин її був кролик (XIV ст.). Усього ж людиною було одомашнено по кілька десятків видів рослин і тварин, отже, залишилися ще великі невикористані резерви живої природи.

5. Нарешті, більш активно втручатися до тієї ланки біосферного кругообігу речовин, де має місце розклад органічних речовин, тобто до виходу з біосферного кругообігу. Слід організувати справу так, щоб не допускати

розкладу органічних речовин до малоцінних дрібних молекул газів і неорганічних солей, а вловлювати більш цінні великі органічні молекули вуглеводів, білків і жирів.

### **МІНЕРАЛЬНІ Й ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ**

Мінеральні й енергетичні ресурси — головне джерело матеріального виробництва суспільства. Основою енергетики людства нині є викопне вуглеводневе паливо (вугілля, нафта, природний газ). Це дуже нераціональне використання багатств, які природа накопичувала протягом цілих геологічних ер. Справа в тому, що вуглеводневі ресурси є прекрасною сировиною для хімічного синтезу. Проте ми змушені спалювати цю цінну сировину, оскільки інші способи добування електричної й теплової енергії на сьогодні розроблені ще недостатньо.

Запаси руд металів теж значною мірою вже вичерпані. Точніше, вичерпані чи вичерпуються багаті родовища руд в верхніх горизонтах земної кори. Нині розробляють і бідніші руди (з меншим вмістом корисних компонентів), родовища, що залягають глибше, в складніших геологічних умовах. Це здорожує мінеральну сировину, робить її більш дефіцитною. Проте говорити сьогодні про неминучу кризу мінерально-енергетичних ресурсів некоректно. Вчені й технологи розробляють нові методи видобування цінних компонентів з бідних руд, впроваджують заміники цінних металів, дедалі повніше використовуються вторинні ресурси тощо. Дуже великим і ще майже невикористаним резервом ресурсів є Світовий океан.

### **КЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ**

Люди живуть у всіх кліматичних зонах Землі — від тропіків до полярних широт. Однак у екстремальних умовах людина змушена витратити надто багато сил і ресурсів для забезпечення життя й діяльності. Дехто з футурологів прогнозує, що в майбутньому переважна частина людства буде постійно жити в субтропіках типу середземноморських, де благодатний клімат не потребує великих витрат на опалення, де можна будувати легкі житла й не носити теплий одяг, а смачні й поживні субтропічні овочі й фрукти споживати, не перевозячи їх за тисячі кілометрів. Проте, на нашу думку, ніколи не залишаться безлюдними середні широти з помірним кліматом, чергуванням зими з її бадьорими морозами та жаркого літа, з таким розмаїттям ландшафтами. Та й великі центри індустрії й культури раціональніше використовувати там, де вони історично склалися.

Клімат зазнає періодичних змін, які мають тенденцію до ритмічності й циклічності. Діяльність людини вносить корективи (здебільшого небажані) в природні кліматичні цикли. Так, спалювання великої кількості мінерального палива зумовлює глобальне потепління клімату, а якщо процес розвиватиметься так і надалі, це може мати негативні для людства наслідки. Досі існує небезпека катастрофічних глобальних змін клімату в разі ядерного конфлікту, який може призвести до загибелі не лише людства, а й біосфери в цілому.

## **ЖИТТЄВИЙ ПРОСТІР**

Наприкінці неоліту площі, на яких жили Люди, були крихітними острівцями серед океану незайманої природи. Нині, після 6 тис. років експансії людини, становище майже протилежне. З загальної площі материків (148,85'млн км<sup>2</sup>) 15,1 млн км<sup>2</sup> обробляється та зайнята містами й селами, 30,5 — луками й пасовиськами, 61,65 — скелями, пустелями, льодовиками тощо, 41,6 млн км<sup>2</sup> — лісами.

Людина освоює простір і у вертикальному напрямку: збільшується висота будинків у містах, освоюється й підземний простір (метро, трубопроводи тощо).

Накопичений досвід свідчить, що для збереження природного середовища великого регіону в оптимальному становищі, тобто щоб не порушити кліматичних умов і забезпечити виробництво харчових продуктів у необхідній кількості, а також відпочинок людей, треба близько 30 % площі залишити в стані, наближеному до природного (національні парки, ліси, заказники). Половина з тих 70 % площі, то залишається, має відводитися під виробництво продуктів і харчування. Зменшення площ «дикої» природи неприпустиме, бо це неодмінно призведе до екологічної катастрофи. Слід зазначити, що абсолютно «дикими», недоступними для втручання людини, повинно бути лише 3—5% площі, але вона має дуже велике значення, бо забезпечує збереження рідкісних видів тварин і рослин (заповідники).

## Самостійне заняття №3

**Тема:** Ноосфера. Біосфера - 2

**Мета:** Ознайомлення з поняттям та ознаками популяції, популяційними аспектами розвитку людства

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Загальні уявлення про ноосферу
- 2 Біосфера - 2

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь,1995, с. 56-64
- 2 Білявський Г.О., Костіков І.Ю., Фурдуй Р.С. Основи екології - К.: Либідь,2004, с. 106-108
- 3 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 34-37

### НООСФЕРА

Людина в біосфері Землі нині є новою силою, новим фактором.

«Суспільство,—писав В. Вернадський — стає в біосфері єдиним у своєму роді агентом, могутність якого з часом збільшується із наростаючою швидкістю. Воно одне змінює по-новому й з великою швидкістю структуру самих основ біосфери. Воно стає все більш незалежним від інших форм життя й еволюціонує до нового життєвого прояву».

Нині людина оволодіває найбільшими, найпотаємнішими силами природи, і це поставило її перед найболючішим питанням — про саму себе. Хто ж вона, людина, яке її місце в світі? Які її права й обов'язки щодо матері-природи й самої себе? Чи є межа цих прав? А якщо є, то де вона?

«Людина вперше реально зрозуміла,— писав Вернадський,— що вона — житель планети й може, повинна мислити й діяти в новому аспекті, не лише в аспекті окремої особи, сім'ї або роду, держав або їх союзів, але й в планетному аспекті».

Особливе значення в усвідомленні людиною свого місця й ролі на Землі мав її вихід у Космос, коли вона змогла подивитися на свій «дім» збоку, з висоти

космічних орбіт. Космонавт В. Севастьянов пише: «На наших очах і за нашою участю відбувається процес, який можна порівняти з революційним переворотом Коперника. Ми вдруге — й тепер уже практично — долаємо психологічний бар'єр геоцентризму. Перше подолання цього бар'єра — теоретичне—було здійснене Миколаєм Коперником. Він довів, що Земля— не центр Світобудови, а рядова планета, що обертається разом з іншими планетами навколо Сонця. Але, теоретично змістившись з п'єдесталу «пупа Всесвіту», Земля практично залишалася для людства його єдиним і неосяжним Всесвітом. Величезні незвідані простори (не нанесено на карту цілі материки), гігантські матеріальні й енергетичні ресурси (ліси, землі, тваринний світ, корисні копалини — всього в достатку) — це був для людства цілий Космос, який належало пізнати, заселити, освоїти. З тих пір (з часів Коперника) ситуація докорінно змінилася. Завдяки бурхливому науково-технічному розвитку, ! особливо за останні 200 років, Земля стала практично тим, чим вона була теоретично — кінцевим фізичним об'єктом».

Цю ж ситуацію влучно характеризує американський письменник-фантаст А. Кларк: «Куля, навколо якої можна облетіти за 90 хвилин, вже ніколи не буде для людей тим, чим вона була для наших предків».

Дійсно, зараз складаються зовсім нові взаємовідносини в системі людина — біосфера. Земля, що завжди здавалася людині неосяжною, безкраєю, великою, сили якої викликали в неї благоговійний трепет, були грізним нагадуванням про слабкість гомо сапієнс, сьогодні вже такою не є. Хоча природні сили й нині не стали слабкішими й час від часу нагадують про себе руйнівними землетрусами або іншими стихійними лихами, але могутність людини здається просто безмежною. Діяльність людини нині зрівнялася з деякими геологічними силами. Наприклад, за рахунок роботи тисяч радіостанцій, телепередавачів, релейних ліній тощо Земля випромінює енергії в радіодіапазоні (на метрових хвилях) більше, ніж Сонце.

Щорічно людство лише в сільському господарстві переміщує, перевертає, перелопачує своїми плугами, тракторами, луцильниками масу ґрунту, в 200 разів більшу, ніж увесь пісок, намул, глина, які виносяться в океан всіма ріками Землі. Ми стали провокувати справжні землетруси — й не лише за рахунок підземних ядерних вибухів, а й завдяки спорудженню в сейсмічних районах великих водосховищ. Французький учений Ж. Лабейрі підрахував, що за останні 15 років людина збільшила швидкість свого пересування по планеті в 100 разів, посилила експлуатацію природних ресурсів у тисячу разів, а її військова міць зросла в мільйон разів. Сьогодні людина не лише використовує всі елементи таблиці Менделєєва, а й створює такі, яких раніше не було на Землі, наприклад, плутоній.

Усе, добуто з надр Землі, людина розсіює на величезних просторах, колосально прискорюючи переміщення хімічних елементів у біосфері Землі, порушуючи традиційні біогеохімічні цикли, що склалися протягом

мільйонів років. Запаси, які природа накопичувала в своїх коморах протягом цілих геологічних періодів, людина розтратила за лічені десятиліття.

Натомість вона вносить у природу нові сполуки, здебільшого шкідливі для біосфери. На сьогодні за рахунок техногенної діяльності в біосферу потрапило вже близько 50 тис. різновидів хімічних речовин, не властивих природі.

Люди ще не усвідомили як слід очевидного факту: Земля, на якій вони розвинулися до сучасного рівня,— це маленька планета з обмеженими ресурсами, з дуже вразливим режимом. Вона вимагає до себе тим дбайливішого ставлення, чим ширшими стають можливості людини порушити цей режим.

Ось як оцінює ситуацію, що складається нині на Землі, акад. Б. Раушенбах: «Головною причиною численних вад прогресу я назвав би протиріччя між вже й тепер вражаючою, постійно зростаючою міццю людини й нашим розумом, який ніби не встигає за самим собою. Із звичайної практики випливає правило: сильним рукам потрібна тямуща й обережна голова. А якщо сила рук незмірно збільшена технікою, то ті вимоги, які ставляться до голови, зростають багаторазово. Пішохід — навіть необережний і безвідповідальний - це одне. І зовсім інше — безвідповідальний водій автобуса або пілот сучасного літака. Мені здається, що ми, людство, опинившись за штурвалом «літака прогресу», ще не зжили в собі вчорашньої пішохідної безтурботності».

Ця безтурботність людства базується на екологічній неосвіченості й невігластві. Суспільство продовжує застосовувати такі методи одержання потрібного продукту (металу, хліба тощо), які забезпечують вихід у кращому разі 1—2 % сировини, а решта в зміненому, екологічно спотвореному стані повертається в біосферу у вигляді відходів. Кількість відходів зростає по експоненті, й для них на планеті вже немає місця. Знівечено й спотворено всю природу. А тим часом людина не може жити в інших умовах, ніж ті, в яких вона сформувалася.

Людина повинна дихати, й притому чистим повітрям, а нині па планеті чистого повітря практично немає ніде.

Нам потрібно пити чисту воду, а сьогодні на планеті немає абсолютно чистої води, біля багатьох озер і річок стоять застережні таблички: «Купатися небезпечно!»

Нам треба їсти, а врожайність ґрунтів знижується через постійне забруднення промисловими викидами, нерозумну меліорацію тощо.

Вибухи атомних бомб у 1945 р. і в десять разів потужнішого термоядерного заряду в 1952 р. знаменували новий етап у історії людства. Вступивши в ядерну еру, воно втратило безсмертя. Нині технічно можливим стало навіть те, що є повним логічним абсурдом: багатократне знищення всього людства. Адже один стратегічний підводний човен має вибуховий потенціал, що дорівнює потенціалу кількох других світових війн. Про це пророче писав В.



Вернадський ще в 1921 р.: «Недалеко той час, коли людина одержить у свої руки атомну енергію, таке джерело сили, яке дасть їй можливість будувати своє життя так, як вона захоче... Чи зуміє людина скористатися цією силою, скерувати її на добро, а не самознищення?»

Нині, коли небезпека ядерної війни зменшилася, головною проблемою, що постала перед людством, є екологічна ситуація на Землі, загроза "руйнування та загибелі біосфери, а отже й самого людства, спричинена його власними діями. Найдалекоглядніші вчені передбачали цю загрозу давно. Так, відомий французький натураліст Ж. Ламарк ще в 1820 р. писав, що людина, завдяки виготовленню й удосконаленню різних знарядь, зуміла підкорити собі тварин, які зростом і силою переважали її. Людство швидко збільшило свою чисельність, зайняло всі місця, придатні для проживання, усунувши конкурентів. Як вважав Ламарк, людина, засліплена власним егоїзмом, не замислюється над наслідками своєї діяльності.

Негативно оцінює діяльність людини й американський дослідник Г. Марш. У 1866 р. він змалював вражаючу картину негативних змін довкілля, спричинених людиною — знищення лісів, видів тваринного й рослинного світу тощо. Жива природа, на думку Г. Марша, становить певну цілісність, що перебуває в динамічній рівновазі. Людина постійно й дедалі більше порушує цю рівновагу та пропорції між органічними й неорганічними складовими довкілля, а це, в свою чергу, зумовлює дію руйнівних сил. Людина, вважав Марш, винищує природу, причому з розвитком цивілізації темпи та нещадність цього процесу зростають. Діяльність людини може призвести до таких змін клімату, наслідком яких буде загибель самого людства. Г. Марш закликає «...бути обережним, коли йдеться про широкомасштабні втручання в безпосередні порядки органічного чи неорганічного світу».

Разом із тим існували й інші погляди щодо взаємодії людини й довкілля. Деякі відомі натуралісти XVIII ст., зокрема француз Ж. Бюффон і росіянин К. Бер,- а також англійський учений XIX ст. А. Уоллес, висунули тезу про протистояння людини природі, розглядали природу як явище, вороже цивілізації, несумісне з нею чи принаймні таке, що потребує докорінних змін, удосконалення та пристосування до потреб людства. Подібної точки зору дотримувався й видатний російський учений К. Е. Ціолковський. Він вважав, що в майбутньому на Землі мають жити лише люди, а тварини будуть усунені людиною за допомогою «гуманних» методів, зокрема стерилізації. Сама ж людина, згідно з передбаченнями Ціолковського, мусить перебудувати власний організм і стати автотрофною істотою, здатною безпосередньо засвоювати сонячну енергію. Така «ефірна істота» буде існувати незалежною від біосфери й неодмінно переселиться із Землі в Космос, де для неї існують кращі умови — море сонячної енергії, відсутність тяжіння тощо. В еру освоєння Космосу часто згадують крилатий вислів Ціолковського: «Земля — колыска людства, та не можна ж вічно жити

в колісці». Але мало хто знає, що для Ціолковського це було програмою розвитку всього людства на майбутнє.

Найповніше цей підхід до проблеми розвитку людства та його взаємовідносин із біосферою було втілено в концепції ноосфери. Термін «ноосфера» (з грец.— сфера розуму) запропонував французький філософ і природознавець "Пі. Тейяр де Шарден. Виповнив його змістом і розвив В. І. Вернадський. У своїх працях, зокрема в статті «Кілька слів про ноосферу»», опублікованій незадовго до смерті вченого в 1944 р., Вернадський наводить свої думки про подальший розвиток біосфери та її перехід у нову якість — ноосферу.

За концепцією ноосфери, людство перетворилося на найпотужнішу геологічну силу на планеті. Вернадський підкреслює, що протягом останніх 500 років воно освоїло нові форми енергії — парову, електричну, атомну, й навчилося використовувати майже всі хімічні елементи. Людина проникла на кілометри в глиб Землі й піднеслася на літальних машинах на 20 км над її поверхнею. Людство освоїло всю біосферу й одержало набагато більшу, порівняно з іншими організмами, незалежність від навколишнього середовища. Наукова думка й діяльність людини змінили структуру біосфери, зумовили фізичні й хімічні зміни атмосфери, гідросфери та літосфери Землі. Незаймана природа швидко зникає, з'являються нові екосистеми та ландшафти — міста, культурні землі, для яких характерні простіші угруповання організмів.

Оскільки деякі зміни в біосфері є небажаними для людей. Вернадський вважає, що вони мають докласти певних зусиль, щоб, скажімо, зберегти корисні види рослин і тварини. Тобто його підхід до цієї проблеми є суто раціоналістичним — зберегти в біосфері слід лише те, що визнається корисним чи вигідним людям.

«Середовище є чужим для людини та її культури, здійснює на неї тиск», — пише вчений. Він вітає той факт, що «дика» біосфера закономірно замінюється ноосферою, тобто якісно новою біосферою. Біосфера, таким чином, розглядається як будівельний матеріал для створення ноосфери. На думку Вернадського, розум людини в далекому майбутньому має стати основною керівною силою розвитку ноосфери.

Таким чином, ноосфера в розумінні Вернадського є фактично синонімом тієї техносфери, яка нині створюється на Землі. Через 50 років після виходу його праць з'ясувалося, що розвиток техносфери спричинює руйнування біосфери, зокрема її основних, життєво важливих для існування людства ланок. Нині постала загроза загибелі цивілізації та повної деградації біосфери, що, зокрема констатується в рішеннях Всесвітньої конференції ООН з навколишнього середовища й розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992).

За підрахунками екологів, для крупних тварин із масою тіла більше 1 кг, зокрема ссавців, у будь-яких біотах існує певне порогове значення споживання — близько 1 % продукції біоти. В разі, якщо якийсь вид

починає споживати більше, діяльність біоти дезорганізується, й стійкість навколишнього середовища порушується. Щоправда, завдяки, великим розмірам біосфери порушення в біоті може компенсуватися іншими біотами, і стійкість усієї системи зберігається. Проте людство нині досягло такого рівня розвитку, коли порушуються всі складові біосфери, вся біосфера в цілому.

Поки людство було нечисленним і споживало менше одного процента продукції біоти, природні угруповання видів компенсували несприятливі наслідки діяльності людини, зберігаючи незмінним навколишнє середовище. В ХХ ст. частка споживання людиною продукції (їжа для людей і свійських тварин, використання деревини тощо) збільшилася до десятків відсотків. Це на порядок перевищує допустиме порогове навантаження на біоту, яке вже не компенсується зруйнованою біотою континентів, що сама стала забруднювачем навколишнього середовища. Так, нині в атмосферу біотою континентів викидається стільки ж вуглекислого газу, скільки виділяється внаслідок спалювання мінерального палива.

Крім того, до появи людини всі процеси в біосфері базувалися на використанні відновних ресурсів. Нині 90 % споживаної енергії людство одержує з невідновних джерел, їх використання призводить до незворотних порушень у біосфері. Наприклад, природа за мільйони років не створила механізмів нейтралізації радіоактивного забруднення поверхні землі чи вод. Абсолютно нереальною сьогодні видається ідея Вернадського, згідно з якою розум людини може керувати всіма процесами в біосфері. За підрахунками доктора фізико-математичних наук В. Горшкова, на Землі існує 10

27

ек-земплярів живих організмів, а інформаційні потоки в біосфері більш ніж на

десять порядків перевищують граничні можливості всіх комп'ютерів, світу. Для того, щоб досягти швидкості переробки інформації природною біотою, людству потрібно було б вкрити всю поверхню Землі, зокрема й океани, суцільним шаром ідеальних, комп'ютерів розміром із бактерію кожний, з комірками пам'яті молекулярних розмірів і розробити програми їх дії за типом генетичних програм кількох мільйонів біологічних видів, що живуть на Землі. Ця штучно створена, біота мала б бути складнішою за природну (згадаймо правило Ешбі). Крім того, вона поглинала б не менше 99 % енергії, яку споживає цивілізація. Отже, на задоволення потреб людства заюшився б усього один відсоток енергії, а збільшення енергоспоживання викликало б згубні зміни клімату Землі. Іншими словами, здійснивши мрію Вернадського про керування біосферою, людство одержало б стільки ж продукції біоти, скільки воно мало до цієї титанічної роботи від природної, некерованої людиною, біосфери.

Ще одна особливість штучно створеного людиною середовища (ноосфери чи техносфери) привертає увагу вчених— штучне середовище починає

саморозвиватися. Ноосфера набуває рис, що ніяк не впливають із попередньо поставлених людьми завдань. На думку доктора географічних наук Ю. Пузаченка, для такої складної системи, як біосфера, характерні нерівноважні процеси, основною особливістю яких є те, що вони не підлягають суворому передбаченню. Прикладом таких нерівноважних, непередбачуваних процесів є поведінка комах. Внаслідок розвитку хімії в 50-ті роки було створено отрутохімікати, які мали повністю позбавити сільське господарство від комах-шкідників. У лабораторних умовах комахи дійсно знищувалися повністю. Та на етапі практичного застосування отрутохімікатів виявилось, що через кілька поколінь комахи набувають стійкості до дії отрутохімікатів, і для їх знищення потрібні нові, токсичніші сполуки. Змінюючись згідно з власними непередбачуваними внутрішніми законами, ноосфера починає виступати в ролі фантастичного чудовиська Франкенштейна, що пожирає свого творця.

На думку сучасного російського філософа В. Кутирева, ноосфера як гармонія — це типовий приклад утопії.

Чи є вихід з тієї кризи, яку переживає людство? Чи має воно шанси на виживання? Одним із варіантів виживання і виконання принаймні двох головних завдань,

1. Перехід до енергоспоживання винятково за рахунок відновних ресурсів і використання найбільш екологічно чистих технологій. Якщо внаслідок цього антропогенне навантаження на біосферу впаде нижче порогового рівня, вона повернеться до природного стану, відновивши здатність компенсувати вплив людства.

Оскільки сучасне енергоспоживання на 90 % базується на невідновних ресурсах, то відмова від них і перехід на відновні спричинить скорочення енергоспоживання приблизно в десять разів. Щоб це не призвело до катастрофи, слід викопати друге основне завдання.

2. Скорочення чисельності населення Землі в десять разів порівняно з нинішнім рівнем. Скорочення має бути пропорційним кількості населення кожної країни при безумовному збереженні малих народів і відбуватися шляхом впровадження програм регулювання сім'ї тощо. Цю програму слід поєднати з програмою обмеження енерго та ресурсоспоживання.

На жаль, ці завдання нині не виконуються. Так, технології, засновані на використанні відновних ресурсів, майже не розвиваються, бо вони за сучасних умов є неконкурентоздатними щодо технологій, пов'язаних з експлуатацією невідновних ресурсів. Програма зниження кількості населення шляхом стримування темпів народжуваності наштовхується на опір релігійних кіл (мусульманських і католицьких), як засвідчила Всесвітня конференція ООН із питань демографії (Каїр, 1994).

Ми повинні ясно розуміти, що людство й надалі буде перетворювати біосферу, але це перетворення має узгоджуватися з потребами зростаючого

людства й з розвитком суспільства. Деякі дії людей повинні бути заборонені. До них належать, перш за все, продовження гонки озброєнь, накопичення смертоносної ядерної, хімічної та бактеріологічної зброї, непродумані грандіозні плани «перетворення природи», нерозумне втручання в рівновагу природних процесів. Відомий хірург М. Амосов вважає, що людство неминуче має обмежити свої потреби. Вузкий міщанський світогляд, гонитва за модою, за задоволенням своїх примх призводять до божевільного розтрачування цінних природних ресурсів, до зростаючого забруднення біосфери: Натомість необхідно звернутися до якнайширшого задоволення духовних потреб, до пізнання самої людини, її безмежного внутрішнього світу, її Мікрокосму. І. Кант Сказав: «Є два чуда — зоряне небо над нами й моральний закон всередині нас». Обидва вони є виявом одного Духа — Космічного Розуму, який втілено на Землі гомо сапієнс.

### **«БІОСФЕРА-2»**

26 вересня 1991 р. у пустельному районі американського штату Арі зона неподалік від містечка Оракл восьмеро дослідників (чотири чоловіки та чотири жінки) увійшли під герметичне склепіння приміщення, схожого на гігантську оранжерею площею 2,5 га, де вони мали провести в повній ізоляції від навколишнього середовища два роки. Так розпочався експеримент, що дістав назву «Біосфера-2» (назву «Біосфера-1» автори проекту дали нашій планеті).

Протягом семи років тривало проектування й будівництво комплексу, вартість якого перевищила 100 млн доларів. Автори проекту (Дж. Аллен, М. Огастін та ін.) поставили за мету створити зменшену копію земної біосфери, гармонійно поєднаної з техносферою. Ця міні-біосфера мала функціонувати на основі самозабезпечення, бути абсолютно незалежною та ізольованою від «Біосфери-1» (зовні надходила лише сонячна енергія та інформація), а головне— повністю керуватися людьми. В майбутньому модель подібної штучної біосфери, на думку авторів, могла б використовуватися для створення колоній людей на Місяці, Марсі та у відкритому Космосі. Таким чином автори проекту поставили за мету створити замкнену систему життєзабезпечення з штучно підтримуваним гомеостазом, тобто здійснити, хоча і в невеликих масштабах, мрію В. І. Вернадського про керовану людським розумом біосферу (ноосферу).

З мільйонів живих організмів Землі для «Біосфери-2» було відібрано 3800 представників фауни й флори, причому головним критерієм відбору була користь, яку вони могли принести колоністам (вживатися в їжу, використовуватися з лікувальною метою, очищувати повітря, переробляти відходи тощо). Під скляним дахом відсіків «Біосфери-2» було створено п'ять біот: вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото й море (басейн глибиною близько 8 м із живим кораловим рифом, де спеціальна установка генерувала хвилі). Крім того, комплекс мав город і ферму, де експериментатори збиралися культивувати овочі, фрукти, рис тощо,

вирощувати свиней, кур, кіз. В їжу можна було вживати також дикоростучі фрукти з «тропічного лісу» та живу рибу штучних моря й річки. З харчових продуктів, вирощених у «Біосфері-1», було взято лише великий запас кави. Техносфера комплексу, крім городу й ферми, мала житлові приміщення, бібліотеку, спортзал, лабораторію, численне технічне устаткування, дощувальні установки, насоси для циркуляції води й повітря тощо, а також комп'ютерну систему з 2500 датчиками, що мала здійснювати безперервний автоматизований моніторинг життєвоважливих параметрів «Біосфери-2» (вологості, температури й газового складу атмосфери, освітленості тощо). У разі потреби комп'ютер автоматично вмикав чи вимикав системи підігріву або охолодження повітря, керував роботою інших агрегатів. Чистоту повітря й води забезпечували 60 фільтрів, переважно біологічних, очисниками в яких були рослини, водорості й мікроорганізми, як у «Біосфері-1».

Експеримент закінчився невдало — менш ніж через півроку його довелося припинити, а дослідників евакуювали з «Біосфери-2» до «Біосфери-1». Бажаної керованості процесів і збалансованості техносфери й «Біосфери-2» досягти не вдалося. Основні параметри системи вийшли з-під контролю й стали загрожувати здоров'ю дослідників. Відбулися непередбачені зміни в складі угруповань мікроорганізмів, що населяли штучні біоти «Біосфери-2», а головне — швидко збільшився вміст вуглекислого газу в повітрі. Коли він досяг небезпечного для здоров'я людей рівня, й ніякими заходами повернути атмосферу до оптимального стану не вдалося, експеримент було припинено. Крах проекту «Біосфера-2» ще раз підтвердив справедливості принципу, сформульованого американським математиком Джоном фон Нейманом: «Організація системи нижче певного мінімального рівня призводить до погіршення її якості». Повна збалансованість усіх процесів, кругообіг речовин і енергії, гомеостаз біосфери можливі лише в масштабах Землі, де ці процеси відпрацьовувалися природою протягом мільйонів років. І ніякі комп'ютери не можуть керувати системою, складність якої набагато вища за їх власну — це суперечить правилу Ешбі та другому закону термодинаміки. Таким чином, зусилля людства найближчим часом мають спрямовуватися на збереження «Біосфери-1», дуже складної збалансованої системи, стійкість якої нині порушена новою, створеною людиною, підсистемою — техносферою. Ця підсистема забирає потік енергії, що споживався раніше іншими підсистемами біосфери. В техносфері еволюцію замінив «прогрес». Вона розвивається однонаправлено й нестабільно: дедалі більших масштабів набуває глобальна політична, соціальна, економічна та екологічна нестабільність.

Факти свідчать, що людство не може жити ніде, крім «Біосфери-1», але вона активно руйнується його ж руками й розумом. Єдиний вихід з цієї кризи — сформулювати й впровадити нові норми та правила життя людей на нашій планеті, зламавши старі доктрини, ідеологічні та релігійні установки. Нагадаємо пророчі слова великого Махатми Ганді: «Ми самі

маємо стати тією зміною, яку ми хочемо бачити в світі».

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте визначення ноосфери.
- 2 Назвіть вчених ,які досліджували проблеми ноосфери
- 3 Проект Біосфера – 2

## Самостійне заняття №4

**Тема:** Популяції

**Мета:** Ознайомлення з поняттям та ознаками популяції, популяційними аспектами розвитку людства

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Ознаки популяції
- 2 Екологічна структура популяції
- 3 Динаміка популяції
- 4 Популяційні аспекти розвитку людства

**Практичне завдання:**

Проаналізуйте криву виживання популяції

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 45-50
- 2 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 95-99



## **Екологія популяцій**

Першою надорганізмовою біологічною системою є популяція. Термін *популяція* запозичений з демографії В. Йогансенем у 1905 році для позначення групи особин одного виду, а інколи навіть однорідної сукупності особин різних видів. Таким чином, терміном *популяція* почали позначати не довільно вибрану групу особин, а реально існуючу частину виду, яка відрізняється від сусідніх угруповань певними груповими біологічними ознаками. Популяція — це не випадкове і тимчасове, а тривале у часі й просторі угруповання особин одного виду, пов'язаних більш тісними родинними зв'язками і більш схожими між собою, ніж з представниками інших подібних угруповань. Отже, популяція — це сукупність особин певного виду, які здатні до вільного схрещування, населяють певний простір протягом багатьох поколінь і відокремлені від інших подібних угруповань.

### **Ознаки популяція**

Найбільш істотними ознаками популяцій є динаміка чисельності особин, співвідношення статей, віковий склад, територіальна структура і щільність заселення.

Узагальнюючи ознаки, можна зробити висновок, що кожна популяція має певний властивий їй темп і ритм обміну речовин в екосистемі. Вона може складатися з дрібніших угруповань, мікропопуляцій, колоній, зграй тощо, але такі угруповання нестійкі в часі й періодично включаються у загальний популяційний ритм. Отже, кожен вид має структуру, яка властива тільки йому. Вивчення популяційної структури виду має надзвичайно важливе теоретичне і практичне значення при здійсненні заходів з раціонального природокористування! Важливо знати загальнобіологічні властивості виду, а також як впливає зовнішнє середовище на його формування. Популяція завжди перебуває під впливом багатьох факторів і реакція на конкретний фактор залежить від взаємного розташування або спільної їх дії. Зокрема, розглянемо, які фактори впливають на чисельність популяції, загальну кількість особин на даній території або в даному обсязі, котрі належать до однієї популяції. Повінь, пожежа, град, раптові морози, посуха, бурелом, надмірне застосування хімічних препаратів, реконструкція ландшафту, вселення нових видів хижаків, паразитів, епідемії — все це може призвести до повної її загибелі. Загибель або різке скорочення чисельності популяції, як правило, викликає ланцюгову реакцію в біоценозі та 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. ,

Популяції багатьох видів досить уразливі не лише в місцях розмноження. Несприятливі умови на шляхах міграцій і в місцях зимівлі можуть поставити популяцію на грань загибелі. Отже, створення сприятливих умов у районах розмноження, обмеження факторів смертності ще не забезпечує збільшення

чисельності видів, якщо не усунути загрозу масової загибелі особин під час сезонних мандрівок.

*Щільність популяції* — це середня кількість особин, що припадає на одиницю простору. При сталій площі ареалу або при обмежених можливостях його розширення щільність популяції прямо залежить від їхньої чисельності. Щільність і чисельність - поняття не тотожні. Популяції, представлені великою кількістю особин, можуть займати велику площу і мати нижчу щільність, ніж популяції нечисленні, але стиснені певними територіальними межами. Внутрішнім популяційним регулятором чисельності є, головним чином, не кількість особин, а просторове розташування їх. В екології існує поняття оптимальної щільності, при якій популяція має найвищу життєздатність.

При зниженні чисельності зменшуються можливості обміну генетичною інформацією, утворюються окремі замкнені кільця близьких родичів, що призводить до зниження життєздатності молоді.

Зростає тиск конкурентів у видів, яким притаманний колоніальний або груповий спосіб життя, значно знижуються можливості опору ворогам. Але одночасно зі зниженням щільності звільняється життєвий простір, відтворюється кормова база, увага хижаків переключасться на інші об'єкти або кількість їх також різко зменшується.

Ставлення людини до того чи іншого виду визначається його демографічним станом. Тому пізнання закономірностей динаміки чисельності популяції має першочергове значення. У кожний конкретний момент будь-яка популяція складається з певної кількості особин, але ця величина досить динамічна. Часто вона залежить від народжуваності й смертності у популяції.

Одночасно рухаються два потоки особин: один "наповнює" басейн популяції, другий "витікає" з нього. Потужності цих потоків досить рідко збігаються в часі, тому рівень популяційного басейну весь час коливається. Завдання популяційної екології і полягає саме в складанні прогнозу цих коливань.

Відтворення потомства — головне джерело поповнення популяції. У рослин - це кількість насіння, у риб - ікринок, у птахів - яєць та ін.

Швидкість зростання популяції визначається біотичним потенціалом.

Біотичний потенціал - це кількість нащадків, яку здатна дати одна особина або одна пара. У 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 плодючість. Наприклад, риби, які не турбуються про потомство, відкладають тисячі і навіть мільйони ікринок. Місячний біотичний потенціал риби - до 3 млрд, а в акул, які народжують живих малят, він

обмежений десятками. Більшість шкідливих комах здатні плодити від кількох сотень до тисячі особин.

Для стабілізації популяцій достатньо, щоб до періоду 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 з шкідниками, так і при охороні зникаючих видів.

Чисельність будь-якої популяції коливається під впливом дії біотичних і абіотичних факторів. Один і той самий фактор може відігравати, залежно від стану популяції, як позитивну, так і негативну роль.

**Вікова структура популяцій.** У кожній популяції є групи різновікових особин, співвідношення яких характеризує здатність популяції до розмноження. Розрізняють три стадії віку: передпродуктивний, репродуктивний і постпродуктивний. Тривалість цих стадій у різних організмів дуже відрізняється. У багатьох тварин і рослин особливо тривалим буває передпродуктивний період. При сприятливих умовах у популяції присутні всі вікові групи, які забезпечують відносно стабільний рівень її чисельності. На віковий склад популяції впливають тривалість життя особин, період досягнення статевої зрілості, тривалість періоду розмноження, плодючість і смертність вікових груп.

Врахування й аналіз вікової структури природних популяцій має велике значення для раціонального мисливського промислу і прогнозування популяційно-екологічної ситуації.

Статева структура популяцій має важливе значення для подальшого зростання її чисельності.

### **Етологічна структура популяцій**

Характерною особливістю популяцій є система взаємовідносин між її членами. Закономірності поведінки організмів вивчає наука етологія. Залежно від способу життя виду форми спільного існування особин у популяції надзвичайно різноманітні. Розрізняють одинокий спосіб життя, при якому особини популяції незалежні й відокремлені один від одного, але лише тим часом, на певних стадіях життєвого циклу. Повністю ізольоване існування організмів у природі не зустрічається, оскільки було б неможливим здійснення їхньої основної життєвої функції — розмноження. У видів з ізольованим способом життя часто утворюються тимчасові угруповання особин у місцях зимівлі (сонечка, жужелиці) або в період, який передує розмноженню.

При сімейному способі життя помітно посилюються зв'язки і взаємовідносини між батьками і їхнім потомством: турбота про відкладені яйця, пташенят, їх охорона. Розрізняють сім'ї батьківського, материнського і змішаного типів. При сімейному способі життя помітно виявляється територіальна поведінка тварин, коли різноманітними сигналами, маркуванням тощо забезпечується володіння ділянкою, яка необхідна для вирощування

потомства. В основі формування більш-менш великих об'єднань тварин (зграя, стадо, колонія) лежить ускладнення поведінки, а отже, і зв'язків у популяції.

**Зграя** — це тимчасове об'єднання тварин, які виявляють біологічно корисну організованість дій (для захисту від ворогів, добування харчування, міграції і т. ін.). Найбільше зграї поширені серед риб, птахів, рідше, зустрічаються у ссавців (собачі зграї).

**Стадо** — тривале або постійне об'єднання тварин, в якому здійснюються всі основні функції життя виду: добування корму, захист від хижаків, міграції, розмноження, виховання молодняка. Основу групової поведінки в стаді складають взаємовідносини домінування — підпорядкування, які базуються на індивідуальних відмінностях між особинами. Для стада характерна наявність тимчасового або постійного лідера, який зумовлює поведінку інших особин і часто стада в цілому.

**Колонія** — це групове поселення осілих тварин. Колонії можуть існувати довго або виникати на період розмноження (наприклад, чайки, мідії, ластівки, грачі, альбатроси, терміти, бджоли).

### **Популяційні аспекти розвитку людства**

За останні сто п'ятдесят років населення Землі росло дуже швидкими темпами. З древніх історичних епох до початку минулого століття чисельність населення світу досягла близько декількох сотень мільйонів осіб. | Тільки у 1830 р. популяція людини досягла 1 млрд осіб, вже через сто років її чисельність сягнула 2 млрд, а в 1960 р., всього через 30 років, — 3 млрд осіб, через 15 років (1975 р) - 4 млрд, в 1987 р, - 5 млрд. В 1999 Р- чисельність населення планети сягнула 6 млрд осіб. За останні роки темпи збільшення населення Землі почали знижуватися. Та, навіть незважаючи на це, якщо не відбудеться ніяких різких змін, такий приріст популяції швидше всього збережеться і в ХХІ столітті.

Порівняно з основними показниками натурального руху населення в світі — рівнями народжуваності, смертності, натурального приросту — Україна за рівнем народжуваності (10,8 чол. на 1000 жителів) посідає останнє місце серед колишніх республік СРСР, смертності населення (14,2 на 1000 жителів) - "почесне" друге місце серед розвинених країн світу, дитячої смертності — 17-те місце серед усіх країн світу, за показником середньої тривалості життя населення — 47-ме місце у світі.

Для нормального щодо соціально-економічних умов індустріально розвинутих країн, тобто мінімально розширеного, відтворення популяції людини в Україні потрібно, щоб кожна жінка народила за своє життя в середньому 2,2-2,4 дитини. Жінки України фактичного 33-річного віку вже припиняють дітонародження. Народжуваність зменшується через безплідність шлюбних пар, збільшення гінекологічних захворювань, кількості абортів, ранньої дитячої смертності за рахунок змін у період

внутрішньоутробного розвитку (стан здоров'я матері, несприятливі екологічні умови, генетичні відхилення).

За останнє десятиріччя серед населення України майже втричі зросла кількість хворих цукровим діабетом, майже в сім разів — гіпертонічними хворобами, в чотири рази - стенокардією, у два рази - інфарктом.

Той факт, що смертність в Україні перевищує народжуваність, — це сумне і вельми тривожне явище для нашого народу, це — національне лихо. Саме тому зараз всі соціально-економічні проблеми в нашій самостійній державі повинні вирішуватися лише через призму збереження нації, збереження генофонду України.

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте визначення популяції
- 2 Які ознаки популяції?
- 3 Які структури популяції існують?
- 4 Охарактеризуйте екологічну структуру популяції
- 5 Охарактеризуйте вікову структуру популяції
- 6 Охарактеризуйте статеву структуру популяції
- 7 Охарактеризуйте просторову структуру популяції
- 8 Охарактеризуйте розвиток людської популяції
- 9 Дайте аналіз динаміки популяції

## Самостійне заняття №5

**Тема:** Демографічна проблема

**Мета:** Ознайомлення з демографічними проблемами світу та України

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Демографічні проблеми і можливості біосфери
- 2 Демографічні проблеми України
- 3 Урбанізація та її негативні наслідки

**Практичне завдання:**

Теми рефератів:

-“ Ріст міст та здоров’я людей “

### Література:

- 1 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища- Львів: Афіша, 2000, с. 63-65

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

За цих умов на планеті виникла нова система "суспільство — природа".

Наука, яка вивчає закономірності взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем і розробляє наукові принципи гармонізації цієї взаємодії, називається соціоекологією (Бачинський, 1993).

Саме вона є теоретичною базою охорони природи і раціонального використання природних ресурсів. Основним об'єктом вивчення цієї науки є соціоекосистеми, які визначаються як територіальні, соціоприродні системи, динамічна рівновага в яких забезпечується людським суспільством.

В ХХ столітті навколишнє середовище нашої планети неухильно погіршується внаслідок антропогенного впливу. Люди вже не спроможні адаптуватися до цих швидких глобальних змін. Крім того, постала проблема

демографічного вибуху і обмеженості природних ресурсів та життєвого простору земної кулі.

Існує багато свідчень локальних, регіональних та глобальних змін в біосфері. Одним з найважливіших показників цих змін є зростання і соціалізація населення.

Протягом останніх 150 років населення Землі зростає дуже швидкими темпами. Про це свідчать факти, адже на початку нашого літочислення кількість населення Землі сягала 230 млн осіб. Тільки близько 1830 року вона досягла 1 млрд осіб, у 1890 році вона становила 1,6 млрд. Однак у 1930 році на Землі було вже більше 2 млрд осіб, а через 30 років (у 1960 р.) досягла 3 млрд і вже через 15 років (1975) - 4 млрд осіб.

Наприкінці 1999 року чисельність населення планети сягнула 6 млрд чол., а у першій половині XXI ст., за передбаченням футурологів, наблизиться до 11 млрд осіб (табл. 2.1, рис. 2.1).

Отже, щорічно чисельність людей на Землі зростає, а природні ресурси, за допомогою яких можна забезпечити життя цього населення, підвищити його якість, катастрофічно зменшуються. Невпинно збільшується кількість бідних і знедолених у світі, незважаючи на темпи розвитку економіки, відбувається катастрофічне виснаження всіх природних ресурсів.

*Таблиця 2.1.* Чисельність населення земної кулі і споживання зв'язаного азоту згідно з приблизними підрахунками В.Н. Кудеярова (за В.А. Ковдою, 1975)

Роки	Населення, млн осіб	Споживання білкового азоту
5000 р. до н.е.	30	0,15
0	230	1,05
1000	305	1,50
1650	550	2,75
1800	952	4,75
1850	1247	6,23
1900	1656	8,28
1950	2485	12,42
1960	2982	14,91
1965	3289	16,44
1970	3635	18,17
<i>Прогноз</i>		
1980	4456	22,3
1990	5438	27,2

2000	6493	32,5
------	------	------

*Примітка.* За річну норму споживання азоту на одну особу взято 5 кг (включаючи харчовий білок та одяг).

Нині суспільство неспроможне вирішувати не лише глобальні, але й регіональні екологічні й соціальні проблеми.

Провідні вчені світу вважають, що головними заходами, які допоможуть зберегти нашу цивілізацію та біосферу, є відродження та збереження розмаїття природи й біоугруповань у обсягах, які забезпечують стійкість довкілля. Ми маємо прагнути до гармонізації взаємовідносин людського суспільства та природи. А це можливо лише за умови зміни свідомості людства, вдосконалення соціоекологічного мислення.

Останнім часом демографічна ситуація в Україні вкрай несприятлива, оскільки соціально-економічний розвиток нашої держави у складі Російської Імперії поставив український народ перед реальною загрозою зменшення. Той факт, що з 1991 року серед населення України смертність перевищила народжуваність, а в 1993 році природний спад досяг вже 180 тис. чоловік, говорить сам про себе.

Найвищий рівень народжуваності в Україні спостерігався в 1925 — 1926 роках. Відтоді почалося систематичне зниження народжуваності, характерне для повоєнного періоду.

В 1964 році жінки народжували в середньому двох дітей. Вже в 1989 р. цей показник становив 1,9 дитини (в містах - 1,8, а в селах - 2,3). Загалом рівень народжуваності в Україні є незадовільним і не може забезпечувати навіть простого відтворення. Якщо в 1980 р. загальний коефіцієнт народжуваності становив 14,8 чол. на кожну тисячу населення, в 1989 р - 13,3, то вже в 1992 р. лише 11,4.

Це найнижчий рівень народжуваності в Україні принаймні за останні два століття.

Крім того, специфіка демографічних процесів (зменшення народжуваності, зростання смертності, деформація статеві-вікової структури населення та інше) призвела до того, що знизилась загальна чисельність найбільш продуктивної групи населення. І це не епізодичне явище, а, на жаль, сталий процес.

За даними постійної комісії Верховної Ради України з питань здоров'я людини, смертність в Україні постійно зростає (1988 рік - 600 044 чол., 1989 - 600 590 чол., 1992 - 697 100 чол), а народжуваність знижується (1988 рік - 744 364 чол., 1989 - 692 076, 1992 - 596 785 чол.), що є першою ознакою вимирання.

Що ж стосується окремо міста й села, то тут спостерігається різниця. Для населення, що проживає у місті, від'ємний показник вперше зареєстровано у 1992 році, сільське населення цей критичний бар'єр пододало на 10 років раніше. З цього приводу можна сказати, що сільські жителі першими відчули на собі екологічну кризу, бо вони ближче до природи. На це



наклались ще й соціально-економічні умови, у першу чергу, незадовільний стан медичного обслуговування.

Особливо треба наголосити на прямій залежності життя людей в Україні від стану навколишнього середовища. Внаслідок постійного втручання людини в природу відбувається порушення екологічної рівноваги і, як наслідок — посилення нервово-емоційного напруження при повній консервативності функцій організму, що може бути причиною погіршення здоров'я населення. Це викликає необхідність розширення і поглиблення наукових-досліджень факторів навколишнього середовища.

### **Урбанізація та її негативні наслідки**

У наш час особливо зросло забруднення навколишнього середовища у великих містах, зокрема у великих індустріальних центрах. Відбувається нестримна концентрація людей в містах, з'являються і зростають багатомільйонні міста-мегаполіси, збільшується їхня кількість, розміри та проблеми. Очікується, що частка міського населення в Західній Європі в 2000 році складе 71 %, в Північній Америці — 87, в Латинській Америці — 80, в Австралії і Океанії — 80, в Східній Азії — 40, в Південній Азії — 35, в Африці — 39%. У 1900 році у світі налічувалось 10 міст-мільйонерів, в 1975 - 185, в 2000 році (за прогнозами) їх число перевищить 400. В 1920 році два найбільших міста світу — Нью-Йорк і Лондон мали відповідно 5620 тисяч і 4483 тисячі чоловік населення, два — Париж і Чикаго — наближалися до трьох мільйонів (відповідно 2906 і 2702 тис.) і ще чотири міста - двох мільйонів чоловік (Токіо - 2173, Берлін - 1903, Відень - 1841 і Філадельфія - 1824 тисячі повік). Вісім із десяти найбільших міст світу були у США, Європі й Японії і тільки 2 — в Південній Америці та Китаї.

Через сорок років, в 1960 році, якісна картина розташування багатомільйонних міст на карті світу істотно не змінилася, якщо брати до уваги десять найбільших міст: вісім з них знову розташовані у США, Європі та Японії і два в Південній Америці та Китаї. Зате кардинально змінилися у бік збільшення населення розміри міст, і на карті світу з'явилися мегаполіси, що перевищують п'яти-, шести- і десятимільйонний рівень чисельності мешканців. Очолюють цей список Нью-Йорк (14 164 тис), Лондон (10 772 тис.) і Токіо (10 686 тис). За ними йдуть три міста, що перевищують вісім мільйонів або наближаються до цієї цифри: Рейн-Рур (8736 тис), Шанхай (7432 тис.) і Париж (7420 тис.) і чотири міста, що мають або перевищують рівень шести мільйонів - Буенос-Айрес (6700 тис), Лос-Анджелес (6530 тис), Москва (6285 тис.) та Чикаго (5977 тис).

Список цих міст свідчить про якісно нову тенденцію в урбанізації світу — колосальне зростання міст-мегаполісів у країнах, що розвиваються, які утворилися на місці колишніх світових імперій: вісім найбільш заселених міст припадають саме на ці країни, і тільки Токіо та Нью-Йорк продовжують залишатися в першій десятці лідерів урбанізації,

В Україні тільки столиця — Київ є багатомільйонним містом, населення якого сягнуло трьох мільйонів, а отже, його можна вважати еквівалентом трьох одномільйонних міст. Сім міст вже перевищили або сягають одно-|мільйонного рубежу: Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Запоріжжя, І Львів, Кривий Ріг. Десять міст, в яких зараз від 0,5 до 0,3 мільйона мешканців (Маріуполь, Миколаїв, Луганськ, Макіївка, Вінниця, Севастополь, Херсон, Сімферополь, Горлівка, Полтава) незабаром наблизяться до одномільйонного рівня, асимілювавши навколишні менші містечка. Нарешті ще десять міст, які можуть дорости до мільйона в першій половині ХХ! ст., - Чернігів, Чернівці, Суми, Дніпродзержинськ, Житомир, Івано-Франківськ, Хмельницький, Черкаси, Рівне, Луцьк) і які зараз налічують від 0,3 до 0,2 мільйона жителів. Отже, можна сподіватися, що невдовзі половина населення України проживатиме в містах. Переважна частина великих міст — це індустріальні і комплекси, і головна їхня проблема і нездоланна біда, на жаль, продукування виробничих відходів, сміття. Деградоване штучне міське середовище справляє комплексну шкідливу дію на здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря, дефіциту сонячного проміння, води, а також стресових факторів, зумовлених напруженим ритмом життя, скупченістю населення, нестачею зелених насаджень тощо.

Ступінь поширення багатьох хвороб у великих містах набагато більший, ніж у малих містах чи селах. Така хвороба, як рак легень, у великих містах нині реєструється в два - три рази частіше, ніж у сільських місцевостях. Тут набагато більше хворіють бронхітами, астмою, алергійними хворобами. Рівень інфекційних захворювань у містах також удвічі вищий. Мешканці великих міст вже давно п'ють воду набагато гіршої якості, ніж у селах. Зокрема, в Україні в більшості міст якість питної води не відповідає санітарним нормам. Великі міста створюють свій мікроклімат, під ними змінюється фізичний стан порід.

Одночасно з розвитком міст збільшується негативний тиск на біосферу. Проблеми урбанізації ретельно вивчаються у багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні. Це соціальне явище досліджують екологи, економісти, соціологи і представники багатьох галузей науки, застосовуючи комплексний, системний аналіз.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Які головні заходи по збереженню цивілізації та біосфери?
- 2 Які основні причини демографічних проблем в Україні?
- 3 Чому зменшується кількість людей працездатного віку в Україні?
- 4 Які основні негативні наслідки урбанізації?
- 5 Як впливає ріст міст на здоров'я людей?

## Самостійне заняття №7

**Тема:** Парниковий ефект. Смоги

**Мета:** Ознайомлення з факторами забруднення атмосфери та наслідками парникового ефекту

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Забруднення атмосфери, її зміни
- 2 Парниковий ефект, його наслідки
- 3 Утворення смогів, їх вплив на атмосферу

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 71
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 164-168

Повітряна оболонка Землі, атмосфера, є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може жити місяць, без води — тиждень, без повітря не може прожити й двох хвилин. Маса атмосфери колосальна —  $5,15 \cdot 10^{15}$  т. Проте атмосферне повітря можна вважати невичерпним природним ресурсом лише умовно, адже людині для життя потрібне повітря певної якості. А під впливом антропогенного фактора його хімічний склад і фізичні властивості дедалі погіршуються, на Землі вже практично не залишилося таких ділянок, де повітря зберігало б свою первісну чистоту та якість.

Атмосфера, яка є нині на Землі, не завжди мала такий склад. Первісна атмосфера Землі, як свідчать геологічні відомості, кардинально відрізнялася від теперішньої. Вона була схожа на атмосфери деяких інших планет Сонячної системи, наприклад Венери, й складалася майже повністю з вуглекислого газу з домішками метану, аміаку тощо. Нинішня киснево-азотна атмосфера Землі є продуктом біосфери. Життя, що існує на нашій планеті, за мільйони років переробило первісну атмосферу.

Сучасна атмосфера складається з таких основних компонентів, %: азот (78,084), кисень (20,946), аргон (0,934) вуглекислий газ (0,027), малі домішки — водень, неон, гелій, метан, криптон тощо (в сумі близько 0,009). Крім того, в атмосфері є пари води, вміст яких коливається від 0,2 (в полярних широтах) до 3 % (поблизу екватора), а також аерозолі, тобто завислі в повітрі надзвичайно дрібні тверді й рідкі частки різних речовин, вміст яких сильно змінюється.

Атмосфера Землі складається з таких шарів (знизу вгору): *тропосфера* (до висоти 18 км), *стратосфера* (до 50), *мезосфера* (до 80), *термосфера* (1 000), *екзосфера* (1 900), *геокорона* (20 000 км). Останній шар атмосфери, геокорона, поступово переходить у міжпланетний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі, тропосфері. Надзвичайно велике значення для біосфери має ще *озоносфера*—шар атмосфери (стратосфери), збагачений озоном. Озоновий шар міститься на висотах 20—50 км і є щитом, що захищає все живе на Землі від згубної дії жорстокого ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Основні складові частини атмосфери — азот, кисень і вуглекислий газ — відіграють дуже важливу роль в біосфері. За мільйони років існування біосфери склалися певні кругообіги цих газів. Так, цикл кругообігу азоту становить кілька тисяч років, а вуглекислого газу — всього чотири роки. За ці відрізки часу згадані гази зазнають перетворень, надходячи в тканини рослин і тварин, до складу різних мінералів, щоб потім знову повернутися в атмосферу.

Азот — основна складова частина атмосфери. Його маса становить  $3,7 \cdot 10^{15}$  т. Азот є обов'язковим компонентом білків, де його міститься 15—19 %. Проте основна маса атмосферного азоту знаходиться в малоактивній молекулярній формі. Деякі організми, щоправда, навчилися зв'язувати в хімічні сполуки й малоактивний азот. Це азотфіксуючі бактерії, що живуть

у особливих бульбочках на коренях бобових рослин. У основному ж рослини споживають сполуки азоту, переважно нітрати й сполуки амонію. Вони утворюються з окисів азоту, що виникають у атмосфері за рахунок грозових розрядів і дії ультрафіолетового випромінювання Сонця. Деяка кількість сполук азоту надходить у атмосферу також у складі вулканічних газів. Антропогенна діяльність призводить до значних змін у балансі сполук азоту. Велика кількість окисів азоту викидається в атмосферу внаслідок роботи автомобільних і авіаційних двигунів, електрозварювання тощо. Дуже багато цих сполук утворювалося під час ядерних вибухів у атмосфері. Окиси азоту дуже шкідливі, їх наявність у вихлопних газах зумовлює утворення фотохімічного смогу в містах, кислотні дощі, руйнування захисного озонового шару атмосфери тощо.

Кисень — активний окислювач, що бере участь у хімічних реакціях у біосфері, гідросфері та літосфері. Його маса в атмосфері становить  $1,5 \cdot 10^{15}$  т. Основне джерело кисню, яким ми дихаємо й яким, сподіваємося, дихатимуть наші нащадки, це — фотосинтез зелених рослин. У клітинах рослин, де є активна сполука — хлорофіл, за допомогою сонячної енергії з води й вуглекислого газу виробляється органічна речовина, а побічним продуктом цієї реакції є вільний кисень, що виділяється в атмосферу. Підраховано, що близько 80 % усього кисню в атмосфері постачає морський фітопланктон — мікроскопічні водорості, що живуть у верхніх шарах океану, 20 % кисню виробляє наземна рослинність, переважно тропічні ліси. Людина дуже необдуманно поводить з цим неоціненним багатством природи, яким є кисень. Лише один сучасний пасажирський реактивний літак протягом восьми годин польоту з Європи в Америку поглинає від 50 до 75 т кисню, викидаючи в атмосферу десятки тонн вуглекислого газу й різних шкідливих сполук. А все людство щорічно витрачає таку кількість кисню, якої вистачило б на дихання : 50 млрд людей! Вже сьогодні промисловість США, ФРН, Японії споживає кисню набагато більше, ніж його є на їх власних територіях, тобто живуть за рахунок інших країн. Якщо до середини XIX ст. вміст кисню в атмосфері залишався постійним, бо його утворення дорівнювало витратам, то нині така рівновага порушена за рахунок його зростаючого поглинання антропогенним фактором. Людство створило величезну кількість споживачів кисню й жодного його виробника. Дедалі частіше вчені замислюються: чи достатні резерви кисню в природі, чи надовго їх вистачить? На спалювання палива щорічно витрачається 23 % кисню, що надходить у атмосферу за рахунок фотосинтезу. Якщо додати, що діяльність людини призводить до зникнення лісів, і пригнічення активності морського фітопланктону, можна зробити невтішний висновок щодо майбутнього стану кисневого балансу в атмосфері. Вчені твердять, що за рахунок діяльності людини загальна кількість кисню в атмосфері щорічно зменшується на 10 млрд т. Вуглекислий газ — активна складова атмосфери, яка є обов'язковим

компонентом фотосинтезу рослин. Цей газ утворюється під час спалювання органічних речовин, гниття, виділяється з вулканічними газами. Діяльність людини (знищення лісів, розорювання цілих земель, урбанізація, а головне, спалювання мінерального палива й забруднення океанів) призводить до збільшення кількості  $\text{CO}_2$  в атмосфері. За останні 120 років вміст цього газу в повітрі збільшився на 17 % (у середньому на 0,14 % за рік). За останнє десятиріччя це зростання вже становило 0,36 % за рік. Щоправда, більша частина  $\text{CO}_2$ , а саме 70 %, поглинаються океанами й біосферою і лише 30 % залишається в атмосфері. Деякі вчені, наприклад М. Будико, прогнозують подвоєння вмісту вуглекислого газу в атмосфері до середини XXI ст., що викличе значне (приблизно на 2,5 %) підвищення середньорічної температури за рахунок парникового ефекту.

Аерозолі, що містяться в атмосфері, можна поділити на чотири групи: сульфатні ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ) і  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) вулканічного й промислового походження; морські (частки морських солей); мінеральні (пил із земної поверхні); вуглеводневі (переважно сажа) промислового походження. Частки аерозолів поглинають і розсіюють тепло, що призводить до нагрівання шарів атмосфери, збагачених аерозолями, і зменшення надходження тепла до земної поверхні. В цілому запилення атмосфери зумовлює зниження температури земної поверхні. В тропосфері аерозольні частки утримуються протягом; днів і тижнів, а в стратосфері, куди вони потрапляють з висхідними течіями повітря,— роками. Так, радіоактивний пил після випробувань водневих бомб у атмосфері випадав в Антарктиді лише на другий рік після вибухів.

#### ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ

Клімат на нашій планеті в минулому періодично змінювався. За тисячі й мільйони років чергувалися періоди значного похолодання й навіть зледеніння та теплі епохи. Нині ж учені дуже занепокоєні: схоже на те, що Земля розігрівається значно швидше, ніж це було будь-коли в минулому. Це спричинено швидким збільшенням вмісту в атмосфері вуглекислого газу. В земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в парнику: пропускає сонячне світло, але затримує тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі. Це викликає розігрівання планети, відоме під назвою *парникового ефекту*. («Мені здається,— пише У. Болдерс, президент Національного центру вивчення атмосфери (США),— що зупинити це явище ніяк не можна. Парниковий ефект може бути трохи більшим чи трохи меншим, але він неминучий». Інші вчені-кліматологи настроєні не так категорично. Справа в тому, що клімат Землі залежить від багатьох факторів— одні зумовлюють потепління, інші — похолодання, а які переважають, сказати з певністю не можна. Крива природних коливань клімату нині прямує донизу, тобто до похолодання, що перевищує тенденцію до збільшення температури за рахунок парникового ефекту (рис. 10) Проте найближчим часом результат взаємовпливу цих факторів має зміститися в бік зростання температури.

Останнім часом тривога вчених з приводу парникового ефекту зростає. Виявилося, що, крім  $\text{CO}_2$  парниковий ефект викликають деякі інші гази, які називають *малими домішками*. Моделювання на ЕОМ, проведене І. Каролем, свідчить, що подвоєння в атмосфері вмісту закису азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ) підвищило б температуру на  $0,7^\circ\text{C}$ , метану ( $\text{CH}_4$ ) — на

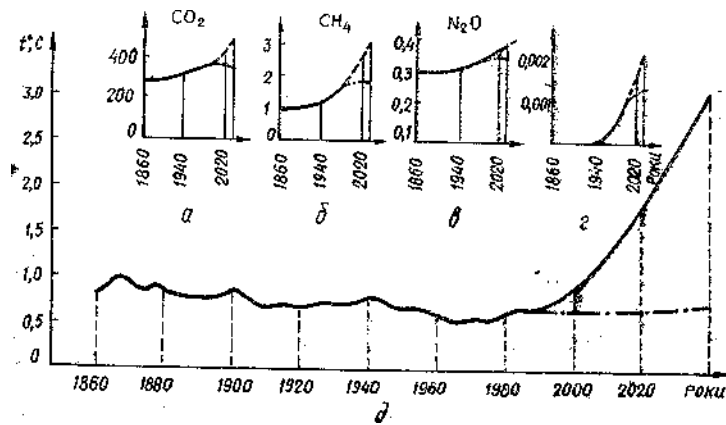


Рис. 10. Збільшення температури атмосфери Землі за рахунок  $\text{CO}_2$  (а),  $\text{CH}_4$  (б),  $\text{N}_2\text{O}$  (в), фреонів (z) і в цілому (д): пунктирна лінія в правій частині кожного графіка вказує на підвищення температури й кількості парникових газів у тому разі, коли антропогенний тиск на довкілля зростатиме тими ж темпами, що й нині, штрихпунктирна — на збільшення температури за умови запровадження найсуворіших екологічних обмежень  $0,4$ , водяної пари ( $\text{H}_2\text{O}$ ) — на  $0,3$ , фторялорметанів, або фреонів ( $\text{CFC1}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{C1}_2$  тощо), — на  $0,8^\circ\text{C}$  (див. табл. 3). У чому ж небезпека парникового ефекту? Як свідчать розрахунки вчених, підвищення середньої річної температури Землі на  $2,5^\circ\text{C}$  викличе значні зміни на Землі, більшість яких для людей буде мати негативні наслідки. Парниковий ефект змінить такі критично важливі перемінні величини, як опади, вітер, шар хмар, океанські течії, а також розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть більш сухими, а узбережжя вологішими, зими — коротшими<sup>1</sup> й теплішими, а літо — тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони змістяться на північ (у північній півкулі) приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти у високих широтах. З одного боку, покращаться умови судноплавства в полярних морях, які значною мірою звільняться від криги, з іншого — значно зросте кількість небезпечних для судноплавства айсбергів, особливо в Атлантичному й Індійському океанах, тобто на найбільш напружених судноплавних трасах.

Найнеприємнішими для людства є два наслідки парникового ефекту. Перший — значне збільшення посушливості в середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, «зернові» штати США). Клімат тут стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться. Другий — це підйом рівня Світового океану на 2-3 м за

рахунок танення полярних льодових шапок.. Це викличе затоплення багатьох прибережних ділянок, де живуть мільйони людей, міст, портів тощо. Наприклад, така густонаселена (150 млн чоловік) держава, як Бангладеш, майже повністю буде затоплена, піде під воду Венеція тощо. Моделлю «парникового ефекту» є клімат на Венері. Її щільна атмосфера, що на 98 % складається з вуглекислого газу, за рахунок цього явища розжарена до 500° С (за такої температури залізо стає червоним).

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

Крім того, людство ще й безпосередньо підігріває атмосферу Землі за рахунок спалювання великої кількості нафти, вугілля, торфу тощо, а також роботи АЕС. Промисловість світу нині виділяє в атмосферу понад 3-Ю<sup>14</sup> МДж тепла щорічно. Ця кількість поки що становить лише 0,01 % енергії Сонця, що досягає атмосфери Землі. Проте в деяких промислових районах концентрація теплової енергії за рахунок промисловості збільшилася вже в сотні разів.

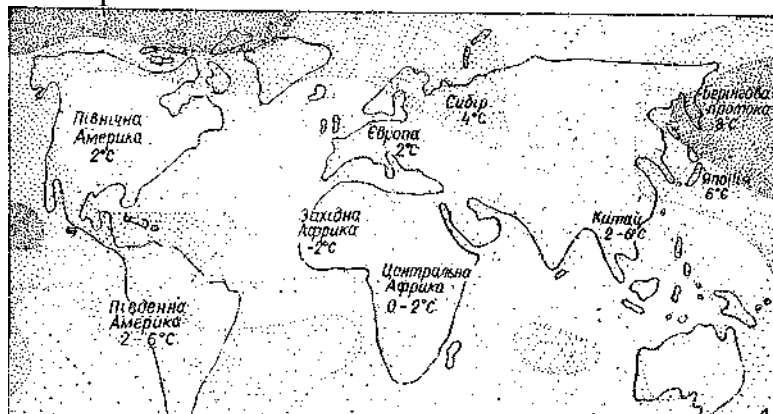


Рис. 11. Глобальний вплив парникового ефекту: подвоєння вмісту CO<sub>2</sub> у атмосфері до 2040 року призведе до підвищення температур, зазначених на рисунку.

З'явилися теплі ореоли над містами й промисловими центрами, де теплові аномалії вже на кілька градусів перевищують норму. Такі теплі плями добре помітні з Космосу під час теплової зйомки.

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



Таким чином, види діяльності людини, що спричинюють кліматичні зміни, мають різні наслідки. Одні з них підвищують температуру (викиди в атмосферу CO<sub>2</sub> й інших «парникових» газів), інші знижують її й викликають антипарниковий ефект (зведення лісів, запорошення повітря сажею й пилом тощо). Для точного прогнозування майбутніх змін потрібен добре налагоджений моніторинг. Як вважає вчений М. Келлі, переможцями у разі глобальних змін клімату будуть ті, хто думає й планує заздалегідь, а втрат зазнають люди, які реагують лише тоді, коли криза вже наступила.

### **ЯДЕРНА НІЧ і ЯДЕРНА ЗИМА**

Крім повільних змін клімату, людство може викликати його різкі катастрофічні зміни, що знищать не лише людину як біологічний вид, а можливо, й все живе на Землі. Такою катастрофою була б ядерна війна. Причому, як свідчать результати моделювання на ЕОМ, проведені американськими й незалежно від них російськими вченими, смертельні для людства наслідки викличе вибух не всього колосального, ядерного потенціалу, що накопичило людство (за приблизними даними, лише у США й Росії накопичено 60 тис. ядерних боеголовок, кожна з яких набагато перевищує потужність бомби, скинутої на Хіросіму), а локальний ядерний конфлікт з використанням 1 000 Мт ядерної вибухівки. Такий локальний ядерний конфлікт, де б він не відбувався, неминуче спричинить катастрофу глобального масштабу, яка матиме такі наслідки: ядерні вибухи й колосальні пожежі призведуть до теплового нагрівання атмосфери, еквівалентного нагріванню всієї атмосфери Землі на 1 °С, що викличе сильні руйнівні ефекти, зокрема: ураганні вітри; атмосфера буде забруднена радіоактивними речовинами, які за короткий час, як показала чорнобильська катастрофа, поширяться по всій земній кулі (конфлікт відбудеться, скажімо, в Європі, а радіоактивні речовини випадуть на голови не лише європейців, а й африканців і австралійців); виділення CO<sub>2</sub>, СО, метану, етану та пропану внаслідок пожеж і руйнування свердловин призведе до підвищення глобальної температури Землі на 4—5 °С у перші ж дні після конфлікту; утворення під час вибухів з азоту повітря великої кількості окисів азоту та їх надходження в стратосферу зумовить руйнування від 40 до 60 % захисного озонового шару, що викличе різке збільшення ультрафіолетового опромінення поверхні Землі; забруднення атмосфери величезною кількістю пилу й сажі внаслідок вибухів і пожеж. Спостереження за проведеними в 60-х роках наземними ядерними вибухами свідчать, що на кожну мегатонну потужності вибуху припадає 5 Мт піднятого в повітря пилу.. Значна його частина випаровується під час вибуху й перетворюється на аерозольну фракцію, розміри часток якої: становлять 1 мкм. Такий пил на тривалий час зависає в повітрі та потрапляє в стратосферу. Таким чином, вибухи потужністю 1 600 Мт здіймуть у повітрі 5 млрд т найдрібнішого пилу! Крім пилу, в повітря потрапить колосальна

кількість сажі й попелу. В містах скупчено велику кількість горючих матеріалів (дерево, пластмаси, фарби тощо). Все це горітиме, пожежі набудуть характеру вогняних смерчів (такі явища спостерігалися в часи другої світової війни під час масових бомбардувань Гамбурга й Дрездена англійськими та американськими літаками). Пил, поділ і сажа за, один два тижні затягнуть небо над усією Землею. В результаті прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів. На Землі настане ядерна ніч, яка триватиме кілька місяців, викличе загибель урожаю й більшості рослинного покриву Землі. Сильне заповнення атмосфери спричинить нагрівання тропосфери й похолодання приземного шару повітря на 15—30 °C протягом першого місяця після конфлікту. Результати моделювання свідчать, що локальні зниження температури будуть ще більшими — на 40—50 °C у помірному поясі Північної півкулі. Настане ядерна зима, що триватиме кілька місяців. Нагрівання верхніх шарів атмосфери й охолодження нижніх призведуть до зміни нестійкої стратифікації атмосфери на надстійку, коли практично не буде конвекції повітря. Це викличе припинення випадіння опадів, що подовжить перебування пилу й сажі в атмосфері.

Врешті-решт, через кілька місяців темряви й холоду пил і сажа осядуть. Охолодження зміниться нагріванням атмосфери на 20—30 °C вище норми, що спричинить повені й<sup>1</sup> селі, перш за все в гірських місцевостях.

Неоднорідні температурні зміни над сушею й морем зумовлять ураганні вітри й снігопади в прибережних районах материків.

Люди, що вціліють під час ядерних вибухів, поринуть у апокаліпсичний жах ядерної ночі й ядерної зими. Загибель рослинності й тварин, радіоактивне забруднення, вихід з ладу енергетичних систем і зв'язку, ніч і лютий мороз, ураганні вітри викличуть психічний шок, який людство не зможе пережити. Локальний ядерний конфлікт спричинить глобальну загибель людства, а ймовірно, й усієї біосфери. Модель подібного явища дала нам сама природа. В 1815 р. сталося катастрофічне виверження вулкана Тамбор у Індонезії, найсильніше за останні 500 років. Під час виверження в атмосферу була викинута величезна кількість газу й попелу. Попіл утворив у стратосфері завісу, що начно послабила сонячне випромінювання. Настало сильне охолодження атмосфери: майже повсюдно в Північній півкулі сніг не танув до середини червня, а в серпні вже почалися заморозки. В багатьох країнах загинув урожай, почався голод. Прозорість атмосфери відновилася повністю лише через два роки.

**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. За даними ООН, із кінця XIX до початку XXI ст. глобальна температура на земній кулі підвищилася загалом на 0,6 °С. Середня швидкість підвищення глобальної температури до 1970 р. становила 0,05 °С за 10 років, а останніми десятиліттями вона подвоїлась. 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 CO<sub>2</sub> 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 (рис. 3.1). 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—2 °С.

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 °С, інші — 5 °С.

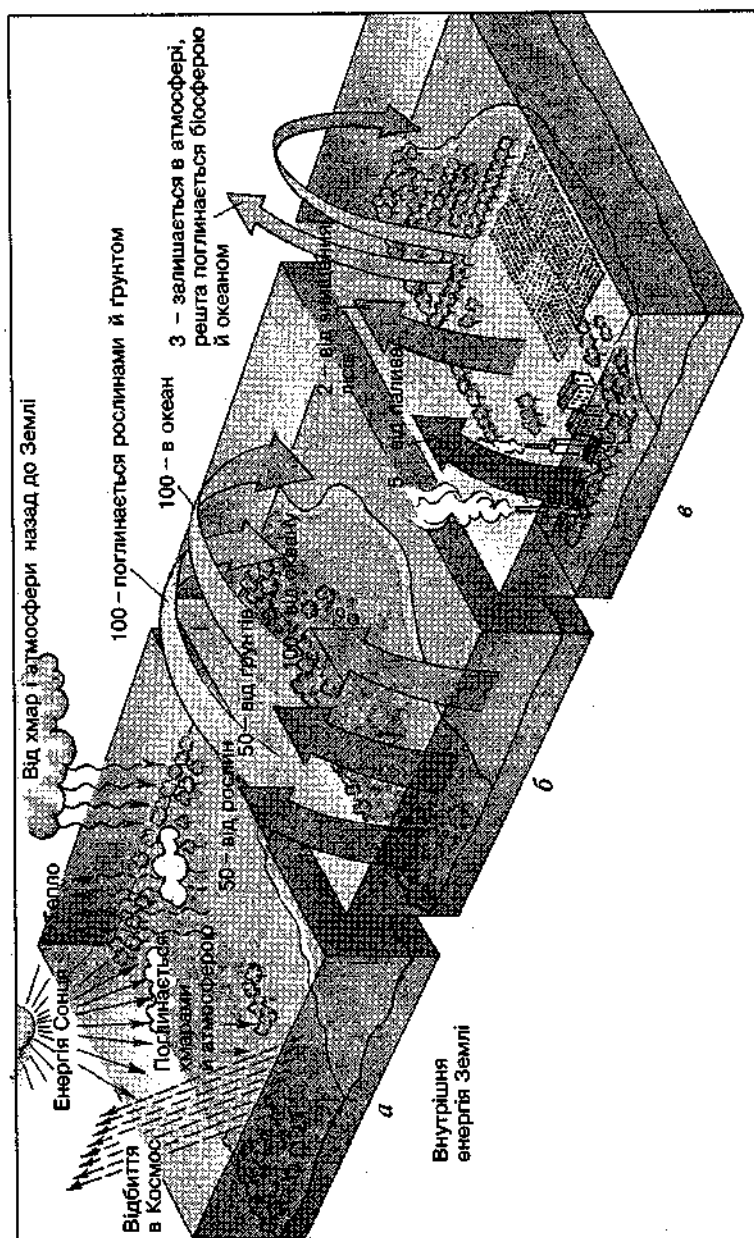


Рис. 3.1

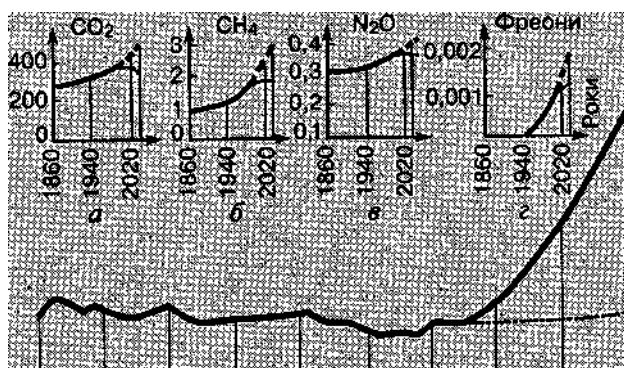
Баланс тепла в атмосфері (цифрами позначено кількість  $\text{CO}_2$ , млрд т):  
 а — природна теплича; б — кругобіг вуглецю; в — вплив антропогенного фактора

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 (рис. 3.2).

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  $500\text{ }^\circ\text{C}$  (за такої температури залізо починає світитися червоним кольором).

Занепокоєна загрозою парникового ефекту світова спільнота намагається запровадити низку запобіжних заходів. У 1992 р. Конференцією ООН із

питань довкілля й розвитку прийнято Рамкову конвенцію про зміну клімату, мета якої — «досягти стабілізації концентрації парникових газів у атмосфері на такому рівні, який не допускав би шкідливого антропогенного впливу на кліматичну систему». Конвенцію підписали практично всі держави — члени ООН, у тому числі Україна. Згідно з цією Конвенцією і Кіотським протоколом, що є її доповненням, промислово розвинені країни, до яких віднесено й Україну, повинні з 2008 по 2012 р. знизити як мінімум на 5 % порівняно з рівнем 1990 р. загальні викиди шести газів, котрі спричиняють парниковий ефект. Україна має стабілізувати викиди цих газів на рівні 1990р



### **Підвищення температури атмосфери Землі за рахунок збільшення концентрації CO<sub>2</sub> (а), CH<sub>4</sub> (б), N<sub>2</sub>O (в), фреонів (г) і сумарно (д):**

підвищення температури й кількості парникових газів у разі зростання антропогенного тиску на довкілля без зміни нинішніх темпів;

підвищення температури в разі запровадження найсуворіших екологічних обмежень

**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 солярову оливу. В приземному шарі повітря різко (до 10 мг/м<sup>3</sup>, а подекуди й більше) зріс уміст отруйного 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 олефінів у парах несповна згорілого автомобільного палива.

В сухому, загазованому, теплому повітрі з'являється 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 псується одяг, взуття, порушується робота транспорту.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Чому зменшується частка кисню в атмосфері?
- 2 Які аерозолі містяться в атмосфері?
- 3 В чому полягає парниковий ефект?
- 4 Які небезпечні наслідки парникового ефекту?
- 5 Які небезпечні наслідки аерозольного забруднення атмосфери?
- 6 Як впливають смоги на здоров'я людей?

## **Самостійне заняття №6**

**Тема:** Кислотні дощі. Озонова діра

**Мета:** Ознайомлення з впливом озонової оболонки Землі, кислотних дощів і смогів на атмосферу

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Руйнування озонової оболонки Землі
- 2 Кислотні дощі

**Практичне завдання:**

Тема реферату:

-“ Вплив кислотних дощів на атмосферу та літосферу “

### **Література:**

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 71-73
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь,1995, с. 168-176

**Руйнування озонового шару атмосфери** (рис. 3.3). Життя на Землі залежить від енергії Сонця. Надходить ця енергія на Землю у вигляді світла видимого випромінювання, а також інфрачервоного, або теплового, й ультрафіолетового (УФ) випромінювань.

УФ- випромінювання несе найбільшу енергію і є фізіологічно 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

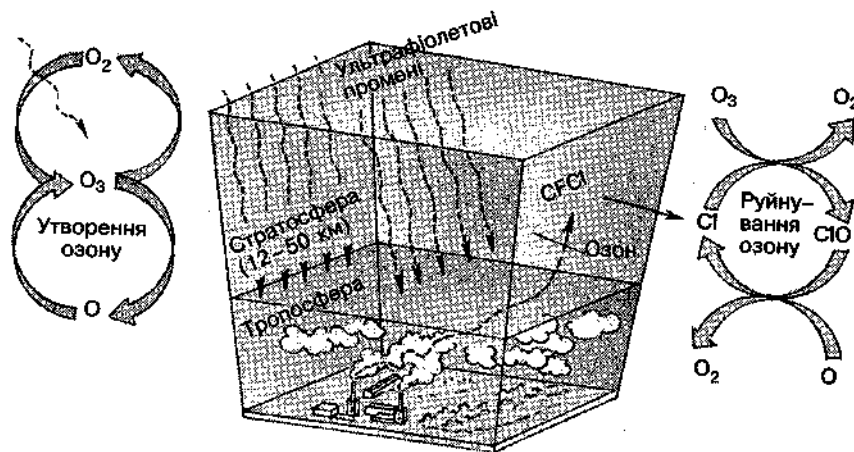


Рис. 3.3 Руйнування озонового шару атмосфери

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.

*Що ж захищає нас і всю біосферу від згубної дії «жорсткого ультрафіолету» ?* Озоновий щит Землі.

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 ( $3O_2 \rightarrow 2O_3$ ), 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 темного 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 це 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'явилося також інше джерело озоноруйнівних речовин — діяльність людини. Сучасна промисловість широко використовує так звані фреони (хлорфторметани) —  $\text{CFC1}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{ClBr}$  тощо — як холодоагенти в рефрижераторах і побутових холодильниках, як аерозольні розбризкувачі 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 надзвичайно 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. Проте це не реалізовано й сьогодні, оскільки США — головний забруднювач атмосфери — відмовилися підписати зазначений Протокол.

Призводить до руйнування озонового шару й військова діяльність, зокрема запуск балістичних раке, 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 досліди 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.

Руйнування озонового шару відбувається так:

активне функціонування хімічної промисловості, яка випускає речовини, що містять хлор 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  $O_2$ ; при цьому кожний атом хлору здатен відокремити атом кисню майже 100 тис. разів.

За останні 15 років спостерігається руйнування озонового шару над континентальною Європою. За прогнозами, в першій чверті 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 це 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 інтен-

сивності ультрафіолетового випромінювання. Водночас із тієї самої причини зменшилася кількість планктону в районі Антарктиди. В районах підвищеного ультрафіолетового опромінення пригнічується ріст рослин, знижується врожайність багатьох культур.

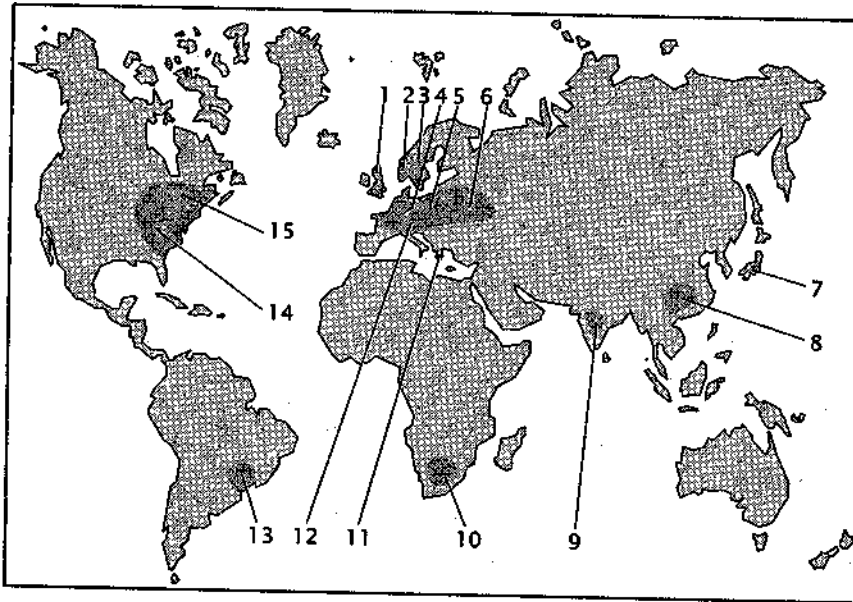
В Україні спостереження за станом озонного шару проводяться на п'яти озонметричних станціях (у Києві, Борисполі, Одесі, Львові й на Карадагу в Криму). За даними цих спостережень, протягом останніх 10 років загальний вміст озону в атмосфері був значно нижчим від кліматичної норми (аналогічна картина спостерігалася для всієї північної півкулі Землі в межах широт 40—60°).

Для виявлення озонних аномалій аналізується відхилення значень загального вмісту озону в одиницях стандартного відхилення  $\sigma$ . Якщо ці відхилення становлять від  $-2,0\sigma$  до  $-2,5\sigma$ , то це свідчить про критичну ситуацію, а коли перевищують значення  $-2,5\sigma$ , то констатується озонна аномалія («діра»).

Протягом 2000 р. озонних аномалій над Україною не спостерігалось, проте було зафіксовано кілька випадків зменшення вмісту озону до критичних значень.

**Кислотні дощі** (рис. 3.5) 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);
- отруєється 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).



### Ареали випадання кислотних дощів:

- 1 — Велика Британія (ушкоджено 67 % лісів); 2 — Північна Норвегія (80 % озер стали біологічно мертвими); 3 — Швеція (20 тис. озер закиснеш, в 4 тис. не живе риба); 4 — Німеччина (ушкоджено понад 50 % лісів); 5 — Польща (руйнуються залізничні колії, ушкоджено частину лісів); 6 — Україна, Білорусь (сильно ушкоджено ліси Полісся й Карпат); 7 — Японія (в Токіо кисле повітря становить серйозну загрозу для здоров'я людей); 8 — Китай (у деяких районах ушкоджено рисові поля); 9 — Індія (гинуть ліси, руйнуються будинки в Бомбеї і Тадж-Махал); 10 — Південна Африка (руйнуються будинки, ушкоджено овочеві плантації); 11 — Греція (руйнуються Пантеон та інші пам'ятки архітектури); 12 — Швейцарія (в центральних районах Альп загинуло або ушкоджено близько половини хвойних лісів); 13 — Бразилія (в Сан-Паулу завдається шкода здоров'ю населення, руйнуються будівлі); 14 — США (гинуть хвойні ліси Аппалачів, отруєно воду деяких озер, зростає захворюваність жителів великих міст); 15 — Канада (ушкоджено рідкісні дерева, руйнуються цінні будівлі, в 300 озерах Онтаріо рН води не перевищує 5)

Взимку поблизу ТЕС і металургійних заводів іноді випадає також *кислотний сніг*, ще шкідливіший, ніж кислотний дощ, що пояснюється більшим вмістом у ньому кислот. Райони випадання такого 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 етапі перебувають 20 тис. озер півдня Швеції, сотні озер і у Південній Канаді.

**Питання для самоконтролю:**

- 1 В якому шарі атмосфери знаходиться озоновий шар?
- 2 Як впливає озоновий шар на довкілля?
- 3 Які речовини руйнують озоновий шар?
- 4 Що таке “озонова дірка”?
- 5 Які причини зумовлюють кислотні дощі?
- 6 Які негативні наслідки кислотних дощів?

## Самостійне заняття №8

**Тема:** Світовий океан та його забруднення

**Мета:** Ознайомлення зі станом охорони вод Світового океану

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Характеристика основних забруднювачів Світового океану
- 2 Конвенція ООН з морського права (“Хартія морів”)

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995, с. 194-198
- 2 Джигирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища - Львів: Афіша, 2000, с. 98-99

Запаси води на Землі величезні—  $1,39 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup>, що становить 0,023 % усієї маси Землі. Проте абсолютна більшість цієї колосальної маси — це гіркувато-солоня морська вода, непридатна для пиття та технічного використання. Маса прісної води на планеті —  $35 \cdot 10^6$  км<sup>3</sup> (усього 2 % її загальної кількості). Основна кількість (75 %) прісної води зосереджена в льодових щитах Антарктиди й Гренландії гірських льодовиках, айсбергах, у зоні вічної мерзлоти. Із всієї кількості прісної води лише 0,6—1.% перебуває в рідкому стані (річки, прісноводні озера, частина підземних вод). Саме ця вода й використовується людством для своїх численних потреб. Слід зазначити, що 20 % усієї прісної рідкої води Землі зосереджено в такому унікальному водному басейні, яким є сибірське озеро Байкал. Та найбільші запаси води на Землі зосереджені в її надрах у зв'язаному вигляді (в складі мінералів). За даними В. Вернадського, в земній корі в

зв'язаному стані міститься щонайменше 1,3 млрд км<sup>3</sup> води, тобто приблизно стільки ж, як у Світовому океані.

Основним джерелом водопостачання для людства є річковий стік. Серед країн світу перше місце за цим показником посідає Бразилія з її гігантською річкою Амазонкою (9 900 млрд м<sup>3</sup>). Річковий стік України становить у середньому 85,1 млрд м<sup>3</sup> (без Дунаю), а в маловодні роки зменшується до 48,8 млрд м<sup>3</sup>. По території України цей стік розподілений вкрай нерівномірно: 70% припадає на Південно-Західний економічний район (45 % території), де мешкає лише 40 % населення. На Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, в яких живе 60 % населення і де розташовані найбільш водоемні галузі народного господарства, припадає всього 30 % стоку.

У цілому по Україні водні ресурси (річковий стік і підземні води) використовуються повністю, в багатьох районах півдня республіки відчувається гострий дефіцит води. Для ліквідації цього дефіциту доводиться вдаватися до трудомістких і дорогих заходів — перекидання води каналами та будівництва водосховищ. Для водопостачання маловодних районів введено в дію ряд каналів — Північно-Кримський, Дніпро — Кривий Ріг, Сіверський Донець — Донбас, Дніпро — Донбас, Інгулецький. В Україні є 748 водосховищ об'ємом понад 1 млн м<sup>3</sup> кожне, сумарний об'єм води в них досягає 48,9 млрд м<sup>3</sup>.

Головним джерелом води в Україні є Дніпро. Дніпровська вода використовується для пиття й технологічних потреб. Іншими річками, що забезпечують потреби населення України у воді, є Дністер, Південний Буг, Західний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя великих річок України залежить від стану їх приток і малих річок, яких в Україні налічується понад 63 тис. Ці річки мають величезне значення — досить зазначити, що 90 % усіх населених пунктів республіки розташовані саме поблизу малих річок. У басейнах цих річок формується понад 60 % водних ресурсів України. Саме стан малих річок України викликає нині велику тривогу. Більше як 20 тис. їх вже зникло, тобто висохло. Деградація, висихання малих річок невідворотно призведе до деградації великих річок, тому проблема їх збереження й оздоровлення є однією з найгостріших для нашої молоді держави.

## **СПОЖИВАЧІ ПРІСНОЇ ВОДИ**

Проблема забезпечення людства чистою водою нині надзвичайно загострилася, оскільки наявні ресурси прісної води в багатьох районах є недостатніми для задоволення всіх споживачів не лише на перспективу, але й на сьогодні. Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяють на дві групи: споживачі й користувачі води.

Споживачі забирають воду з джерела, використовують її для виробництва, промислової й сільськогосподарської продукції, а потім повертають, але вже в іншому місці, в меншій кількості й іншій якості.

Користувачі воду з джерела не забирають, а використовують її як середовище (водний транспорт, рибальство, спорт тощо) або як джерело енергії (ГЕС). Проте і вони можуть змінювати якість води (наприклад, водний транспорт забруднює воду).

Вода може використовуватися з різною метою: для потреб промисловості, сільського, комунального господарства, транспорту та для господарсько-питних потреб тощо.

Промисловість використовує близько 20 % загального рівня прісної води й її споживання/ Кількість води, що споживається тим чи іншим промисловим підприємством, залежить від типу продукції, що випускається, технології виробничого процесу, системи водопостачання (прямоточної чи оборотної), кліматичних умов тощо.

У разі застосування проточної системи вода з водного джерела подається на промисловий об'єкт, використовується в процесі виробництва продукції, потім надходить на очисні споруди й після відповідного очищення скидається у водотік чи водойму. При такій системі використовується велика кількість води, але частка необоротного споживання невелика.

При оборотній системі водопостачання відпрацьована вода після відповідної очистки не скидається у водойму, а багаторазово використовується в процесі виробництва. Витрати води у цьому разі набагато нижчі. Наприклад, якщо ТЕС потужністю 1 млн кВт при прямоточному водопостачанні щорічно споживає 1,5 км<sup>3</sup> води (головним чином для охолодження агрегатів), то при оборотній схемі — лише 0,12 км<sup>3</sup>, тобто в 13 разів менше.

Для оцінки обсягів промислового водоспоживання використовується термін *водоємність виробництва*. Під нею розуміють кількість води (м<sup>3</sup>), необхідну для виробництва 1 т готової продукції. Водоємність різних видів продукції дуже різниться: добування й збагачення руди 2—4, виробництво міді — 500, виробництво сталі 120—150, паперу — понад 200, синтетичного каучуку — 3600, капронового волокна — 5600.

Найбільшим споживачем води в промисловості є атомна енергетика — АЕС використовують у середньому вдвічі більше води на 1 кВт виробленої електроенергії, ніж ТЕС.

Сільське господарство є основним споживачем прісної води (70 % усього її використання). Це зумовлено в першу чергу збільшенням площ зрошуваного землеробства. Зрошувані землі дають набагато більше продукції, ніж незрошувані (богарні). Так, у світі нині зрошується близько 15 % площ усіх сільськогосподарських угідь, проте вони дають понад 50 % усієї продукції (за вартістю).

Площа зрошуваних земель у світі швидко зростає: на початку ХХ ст. вона становила 40 млн га, в 1970 р. — 235, а в 2000 р. за прогнозами досягне 420 млн га.



Питоме водоспоживання під час зрошення залежить від виду сільськогосподарських культур, фізико-географічних умов району, технічного стану зрошувальних систем і способів поливу. Наведемо норми зрошення різних культур,

м<sup>3</sup>/га:

багаторічні трави 2 000—8 000, рис 8000—15 000, зернові 1 500—3 500, цукровий буряк 2 500-6 000.

Втрати води під час зрошення (за рахунок випаровування) досягають великих значень (від 20 до 60 % водозабору). Деяка кількість води після зрошення повертається у водойми у вигляді зворотних вод, які, як правило, за своїм хімічним складом значно відрізняються від води, що використовувалася для зрошення, вони мають великий вміст солей.

Водопостачання населення задовольняє потреби в питній воді й комунально-побутові потреби (робота підприємств побутового обслуговування, поливання вулиць і зелених насаджень, протипожежні заходи тощо). Існує поняття *питоме водоспоживання*, тобто добовий об'єм води в літрах, що необхідний для задоволення всіх потреб одного жителя міста чи села.

Питоме водоспоживання в містах більше, ніж у селах і значною мірою залежить від ступеня благоустрою (наявності водопроводу, каналізації, центрального водяного опалення тощо). У великих містах земної кулі питоме водоспоживання нині становить, л/добу на одну людину: Нью-Йорк і Москва — 600, Київ — 515, Париж і Луганськ — 500, Вінниця і Ужгород — 305, Лондон — 263, Івано-Франківськ — 230.

### **ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ**

У результаті інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються значні кількісні й якісні зміни в гідросфері. Кількісні зміни полягають у тому, що в певних районах змінюються кількість води, придатної для господарських потреб, водний баланс, режим рік тощо. Якісні зміни зумовлені тим, що більшість річок і озер є не лише джерелом водопостачання, а й тими басейнами, куди скидають промислові, сільськогосподарські й господарсько-побутові стоки. Це призвело до того, що нині на Землі вже практично не залишилося великих річкових систем з гідрологічним режимом і хімічним складом води, не спотворених діяльністю людей (рис. 16).

Забруднення гідросфери поділяють на хімічне, фізичне, біологічне й теплове.

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, лупі тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є токсичними (отруйними) для мешканців водойм. Це — сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, хрому, фтору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі по харчових ланцюжках

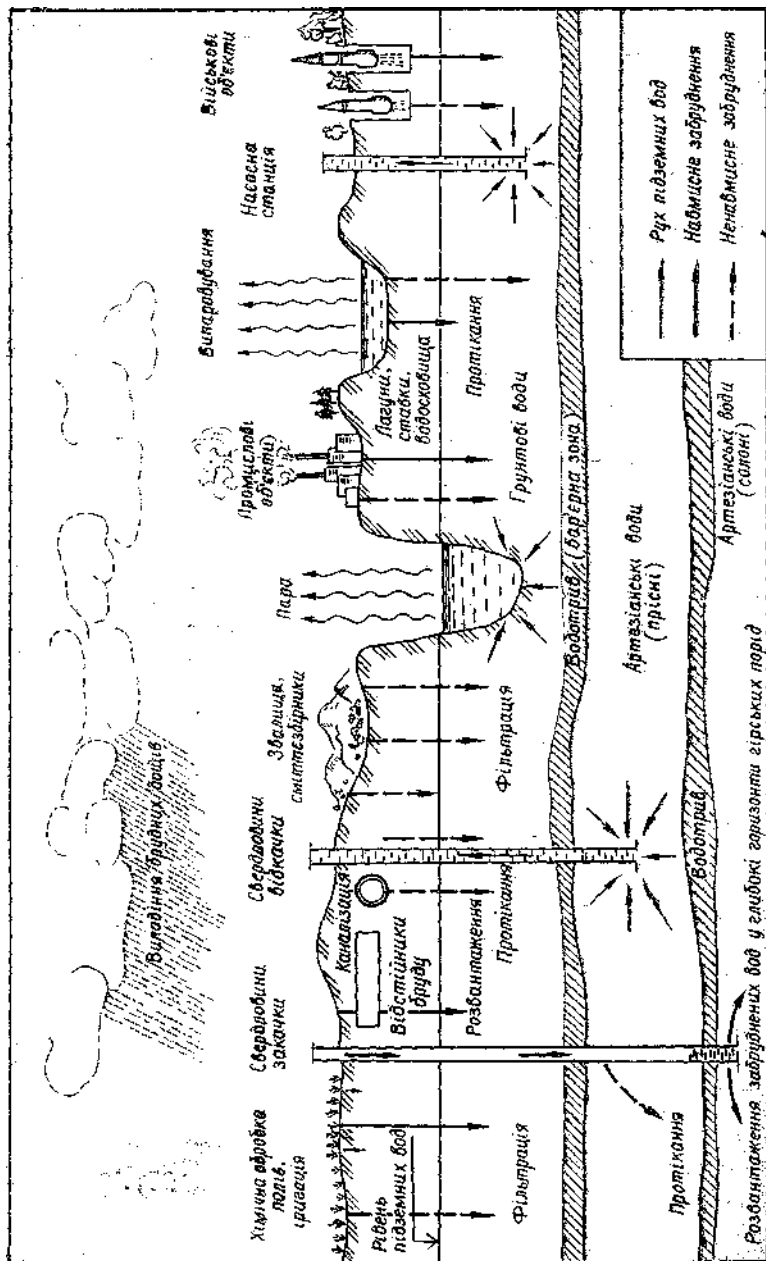
більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці харчового ланцюжка. Скажімо, в фітопланктоні вміст шкідливої сполуки буде в десять разів більшим, ніж у воді, в зоопланктоні (рачки, личинки тощо) — підвищиться ще вдесятеро, в рибі, яка харчується зоопланктоном, — ще вдесятеро. Їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо.

Ф і з и ч не забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей — прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, намул, глинисті частки) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських полів, особливо тоді, коли розорюються водозахисні смуги вздовж річок і орні ділянки наближаються до самого урізу води.

Багато суспензій потрапляє у водотоки з діючих підприємств гірничорудної промисловості, таких, як промивочні установки, драги тощо. Пил надходить у водойми також з сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водних рослин, забивають зябра риб й інших водних тварин, погіршують смакові якості води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що, потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особлива під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

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



186

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

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

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

Біологічне забруднення водного середовища полягає у надходженні до водойм із стічними водами різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, грибки, найпростіші, черви), яких раніше тут не було.

Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій тощо все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

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

### **ПРОБЛЕМА СТІЧНИХ ВОД**

(Неочищені або недостатньо очищені стічні води, потрапляючи в природні водойми, призводять до зміни фізичного й хімічного складу їхніх вод, забруднюють їх. Усі природні водойми мають здатність до самоочищення. Самоочищення — це розбавлення стічних вод, випадіння в осаді твердих забруднювачів, хімічні, й інші природні процеси, що призводять до видалення з водойми забруднювачів і сприяють поверненню води до її первісного стану. Проте здатність водойми до самоочищення має свої межі. Велика кількість забруднених вод, наявність у них токсичних для «одних біоценозів речовин й інші причини обмежують здатність водойми до самоочищення. Нині річки, озера й інші « водойми самотужки вже не можуть подолати дедалі зростаюче антропогенне навантаження. Тому людство, якщо воно хоче мати майбутнє, повинно вдатися до спеціальних досить трудомістких і дорогих заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до стану, придатного для подальшого їх використання. Комплекс заходів, що мають забезпечити нормальний стан водних об'єктів, включає такі:

нормування якості води, тобто розробка критеріїв щодо її придатності для різних видів водокористування;

скорочення обсягів скидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів; очистка стічних вод.

Нормування якості води в нашій країні здійснюється за відповідними правилами й нормативними актами. У прийнятому Верховною Радою України Законі про охорону навколишнього природного середовища є спеціальний розділ щодо охорони водного середовища. В ньому викладено вимоги до складу й властивостей води для різних потреб народного господарства, підкреслюються принципи обов'язковості захисту всіх водокористувачів і водо споживачів. Окремо наголошується на забороні скидання у водойми «стічних вод, що містять цінні відходи, сировину, які

можуть бути вилучені шляхом раціональної технології. В додатках до закону наводяться ГДК різних забруднювачів води. Законом передбачена адміністративна й карна відповідальність за порушення правил користування водоймами, забруднення їх понад встановлені норми тощо. Скорочення обсягів скидів забруднень у водойми й перехід підприємств до роботи, за схемою замкнутого циклу водокористування є головним напрямом захисту водного середовища в промисловості. За такою схемою водокористування промислове підприємство після очищення власних стічних вод повторно використовує їх у технологічному циклі, й забруднені стічні води взагалі не потрапляють у природні водойми. Розробка нових прогресивних технологій дозволяє різко скоротити потреби у воді, а інколи й зовсім відмовитися від неї. Наприклад, на деяких ТЕС за кордоном замість водяного охолодження агрегатів використовується повітряне, що звело теплове забруднення водойм до нуля.

У сільському господарстві, яке є основним споживачем води, слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна поверхневого поливу на зрошуваних землях більш раціональними методами (дощуванням, крапельним поливом тощо) дозволяє одержувати ті ж врожаї за витрат води у п'ять — сім разів менших. За повідомленнями преси, на бавовняних плантаціях Туркменістану лише 54 % води доходять до рослин, решта просочується в землю через необлицьовані стінки каналів, призводить до заболочення ділянок магістральних каналів. Економія на облицюванні спричинює до значно більших витрат — витрат води, виведення з сівобороту великих площ землі.

Зменшенню кількості пестицидів, фосфатів, нітратів у водоймах сприяє часткова заміна хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби з шкідниками й хворобами рослин, чітке дотримання сівоборотів, введення нових, більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів культур.

### ОХОРОНА ВОД СВІТОВОГО ОКЕАНУ

Стан вод Світового океану нині викликає велику тривогу. Води морів і океанів забруднюються переважно водами річок, з якими щорічно до них надходить понад 320 млн т заліза, 6,5 млн т фосфору й інших речовин. Дуже багато забруднювачів потрапляє в Світовий океан із атмосфери: 200 тис. т свинцю, 1 млн т вуглеводнів, 5 тис. т ртуті тощо. Близько однієї третини мінеральних добрив, що потрапляють у ґрунт, вимивається з нього й ріками виноситься а моря та океани лише азоту й фосфору таким шляхом потрапляє в Світовий океан близько 62 млн т на рік. Ці речовини викликають бурхливий розвиток деяких рослин (синьо-зелених і зелених одноклітинних водоростей), що вже не раз спричиняло, «червоні припливи» в Північному, Середземному морях й інших акваторіях.

До найбільш шкідливих забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти. Щорічно в Світовий океан надходить 5—10 млн т цих

забруднювачів, джерелами яких є морський транспорт і приморські міста, береговий стік, втрати під час морського добування нафти на шельфах тощо. Особливу тривогу викликають аварії великих танкерів, що перевозять нафту. Збільшення нафтового забруднення в деяких районах Світового океану, таких, наприклад, як Середземне й особливе Північне море вже стає катастрофічним для флори й фауни, порушує тепло- і вологообмін між океаном і атмосферою (рис, 18). Жертвами цього виду забруднення стають сотні тисяч морських птахів, тюленів, велика кількість риби, донних тварин тощо.

Моря й океани забруднюються також твердими відходами — побутовими та промисловими. Цих відходів у Світовому океані накопичилося вже понад 20 млн т. Більшість з них дуже шкідлива, бо містить сполуки важких металів й інші речовини, що згубно діють на морську фауну.

У морську воду потрапила велика кількість радіоактивних ізотопів внаслідок випробувань атомної зброї, роботи ядерних реакторів на військових підводних човнах і криголамах, скидання контейнерів з відходами атомних електростанцій тощо. Загальна радіоактивність, привнесена в Світовий океан людиною, оцінюється в  $5,5 \cdot 10^{19}$  Бк, або  $5,5 \cdot 10^9$  Кі. Під час чорнобильської аварії в атмосферу було викинуто близько  $5 \cdot 10^7$  Кі радіоактивності, тобто в Світовому океані накопичилася радіоактивність, спричинена 30 Чорнобилями. Найзначніше забруднення Світовому океану відбувається в мілководній прибережній зоні. Але ж континентальний шельф — це райони, де більшість представників морської фауни проводить значну частину свого життя. До того ж саме тут мільйони рибалок заробляють собі на життя, а ще більша кількість людей намагається провести свою відпустку.

Прогресуюче забруднення Світового океану інколи має найнесподіваніші наслідки, коли безвинні, практично нікому раніше не відомі організми набувають загрозливих властивостей. Саме так сталося з мікроскопічними одноклітинними водоростями. Зазначене забруднення морів нітратами й фосфатами, якими живляться водорості, вже кілька разів викликала в одному чи іншому місці Світового океану вибухоподібне їх розмноження, відоме під назвою «червоний приплив», хоча його колір залежно від різновиду мікроорганізмів може бути й жовтим, й синьо-зеленим. Ці мікроорганізми надзвичайно швидко розмножуються — загальна кількість їх подвоюється за 20 год. Вони утворюють на поверхні моря «ковдру» товщиною до 2 м, яка може вкривати великі площі поблизу узбережжя. Наприклад, біля берегів Скандинавії в 1988 р. подекуди утворилися величезні плями таких водоростей — до 45 км завдовжки й 10 км завширшки. Бурхливий розвиток водоростей супроводжується різким зниженням вмісту в морській воді кисню. Водоростева «ковдра» діє як прес, що душить у морі все живе. Гинучи через два-три дні, клітини водоростей опускаються на дно, де стають поживою для бактерій, які в процесі інтенсивного

харчування починають споживати надмірну кількість кисню. Це призводить до загибелі від задухи донних організмів. Самі клітини водоростей містять отруйні речовини, що згубно діють на рибу й інші морські організми. У результаті подібного «червоного припливу» в 1988 р. у Північному морі поблизу узбережжя Данії й Норвегії на великих ділянках загинула практично вся морська фауна й флора, було завдано великої шкоди риболовецьким господарствам, забруднено пляжі, сморід над деякими затоками стояв більше місяця. Загрозливим є те, що «червоні припливи» трапляються дедалі частіше й уражують дедалі більші ділянки морських узбереж.

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 розроблено й прийнято кілька важливих угод, що регулюють судноплавство, рибальство, добування корисних копалин з морських родовищ тощо.

Найвідомішою є конвенція ООН 1982 р. з морського права («Хартія морів»), у обговоренні якої брало участь 156 країн, 20 міжурядових і понад 60 неурядових міжнародних організацій. За цією конвенцією держави, які підписали угоду, мають зберігати морське середовище та захищати його від забруднення. Це стосується всіх джерел забруднень незалежно від того, де вони розташовані — на суші або на морі. З метою запобігання забруднення морського середовища з джерел, що розташовані на суші, держави зобов'язалися розробляти своє національне законодавство з урахуванням міжнародних стандартів і правил. Аналогічні вимоги поширюються і на морські судна, які плавають під прапорами цих країн.

З метою захисту економічних інтересів прибережних держав конвенцією 1982 р. передбачено встановлення в Світовому океані 200-мильних економічних зон. Цим державам надано право на розвідку, розробку та збереження природних ресурсів, які належать до живої та неживої природи, зокрема тих, що знаходяться на дні, в надрах і водах океану, а також право на управління цими ресурсами. Конвенція містить положення, які регулюють експлуатацію окремих видів живих ресурсів у економічній зоні. У «Хартії морів» визначено також вимоги щодо охорони морського середовища під час освоєння ресурсів морського дна поза зонами національної юрисдикції.

Для постійного стеження за станом Світового океану створюється міжнародна служба моніторингу. Добрі результати дає застосування з цією метою космічних методів стеження — з спеціальних супутників можна оперативно помітити нафтові плями в Світовому океані, слідкувати за кількістю стоків, що виносяться річками й навіть помічати танкери, капітани яких скидають в море подалі від берега брудні промивочні води.

## **АНТРОПОГЕННІ КАТАСТРОФИ НА АКВАТОРІЯХ**

Непродумане господарювання, гонитва за наживою, ігнорування законів природи призвели до важких наслідків на деяких акваторіях.

Драма Байкалу. Байкал (у перекладі «багате озеро») є перлиною світових озер. Це найглибше озеро планети, найбільший резервуар прісної води найвищої якості, оспіване в народних легендах і піснях, туристичний об'єкт. Воно є унікальною геологічною структурою — рифтом, водоймою, де мешкають тварини, які не зустрічаються більше ніде в світі (наприклад, рибка голом'янка, що на 80 % складається з жиру, тому зовсім прозора). Неповторної краси краєвиди кедрової тайги, баргузинський соболь, гарячі мінеральні джерела... Це диво, яке мати-природа дбайливо плекала 25 млн років, нині знаходиться під загрозою знищення, виродження.

У 1958 р. Байкал привернув увагу Міністерства паперової промисловості. Під лозунгом «Країні потрібен папір, країні потрібна кордна целюлоза!» почалася підготовка до будівництва на Байкалі чергового «гіганта соціалістичної індустрії» — целюлозно-паперового комбінату (ЦПК). Сибірські вчені й письменники одразу ж розпочали боротьбу проти цього проекту, що загрожував перетворити Байкал - на відстійник ЦПК. Адже целюлозно-паперова промисловість — чи не найбрудніше з виробництв, створених людиною, — потребує дуже багато чистої води, яку перетворює на настільки брудну суміш, що її практично неможливо очистити відомими способами.

Мінпапірпромом були задіяні різноманітні методи: залежні від нього експерти доводили, що очисні споруди повернуть назад у Байкал воду, мало не чистішу за ту, яку комбінат буде забирати; деякі вчені висували тезу: «Байкал такий великий, що забруднити його неможливо». Та найбільшим козирем Мінпапірпрому було твердження, що лише Байкальський ЦПК зможе виробляти кордну целюлозу класу «супер-супер», необхідну для виготовлення шасі швидкісних військових літаків. Єдине, чого вдалося домогтися громадськості — на спорудженому ЦПК було введено в дію систему очисних споруд, яка коштувала вп'ятеро дорожче від самого комбінату.

Комбінат пропрацював два десятки років, і всі найгірші прогнози вчених справдилися. Очисні споруди працювали весь цей час неритмічно, мали місце численні «залпові» скиди в Байкал неочищених вод. І навіть тоді, коли очисні споруди працювали за графіком, вода, що виходила з них в Байкал, була забруднена фенолами й сотнями інших шкідливих сполук. У результаті на значній частині акваторії озера вода вже не має нічого спільного із знаменитою колись байкальською водою, світовим еталоном прісної води. Гинуть унікальні мешканці озера, зокрема мікроскопічні рачки, що відіграють величезну роль у очищенні води, фільтруючи її крізь свої зябра. Від димових викидів ЦПК гинуть кедрові ліси, які мають водоохоронне значення. Вчені підраховали, що екологічні збитки від ЦПК становлять 50 млн крб за добу, тоді як уся продукція його за рік оцінюється в 120 млн крб.



І найбільш дивний факт — за всі десятиліття своєї роботи ЦПК так і не освоїв виробництва целюлози «супер-супер». Врешті-решт, уже в епоху «гласності й перебудови» громадськість домоглася постанови уряду про перепрофілювання ЦПК на виробництво деревостружкових плит для меблів. Невідомо лише, чи зуміє Байкал відновитися, тим паче, що ЦПК був не єдиним його губителем. У районі озера й нині діють близько 150 об'єктів, чії стічні води, викиди в атмосферу та інші шкідливі впливи викликають тривогу. Береги озера стихійно забудовуються дачами, тут виросло місто Сєвєробайкальськ, де мешкає 120 тис. жителів, а стан каналізації, за словами одного з сибірських вчених, «наводить жах» (у більшості будинків її просто немає).

Загибель Аралу. Серед катастроф, викликаних діяльністю людей, загибель Аральського моря посідає особливе місце. Тут не було жахливого вибуху, смерть прийшла в ці краї мовчки й повільно.

Аральське море — четверте за розмірами на Землі відокремлене від океану море-озеро (на першому місці — Каспійське). Колись воно мало площу 60 тис. км<sup>2</sup>, глибину— до 70 м, живилося водами середньоазіатських рік Амудар'ї та Сирдар'ї. В колишньому ЄРСР Арал був другим після Азовського моря постачальником риби. Тут водилося безліч лящів, коропів, судаків й інших цінних видів риби. Арал був годувальником сотень тисяч людей, мав дуже важливе значення як регулятор клімату в жаркому районі Середньої Азії, на стику пустель Каракум і Кизилкум. Усе це — в минулому. Вже близько 30 років Арал висихає. Нині площа моря скоротилася на 40 %, а об'єм— на 60 %, рівень моря знизився на 13 метрів, а солоність води збільшилася з 11 до 23 ‰. Риба в Аралі вимерла, море відійшло від портів на 50—70 км. З висохлого дна моря, що займає вже 2,6 млн га, жаркі каракумські вітри здіймають у повітря 70 млн т солей у рік, які уражують поля всієї Середньої Азії й доходять навіть до Кубані. Що ж трапилось? Якщо до 60-х років сумарний стік річок, які живлять Арал — Амудар'ї й Сирдар'ї — становив приблизно 50 км<sup>3</sup> на рік, то за 1961—1980 рр. він зменшився до 20 км<sup>3</sup>, а з початку 80-х років на Сирдар'ї припинився зовсім, а на Амудар'ї оцінюється жалюгідними цифрами. Причиною цього є не якась природна катастрофа, а діяльність Міністерства водного господарства. Озброївшись «жерівною» фразою середньоазіатського партійного вождя Рашидова «Країні — бавовняну незалежність!», витративши сотні мільярдів народних грошей, це міністерство два десятки років регулярно рапортувало про чергові сотні кілометрів каналів, додаткові греблі й тисячі нових зрошених гектарів бавовняних плантацій. Стік Амудар'ї й Сирдар'ї був вичерпаний на бавовняні поля, причому норми поливу регулярно перевищувалися вдвічі, а то й втричі порівняно з науково обгрунтованими; через необлицьовані стінки каналів втрачалось до 40% води, ґрунти засолювалися, в них вносились надмірні кількості гербіцидів, пестицидів, дефоліантів тощо. На сьогодні понад 3 млн га загублених,

отруєних, засолених земель списано Мінводгоспом офіційно (насправді втрачено ще більше).

Арал нині агонізує. Вчені вважають, що врятувати його, тобто відновити в колишньому вигляді, неможливо перш за все через відсутність  $50 \text{ км}^3$  води, вкраденої в нього. Можна говорити лише про заходи по деякому зменшенню екологічної шкоди. Рівень моря продовжує знижуватися, і десь на початку XXI ст. воно розпадеться на низку гіркувато-солоних озер.

Втім, деякі вчені дотримуються іншої думки. Вони вважають, що стан Аральського моря не є безнадійним і пропонують вжити такі заходи з метою його врятування.

1. Необхідно заборонити полив по борознах і запровадити автоматизовані способи поливу крапельними або підґрунтовими методами. Через недосконалі зрошення під час поливу води витрачається втричі більше, ніж потрібно рослинам.

2. Забетонувати або облицювати стінки каналів, подавати воду по закритих системах (труби тощо), як це робиться в усьому світі вже багато десятиріч. Підраховано, що ліквідація втрат води в меліоративних системах зберігатиме для Аралу  $30\text{—}40 \text{ км}^3$  води щорічно.

3. Науково обґрунтувати норми поливу бавовника для регіону. Розрахунки свідчать, що за рахунок обмеження поливу до  $10\,000 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ га}$  площі можна зберегти  $30\text{—}40 \text{ км}^3$  води на рік.

4. Зменшити посівні площі бавовника, розпочавши культивуацію менш водоемних сільськогосподарських культур. Слід зменшити використання бавовни на технічні потреби, замінивши її виробами хімічної промисловості, а також скоротити експорт бавовни за кордон. За рахунок скорочення посівних площ можна зберігати щорічно близько  $10 \text{ км}^3$  води. Експорт бавовни в минулі роки становив близько  $30\%$  валового збору. Отже, щорічно експортувалося  $15 \text{ км}^3$  води.

Крім того, значна частина сільськогосподарської продукції просто втрачається. Недостатня кількість переробних виробництв, сховищ тощо є причиною того, що значна частина водних і земельних ресурсів працює без віддачі. Деякі вчені вважають, що це еквівалентно щорічним втратам  $15\text{—}20 \text{ км}^3$  води.

Багато бавовни втрачається через те, що немає устаткування для фасування та переробки вати. За рахунок його застосування потреба в бавовні зменшилася б на  $60\%$ .

5. Звести до мінімуму скидання води після поливу. Ще в 70-ті роки було підраховано, що за десять років втрата води, спричинені холостими скидами, фільтрацією через стінки Каракумського каналу, випаровуванням та заболочуванням, перевищили  $100 \text{ км}^3$ , тоді як на зрошення було використано лише  $84 \text{ км}^3$  води.

6. Розглянути питання про збільшення стоку Амудар'ї та Сирдар'ї за рахунок атмосферної вологи в горах. Технічна можливість для цього є. Реальне збільшення може становити близько 20 %

7. Здійснити багаторічне регулювання стоку Амудар'ї. З метою зменшення забруднення води суворо нормувати внесення гербіцидів, пестицидів, дефоліантів тощо або застосувати інші (перш за все біологічні) методи боротьби з шкідниками.

Настав час також серйозно замислитися над демографічною ситуацією в басейні Аральського моря. Проте досі ні Узбекистан, ні Інші середньоазіатські країни не беруться за вирішення проблеми Аралу, й нині лунають заклики звернутися по допомогу до міжнародного співтовариства. Масштаби аральської біди з особливою силою відчують жителі прилеглої до колишнього моря Каракалпакії. Втрата роботи змусила виїхати з цих місць десятки тисяч людей. Ті, що залишилися на батьківщині предків, ледь животіють. Джерела води пересихають, а в тих, які ще існують, вода надміру забруднена солями, хімікатами. Солоні вітри знищують плантації. Кожна десята дитина з тих, що народжуються, помирає, не проживши року. Лютують епідемії гепатиту, черевного тифу, різко зріс рівень захворювань, зокрема на рак. Немовлята відмовляються пити материнське молоко — воно насичене аральською сіллю.

Як пише географ О. Ситниченко, керівник кількох екологічних експедицій у район лиха, «трагізм аральської катастрофи в тому, що не стихії, не мор, не чума чи холера, не сарана, а цілий мозковий трест серйозних державних мужів з благих намірів вчинив увесь цей жах».

Ледь не сталося повномасштабної екологічної біди й на півдні України, де вже почали здійснювати багатомільярдний проект будівництва каналу Дунай — Дніпро.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Які основні промислові забруднювачі Світового океану?
- 2 Охарактеризуйте забруднення Світового океану “Червоний приплив” ?
- 3 Охарактеризуйте основні положення “Хартії морів” ?

## Самостійне заняття №9

**Тема:** Еколого- економічні основи природокористування

**Мета:** Ознайомлення з завданнями економіки природокористування, системою екологічних стандартів

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Що означає термін “ природокористування ”?
- 2 Які основні завдання економіки природокористування?
- 3 Що означає економічну оцінку природних ресурсів?
- 4 З якою метою створена система екологічних стандартів?
- 5 Які основні положення системи екологічного контролю?
- 6 Які завдання екологічної експертизи?
- 7 Земельні і мінеральні ресурси
- 8 Причини деградації ґрунтів і стан їх охорони
- 9 Охорона земних надр
- 10 Раціональне використання і рекультивация ґрунтів

### Література:

- 1 Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум.- К.: Лібра, 2004, с. 260-280
- 2 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь,1995, с. 116-128

## **ОХОРОНА ЛІТОСФЕРИ. ОХОРОНА ГРУНТІВ**

Одним з головних питань охорони довкілля є охорона літосфери — зовнішньої твердої оболонки Землі, яка має такі життєво важливі ресурси, як землі, ґрунти й збагачені різними копалинами та мінеральною сировиною надра.

За довгий період існування (понад 4,5 млрд років) земна поверхня зазнала дуже великих змін. Геологам відомо, що за цей час неодноразово під впливом внутрішніх і зовнішніх геологічних і космічних сил змінювався не лише рельєф земної поверхні в межах окремих континентів, коди гори ставали глибокими морями й навпаки, а й сама форма континентів, їх розміри, розташування. За цей довгий період на земній поверхні відбувалися багаторазові локальні, регіональні й глобальні екологічні катастрофи, які різко змінювали клімат і склад атмосфери, чисельні й потужні землетруси, виверження вулканів, під час яких розпечена лава, вирвавшись з земних глибин, вкривала смертельною вогняною ковдрою тисячі квадратних кілометрів. Періоди катастроф змінювалися періодами спокою, коли протягом мільйонів років знову відтворювалося й розвивалося життя, відбувалися процеси вивітрювання порід, денудації, виположення, пенеппенізації. Одночасно з формуванням земної поверхні формувалися також ґрунти (на межі розділу літосфери й атмосфери) та корисні копалини (на поверхні та в надрах, на глибинах від кількох метрів до кількох десятків кілометрів).

*Ґрунти—це природні утворення, які характеризуються родючістю — здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їх життєдіяльності, а також накопиченими водою й повітрям.* Ґрунти — це органо-мінеральні утворення, що виникли в результаті тривалої взаємодії живих організмів і субстрату (певного типу гірських порід — гранітів, вапняків, базальтів, глин, пісків чи сланців тощо), розкладу живих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря.

Найродючіші та найпотужніші ґрунти — чорноземи— формувалися протягом тисячоліть у зонах лугових степів, де>був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів — 500—600мм на рік) і оптимальні умови для розвитку багатой трав'яної рослинності. Північніше, де вологи більше, але не досить тепло, в лісовій зоні, утворилися темно-сірі, сірі й світло-сірі ґрунти (підзолисті, дерново-підзолисті, болотні) та торфовища. Південніше, де тепла більше, ніж у степовій зоні, але значно менше вологи, рослинність бідна, ґрунтоутворення відбувалося слабше. Тут, у сухих степах, напівпустелях і пустелях переважають бурі, сіробурі й каштанові ґрунти, сіроземи, солонці та солончаки. В Україні нараховується близько 650 видів різних ґрунтів. Дуже важливим компонентом ґрунту є перегній — органічна речовина, яка утворюється з решток померлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів, які живляться вуглеводнями, білками, жирами, лігніном, пектином, цукром й іншими речовинами, що містяться в рослинах,

переробляють їх, розкладають, перетворюють на глюкозу, амінокислоти, гліцерин, хінони та поліфеноли. Мікроби за допомогою ферментів синтезують гумус, ґрунтовий перегній, вуглекислий газ і воду, аміак, окиси азоту та інші речовини. Ґрунтоутворення є важливою частиною біологічного кругообігу речовин і енергії. Ґрунт забезпечує рослинний світ калієм і вуглецем, а також азотом і фосфором, які входять до складу білка. Родючість залежить від кількості азоту в перегної, перегною в ґрунті та потужності ґрунту. Кращі чорноземи містять до 10—15 % гумусу (перегною).

Ґрунти мають для нас величезне значення по лиш, тому, що є головним джерелом одержання продуктів харчування, вони відіграють активну роль в очищенні ПРИРОДНИХ і стічних вод, які через них фільтруються. Ґрунтово-рослинний покрив планети є регулятором водного балансу суші, оскільки він поглинає, утримує й перерозподіляє величезну кількість атмосферної вологи. Це — універсальний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенних забруднень. Тому користуватися землею, ґрунтом слід розумно й обережно.

Ґрунт, який не є продуктом праці людини й створювався природою протягом тисячоліть, нині в результаті хижацького користування, нерозумної аграрної політики та розбазарювання під різні види будівництва, кар'єри, полігони знаходиться в стані виснаження, вичерпання. Внаслідок того, що в гонитві за врожаєм ґрунти почали орати дедалі глибше та частіше, завозити на поля величезні кількості мінеральних добрив та пестицидів для боротьби з шкідниками, на величезних площах землі в степових і посушливих районах ґрунти втратили здатність вбирати й пропускати воду, їх структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними речовинами. Повсюдно врожайність ґрунтів катастрофічно зменшується. Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів — нейтралізація, розсолення, збагачення гумусом тощо.

Як сказано в одній з останніх доповідей ООН про стан земельних ресурсів світу, подальше існування нашої цивілізації поставлене під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, що збільшується.

Нині, охорона й раціональне використання земельних ресурсів (орні землі, пасовиська, сінокоси, рекреаційні зони) — одна з найактуальніших проблем. Загальна площа орних земель суші становить близько 1,5 млрд га (10—11 % площі суші), пасовиськ і сінокосів — близько 3 млрд га (тобто близько 20 % площі суші). Резерви сільськогосподарських угідь на сьогодні, згідно з даними ООН, повністю вичерпані. На кожного мешканця планети припадає в середньому лише 0,4 га орної землі, й ця цифра зменшується через значний приріст населення планети. Стан земельних ресурсів планети відображено на рис. 20.

Близько 3/4 усіх ґрунтів земної кулі мають до того ж знижену продуктивність через незабезпеченість вологою й теплом. І, нарешті, має

місце швидка: деградація цих ґрунтів під потужним антропогенним тиском.

В умовах зростаючого дефіциту продуктів харчування нині кожна п'ядь землі, на якій можна виростити щось їстівне, має велике значення й повинна охоронятися. Разом з тим, охорона, земельних ресурсів здійснюється дуже незадовільно, зокрема в Україні.

Наведемо основні відомості про головні причини деградації ґрунтів і стан їх охорони.



Рис. 20. Структура земельного фонду України (60,36 млн га, за станом на 01.01.93)

За даними ЮНЕП, щорічно через вплив на ґрунти вітрів, ураганів, хімізації, будівництва міст, доріг, промислових об'єктів, аеродромів, розвиток кар'єрів у всьому світі втрачається від 5 до 7 млн га родючих земель.

Сотні мільйонів гектарів земель потерпають від ерозії. Лише в Україні щорічно від ерозії гинуть десятки тисяч гектарів орної землі, а в колишньому СРСР за станом на 1990р. було еродовано близько 68 %.

Дуже значних збитків господарству завдає ерозія ґрунтів у ряді областей Індії, в Непалі, високогір'ях Східної Африки, Андах, США, Китаї та інших регіонах Землі. На цих землях урожайність зменшується на 30—60 %, подекуди — на 90 %. Ерозії ґрунтів сприяє активне яроутворення, зумовлене діяльністю людини (ярами зруйновано близько 7 млн га земель) — вирубкою лісу на схилах, знищенням трав'яного чи чагарникового покриву, неправильним розорюванням землі тощо.

Сприяють ерозії й пилові бурі, коли в повітря на висоту 1—3 км здіймаються мільйони тонн пилу, піску, ґрунту оголюючи в одних місцях землю на сантиметри й навіть десятки сантиметрів, перетворюючи її на пустелю і засилаючи поля, сади, луки, дороги та будівлі в інших місцях шаром пилу й піску товщиною 20—50 см, а іноді навіть 2—3 м. Відомі пилові бурі, що завдали великої шкоди на Північному Кавказі, в східній Україні, Середній Азії, особливо поблизу Аралу, в Центральній Америці. Вітрова й водна ерозії повністю знищують ґрунти або значно зменшують вміст у них азоту, фосфору, калію, ряду мікроелементів — усього, від чого

залежить родючість. Ерозія також призводить до виникнення ґрунтової посухи (висушує ґрунт), що теж знижує врожайність. Найбільше активізують ерозію часті оранки, культивації, боронування, ущільнення, трамбування колесами та гусеницями важкої сільськогосподарської техніки. Ґрунтовий покрив відносно мало травмують лише трактори з шириною шин на колесах 1 м і більше. Переважна більшість нашої техніки на полях завдає ґрунтам не виправної шкоди.

Основними засобами відновлення ґрунтів на оголених ділянках рельєфу є ділянкове лісонасадження й деревонасадження у вигляді лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь (коли земля «відпочиває»).

Великої шкоди землям завдають зумовлені діяльністю людини (підрізка схилів, копання кар'єрів, підтоплення через аварії й неправильні меліорації, будівництво водосховищ тощо) зсуви, селі та осипи в горбкуватих та гірських регіонах.

Однією з найбільших бід після ерозії ґрунтів є, мабуть, засолення, основна причина якого — неправильне зрошення. Ерозія й засолення ґрунтів призводять до опустелювання земель. Протягом останніх десятиріч тисячі гектарів посушливих земель у степових районах, пустелях і півпустелях, де проводилося інтенсивне зрошення й спочатку значно підвищилася врожайність (більше половини приросту продукції світового сільського господарства зумовлено зрошенням), згодом стали непридатними для використання через «білу отруту», як називають місцеві жителі сіль, якою забиті всі пори ґрунту та його поверхня в результаті випаровування зрошувальних вод. Раніше, до масового зрошення, на значних територіях росли дикі трави, чагарники, а на землях, розумно зрошених, постійно була висока врожайність полів і садів. Нині через перезволоження, надлишок води в ґрунтах і їх засоленість гинуть дерева, поля, сади, виноградники, бавовняні плантації. В найближчих до полів селищах вода позаливала льохи, стан питної води значно погіршився, особливо навколо каналів, що можна спостерігати й у Середній Азії вздовж Каракумського каналу, й у нас на півдні України, в районах Північно-Кримського, Каховського та Краснознаменського каналів.

Повторне засолення ґрунтів і ґрунтових вод, підтоплення й заболочення територій, активізація зсувових, просадочних і карстово-суфозійних явищ відбулися через невраховані природні інженерно-геологічні й гідрологічні умови, а також недосконалість або неправильність методик меліоративних робіт, втрати (їх обсяг величезний) води в транспортних системах, водоводах. Дуже важливими при будь-яких меліораціях є попередні гідрогеологічні й гідрохімічні дослідження та якомога точніші прогнози водно-соляного режиму та балансу ґрунтових вод, передбачення систем вертикального дренажу, водозбереження, чітке керівництво водорозподілом.



Дедалі відчутнішими стають негативні наслідки хімізації сільського господарства — погіршення стану ґрунтів через накопичення в них шкідливих хімічних речовин після тривалих й інтенсивних (без належних розрахунків і врахування гідрогеологічних та екологічних „законів”) внесень міндобри́в та різних пестицидів. Адже внесений у ґрунт фосфор практично не вимивається. До речі, у водойми від промислових та побутових стоків його потрапляє значно більше, ніж з сільськогосподарських угідь (його частка в забрудненні не перевищує 20 %). Використання великої кількості фосфорних добрив призводить також до накопичення в ґрунтах фтору, стронцію, урану, торію, радію.

На сьогодні в ґрунтах світу накопичено близько 150 млрд т азоту, зокрема в чорноземах — до 20—30 т азоту на кожному гектарі. Але рослинам його все ж не вистав чає, бо ними засвоюються далеко не всі азотні сполуки. При цьому дуже важливою умовою є поступовий розклад гумусу протягом кількох років, перехід азоту з однієї форми в іншу. Ґрунт повинен бути розпушеним, пористим грудочкуватим, до нього вільно мають надходити вода й повітря. Розкладають азотні сполуки й відновлюють їх до різних окислів і молекулярної форми азоту бактерії-денітрифікатори.

Одним з негативних наслідків перезбагачення ґрунтів водойми хімікатами є евтрофікація водойм — підвищення біологічної продуктивності через накопичення біогенних елементів, пов'язаних з азотом, «цвітіння» водоростей, і накопичення, відмирання, розклад з інтенсивним поглинанням кисню з водойм, що спричинює задуху водойм, з гибель риби та інших водних тварин.

Нітрати накопичуються не лише у воді й ґрунтах, а й рослинах, овочах та фруктах, справляючи шкідливий вплив на здоров'я людини. Нітрати мало токсичні, але в шлунково-кишковому тракті вони під дією мікрофлори відновлюються до нітритів — солей азотистої кислоти, які набагато токсичніші, особливо для людей похилого віку та дітей з серцево-судинними хворобами. Надлишки нітратів у організмі беруть участь в утворенні нітрозозамінів-канцерогенів. Крім того, вони, взаємодіючи з гемоглобіном крові, перетворюють двовалентне залізо на тривалентне, зменшуючи транспорт кисню та перешкоджаючи нормальному диханню тканин.

Різні рослини мають неоднакову здатність до накопичення нітратів.

Найбільше їх акумулюють кріп, салат, петрушка, потім буряки, значно менше — капуста та морква, ще менше — картопля.

Концентруються нітрати в рослинах теж по-різному. В капусті їх найбільше в центральній, кореневій частині та верхніх листках, у огірках, патисонах — у шкірці, в картоплі — всередині, у моркві, буряках, кабачках — у нижній частині плоду.

Якщо очищену картоплю тримати деякий час у воді, кількість нітратів у ній значно зменшується.

Гранично допустима концентрація нітратів (у мг/кг за нітрат-іоном) у картоплі становить 80, капусті білокачанній та моркві —300, помідорах—60, цибулі — 60, огірках — 150, кавунах і динях — 45, буряках — 140. Щоб визначити ГДК нітратів у ранніх овочах, ці цифри подвоюють.

У відварі переходить 50 % і більше (у капусті — 70 %) початкової кількості нітратів, особливо якщо овочі порізані. Корені й шкірку овочів завжди варто викидати. Наполовину зменшують вміст нітратів у овочах соління, маринування, квашення.

Для зменшення нітрифікації рекомендують інгібітори — речовини, які гальмують цей процес.

Необхідно користуватися рекомендаціями відповідних служб (агрохімічних центрів) щодо якості, типу й кількості мінеральних добрив, які застосовуються в певних районах для певних культур, організації транспортування, зберігання та застосування різних добрив, контролю за станом навколишнього середовища.

Дуже важливо також організувати моніторинг земель — систематичне спостереження за станом земельного фонду. Слід мати дані щодо розподілу земель за власниками й користувачами, продуктивності земельних ресурсів, ступня деградації ґрунтів, стану їх забруднення, а також фондового забруднення (загальний стан забруднення атмосфери, природних вод усього регіону).

Особливо важливо постійно контролювати вміст у ґрунтах та ґрунтових водах пестицидів (метафос, карбофос, цирам, севін, гептахлор, карбатион, поліхлорпропілен тощо) і ДДТ, який через свою стійкість ще міститься в ґрунтах багатьох районів.

Навколо всіх міст і промислових центрів слід постійно контролювати вміст у ґрунтах і водах важких металів, виявляти шляхи їх міграції.

## **ОХОРОНА ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ**

Площа всієї суші на Землі становить 148 млн км<sup>2</sup>; 10 % цієї території займають льодовики (Антарктида, Гренландія та ін.). Уся інша територія є вичерпними ресурсами поверхні Землі; 33,1 % цієї території — це сільськогосподарські угіддя, 30,1—ліси, 36,8 % — так звані «інші землі» (площі, зайняті населеними пунктами, промисловими підприємствами, транспортними магістралями тощо, а також пустелями, болотами, тундрою, горами). Під впливом антропогенної діяльності структура земної поверхні постійно змінюється: скорочуються площі сільськогосподарських угідь і лісів, зростають площі «інших земель».

Берегти землю — це означає розумно, по-хазяйському її використовувати, щоб служила вона довго, багатьом прийдешнім поколінням.

Значні втрати земельних ресурсів пов'язані з такими видами антропогенної діяльності, як промислове й громадське будівництво, особливо інтенсивне в зонах мегаполісів (столиці та найбільші міста великих країн), військове будівництво (аеродроми, полігони, бази, військові містечка, склади пального

та боєприпасів, літні табори, радіолокаційні станції тощо), розвідка, пошуки та видобування корисних копалин.

Усі ці види людської діяльності раніше здійснювалися без знання екологічних ситуацій. Нині кожен проект на будівництво проходить екологічну експертизу, досліджується ступінь майбутніх екологічних змін і шкоди природі, розробляються відповідні заходи щодо мінімізації негативного впливу на довкілля. Якщо навіть у віддаленому майбутньому (кілька десятків років) будівництво призведе до значних негативних екологічних змін, воно має бути заборонене.

Останнім часом стали відомі численні факти негативного впливу військової діяльності на природу, й зокрема на земельні ресурси.

*Сільськогосподарські землі є найціннішою частиною земельних ресурсів, бо вони забезпечують людство продуктами харчування. Більша частина сільськогосподарських земель відводиться під рілля, решта — площі багаторічних насаджень (сади, лісосмуги тощо), луки й пасовиська. Зростання населення Землі потребує збільшення кількості продуктів харчування, основним постачальником яких є орні землі. А тим часом можливостей для розширення орних земель нині майже ніде на Землі не залишилося. Навпаки, в багатьох країнах спостерігається неухильне скорочення цих площ. Тому єдиним способом задоволення зростаючих потреб у продуктах харчування є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, зокрема врожайності за умови збереження стабільності посівних площ.*

У світі накопичено важливий досвід з цього питання. Зокрема, слід згадати «зелену революцію» 50—60-х років у деяких країнах Азії та Латинської Америки (Індія, країни Південно-Східної Азії тощо), коли за допомогою фахівців ООН були запроваджені високоврожайні гібриди рису, пшениці, інших сільськогосподарських культур, застосовані нові прогресивні технології вирощування, меліорації тощо, що дозволило різко (в три-п'ять і навіть більше разів) підвищити врожайність основних сільськогосподарських культур і зменшити гостроту продовольчої проблеми в цих країнах.

У посушливих районах Землі спостерігається дуже небезпечне явище опустелювання (перетворення земель на пустелю). Причиною цього є легка вразливість природи в цих зонах, надмірне використання земель під пасовиська, вирубування на дрова нечисленних дерев і кущів. Пустеля Сахара за останні 50 років збільшила свою площу на 650 тис. км<sup>2</sup>. Фахівці ООН підрахували, що за ті ж останні 50 років внаслідок господарської діяльності людини на Землі перетворилася на пустелю територія, що дорівнює половині площі Південної Америки! Кожної хвилини в світі втрачається, перетворюється на безплідну пустелю 44 га землі.

*Ліси* — надзвичайно важлива складова біосфери. Вони є одним з основних поглиначів вуглекислого газу атмосфери й виробників кисню, постачають людству дуже цінні матеріали (деревина, сировина для хімічної промисловості, продукти харчування тощо), мають велике рекреаційне значення тощо.

Відповідно до норм лісового законодавства, прийнятих у більшості країн, ліси поділяються на три групи.

1. Ліси з захисною функцією — охорона водних ресурсів, протиерозійні ліси, державні лісозахисні смуги, ліси заповідників і національних парків, ліси, що мають санітарно-гігієнічне й оздоровче значення.
2. Ліси захисного й обмеженого експлуатаційного значення — лісові масиви в густонаселених районах і місцевостях з обмеженими лісосировинними ресурсами.
3. Ліси експлуатаційні — тайга, тропічні ліси.

До лісів першої та другої груп застосовуються більш суворі режими лісокористування. Ліси, що є в Україні, належать саме до перших двох груп, у нас практично немає експлуатаційних лісів (за винятком невеликих площ у Карпатах).

«*Інші землі*» поділяються на дві групи. До першої з них належать землі, малоприсадибні для сільського господарства («невдоби») — пустелі, гори, тундра, яри тощо. Деякі з них можуть бути освоєні сільським господарством, але лише за умови значних матеріальних і фінансових затрат. До другої групи належать заселені й забудовані території, тобто такі, які вже не можна використати якимось інакше.

Розглянемо характеристику впливу на земельні ресурси геологічної та гірничодобувної діяльності.

Нині ведеться інтенсивна розвідка та пошуки корисних копалин на всій планеті — на суші й на морі, в усіх кліматичних зонах і ландшафтних районах. Десятки експедицій, сотні партій, тисячі геологічних загонів численними маршрутами посезонно або цілорічно, використовуючи сучасну техніку, пересуваються від об'єкта до об'єкта, перевозять вантажі, бурять тисячі свердловин, копають десятки тисяч каналів, шурфів, виробок, будують тимчасові бази, поселення, аеродроми, шляхи. Все це завдає значної шкоди природі. Порушуються земна поверхня й її надра на глибині понад 12 км. Під час будівництва тимчасових доріг уздовж трас вирубується ліс, знищуються трав'яний покрив, чагарники, порушується гумусовий шар, змінюється режим ґрунтових вод внаслідок спорудження заглиблень-прямків, спорудження дамб тощо. Якщо ґрунтовий покрив знищується в напівпустелях, тундрі, притундрових районах, тайзі, гірських районах, процеси його відновлення проходять повільно, довго, десятиріччями. Транспортування ж вантажів, дослідного устаткування або бурових установок по бездоріжжю, пересування дуже тяжких самохідних агрегатів, тракторів завжди призводять до тяжких екологічних наслідків, особливо в

степях, пустелях, тундрі. Досить навести такий приклад: з 1964 р. (час відкриття газо-нафтових родовищ) до 1990 р. лише на півострові Ямал було пройдено більше 400 свердловин, прокладено 800 кілометрів сезонних доріг, а планується пройти ще понад 1500 свердловин, прокласти до 4 тис. км тимчасових і постійних доріг. За підрахунками фахівців, це призведе до втрати на десятки років близько 2 млн га оленячих пасовиськ. Оленяче стадо через відсутність корму скоротиться майже на 100 тис. голів, втрати становитимуть близько 24--30 млрд крб. Додамо, що сліди від важкої техніки зберігаються протягом 30—40 років.

Підраховано також, що щорічна шкода, якої завдають господарству та природі Тюменської області нафтовики, становить близько 10 млрд крб, усього ж за роки «великого освоєння» краю збитки становлять понад 200 млрд крб. Це — тисячі спалених гектарів лісу, мільйони гектарів знищених тундрових оленячих пасовиськ, ущент забруднені нафтою озера, болота, сотні річок і річечок — притоків великої Обі, загибель риби та оленячих гуртів, знищення газами від сотень свердловин, що безперервно горять протягом десятиліть на площі величезного регіону. В загравах газових смолоскипів щорічно вигорає, поглинаючи життєдайний для всієї планети сибірський кисень, понад 15 млрд. м<sup>3</sup> супутнього нафтового газу. А скільки завдано шкоди природі від прокладання 30 тис. км нафто- і газопроводів! Під час геолого-розвідувальних робіт змінюються природні ландшафти місцевості — порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини через проведення відкритих каналів, шурфів, розчисток порід, а також підвищення внаслідок звалювання, викидання на поверхню гірських порід (відвали). Лише в колишньому СРСР щорічно прокладалися понад 20 млн м<sup>3</sup> розвідувальних каналів і виробок. Прокладалися вони вручну та за допомогою канавокопачів, екскаваторів, бульдозерів, скреперів, а також вибухів. Машинна й вибухова прохідка розвідувальних каналів має надзвичайно згубний вплив на природу. Протягом останніх років проведено ряд заходів, які зменшують негативний вплив на земельні ресурси пошуково-розвідувальної геологічної діяльності. Це — використання техніки з спеціальними дуже широкими шинами, селективне виймання й складування ґрунтів уздовж каналів, шурфів і виробок, проведення робіт по відновленню ґрунтового покриву й рекультивації земель, зменшення розмірів ділянок свердловання, вивезення порід у яри (але поки що вони мало ефективні), проведення екологічної паспортизації земель, відведених під гірничі роботи.

Розроблено також норми на вирубку лісу під час розвідувальних робіт, розміри площ пошуково-розвідувальних ділянок, ділянок під тимчасові поселення, траси доріг а також раціональні схеми транспортування, оптимальні розміри відвалів та інші нормативи.

Створено різні методи гірничо-технічних рекультивацій., з урахуванням географічного положення, характеристики ґрунтово-рослинного покриву

об'єктів, гідрогеологічних і кліматичних умов, фізико-хімічних властивостей порід.

Існують такі види рекультиваційних робіт: сільськогосподарські, лісгосподарські, водогосподарські, будівельні рекреаційні та санітарно-гігієнічні. Майже всі вони супроводжуються переміщенням великої кількості гірських порід і ґрунтів (оновлених) біологічно-продуктивних ділянок Землі, ділянок, де вже можливе житлове чи промислове будівництво ділянок гідротехнічного значення чи таких що стануть зонами відпочинку. Нині дедалі частіше техніко-будівельній діяльності на родючих землях передують знімання, перемішування та зберігання ґрунтів, які потім використовуються для покриття інших територій з гіршими ґрунтами чи для рекультивації кар'єрів, териконів. На рекультивованих землях розводять сади, парки, городи.

Для охорони земельних ресурсів велике значення мають закони про землю (національні, регіональні), які нині є більш конкретними, суворими, дієвими (див. п. 2.7.5).

### **ОХОРОНА ЗЕМНИХ НАДР**

Надра Землі використовуються в кількох напрямках: 1) для добування корисних копалин; 2) зберігання рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах; 3) створення різних споруд і навіть цілих заводів; 4) транспортних комунікацій (метро, трубопроводи); 5) захоронення промислових токсичних і радіоактивних відходів.

Промислового використання надр обов'язково має передувати їх ретельне геологічне, гідрогеологічне й інженерно-геологічне дослідження.

Мінеральні ресурси, зосереджені в надрах, є основою функціонування головних галузей світового господарства. Мінеральні ресурси — це сукупність усіх корисних копалин суші й Світового океану які використовуються в галузях енергетики, чорної та кольорової металургії, хімічної промисловості, будівництві. Вони є національним багатством кожної країни. Видобуті нині з надр землі корисні копалини забезпечують сировиною енергетику (на 83 %), хімічну (на 75) і металургійну промисловість (на 80—90 %). Щорічно на нашій планеті видобувається майже по 30 т різних корисних копалин на людину,

Останнім часом корисні копалини стали причиною політичних суперечок і міжнародних конфліктів, предметом вивчення спеціальних комісій ООН (південь і північ Африки, Чилі, Близький Схід, нафтові родовища Північного моря, залізо-марганцеві конкреції Світового океану та ін.).

Мінеральні ресурси нині значною мірою визначають економічний потенціал будь-якої держави. В гірничодобувній промисловості розвинених країн зосереджено до 35—45 % основних виробничих фондів, зайнято майже п'яту частину трудівників.

Ще один дуже важливий факт — лише 1—5% усього обсягу речовин, що видобуваються з земних надр, через недосконалість сучасних технологій і

техніки реалізуються у вигляді продукції виробництва решта йде у відходи та втрачається на етапах виробництва. Наприклад, на Ангренському родовищі в Узбекистані за рік видобувають 6,9 млн т каолінів, а відвантажують споживачам — 385 тис. т, тобто 6 %.

З розвитком цивілізації й народонаселення різко зросло видобування корисних копалин у всьому світі (див. п. 1.1, 1.5). Величезного значення для економіки всіх країн набули такі корисні копалини, як нафта й газ, алюмінієві руди, хром, нікель, кобальт, титан, уран, марганець, свинець і олово. Міжнародні експерти підрахували, що за сучасних темпів видобування навіть найбільші родовища нафти будуть вичерпані через кілька десятиріч Саудівська Аравія—68 років. Об'єднані Арабські Емірати — 72, Кувейт—221, Іран—114 років, інші родовища — набагато швидше) Дані ООН свідчать: якщо країни, що розвиваються, збільшать видобування й використання мінеральних ресурсів до рівня США початку 90-х років ХХ ст., то запаси бокситів, міді, нафти, газу, свинцю, цинку будуть вичерпані протягом 5—15 років.

*Резерви — це обсяги корисних копалин, які можуть бути ефективно вилучені з надр за допомогою сучасних технологій.*

*Запаси — загальний передбачуваний обсяг копалин у родовищах Землі.*

Спеціалісти також вважають, що десятимільярдне населення Землі щорічно буде викидати близько 400 млрд т твердих відходів — кількість, достатня для того, щоб завалити відходами Лос-Анджелес шаром товщиною 100 м. Ці відомості ще раз підтверджують необхідність стимуляції використання вторинних ресурсів, ресурсозбереження, переходу на безвідхідні технології виробництва та використання альтернативних матеріалів.

Як же забезпечена власними мінеральними ресурсами Україна? За даними спеціалістів «Дойче Банк» (ФРН), мінеральні ресурси України оцінено в вісім балів за десятибальною системою. Наведемо дані НАН України про рівень задоволення потреб нашої країни власними мінеральними ресурсами за станом на **1990 р., %**:

Графіт	700
Каолін первинний	400
Ртуть	250
Бром	250
Марганець	175
Сірка самородна	200
Скляна сировина	167
Сіль кухонна	150
Мінеральні фарби	150
Залізні руди	<b>140</b>
Титанові руди	140
Камінь будівельний	116

Формовочні матеріали	<b>112</b>
Каолін вторинний	<b>112</b>
Флюсова сировина	110
Динасова сировина	110
Гіпс	106
Вогнетривка глина	105
Цементна сировина	100
Вугілля	95
Доломіт	70
Бентонітова глина	50
Газ природний	22
Польовошпатована сировина	16
Солі калійні	12
Нафта	8
Магнезит	0
Боксити	0
Апатит	0
Плавииковий шпат	0
Поліметалічні руди	0

Ці розрахунки зроблено з урахуванням деформованої структури народного господарства України, яке протягом багатьох років було орієнтоване на потреби імперського центру. Докорінна перебудова структури в напрямі зниження частки важкої індустрії, військово-промислового комплексу й збільшення частки наукомісткої продукції та товарів народного споживання дозволить істотно зменшити енергомісткість виробництва й залежність України від зовнішніх поставок ресурсів, у першу чергу паливно-енергетичних.

В умовах наростаючої в усьому світі кризи мінеральних ресурсів особливого значення набувають запаси корисних копалин, зосереджені на дні Світового океану — від шельфу до найбільших глибин. Це будівельні матеріали, нафта, газ, поліметали, сірка тощо, фосфоритові та залізо-марганцеві конкреції. Їх приблизна маса лише в Тихому океані становить 3500 млрд т, і містять вони не лише залізо та марганець, але й мільярди тонн міді, нікелю, кобальту. Слід зазначити, що корисні копалини суші вичерпні, невідновні, а конкреції — відновні. В Тихому океані, як підраховано, щорічно утворюється близько 6 мли т конкрецій. Запасів таких підводних, корисних копалин вистачить людству на багато сотень і тисяч років (нікелю — на 70 тис. років, марганцю — на 140, кобальту — на 420 тис. років). Для видобування залізо-марганцевих конкрецій створено вісім міжнародних консорціумів і координаційний центр «Інтермаргео». Головна вимога до промисловців — використовувати для розробки підводних родовищ лише такі технології й обладнання, які не зашкодять екосистемам океану ні тепер, ні на далеку перспективу. З 1987 р. американськими та японськими



компаніями розпочато перші роботи по добуванню конкрецій у зоні Кларіон-Кдіппертон у північно-східній частині Тихого океану на обмежених ділянках.

У перспективі важливою сировиною продуктом океанських глибин будуть також діатомові й глобігерінові мули (містять величезну кількість кремнезему й кальцію), «червоні» глини (містять сотні мільярдів тонн окису алюмінію) та багаті кольоровими металами гідротермальні відклади рифтових долин Серединно-океанічних хребтів.

Не менш важливими є води Світового океану, в яких у розчиненому вигляді є величезна кількість корисних речовин і елементів, а методи їх вилучення продуктивно розробляються в багатьох країнах.

Під впливом гірничих розробок — розвитку кар'єрів, шахт, свердловин — істотно змінюються природні ландшафти й екологічні ситуації. Під час підземних розробок виникають пустоти, тріщини в масивах гірських порід, просідання, обвали породи, дренаж водоносних горизонтів і їх осушення. Утворюються також розриви, воронки, а на великих глибинах у гірських породах мають місце удари, викиди, набухання порід, виділення метану, сірководню, раптові прориви підземних вод, особливо небезпечні в карстових районах і зонах тектонічних розломів.

Поверхневі, відкриті розробки корисних копалин супроводжуються великими штучними зниженнями рельєфу (кар'єри, по краях яких розвиваються зсуви, обвали, селі, осипи). Навколо родовищ корисних копалин завжди утворюються відвали пустої породи, терикони. Пустою породою (шламом) засипають найближчі яри та балки, створюючи шламосховища.

Щоб уявити, якої шкоди природі завдають інтенсивні розробки корисних копалин, наведемо кілька прикладів.

Розглянемо Криворізький залізорудний район. Хто хоч раз побував на його гірничо-збагачувальних комбінатах (Південному, Північному, Центральному та ін.), той назавжди запам'ятає не лише велетенські кар'єри глибиною десятки та сотні метрів та довжиною кілька кілометрів, але й сіроруду пилюку, кіптяву й дими могутніх труб, що розносяться на багато кілометрів навколо. Мільйонами тонн відходів, що залишаються після вилучення заліза з породи та збагачення залізних руд, засипані всі яри та балки навколо комбінатів. Ці відходи є подрібненою до стану піщано-пилуватої маси залишковою породою. В шламосховищах, які мають вигляд піщано-пилуватих напівзастиглих озер, на поверхні гуляє пилюка, а в нижніх шарах накопичуються, як правило, забруднені води, що, розтікаючись довкола, псуєть ґрунтові води, підтоплюють території.

Оскільки руда в кар'єрах видобувається за допомогою вибухів, то від газів, що виділяються, сильно забруднюється атмосфера, далеко навкруги порушується міцність ґрунтів, збільшується тріщинуватість порід, зникають підземні води. Пилюка й газодимові тверді частки, які осідають на десятки

кілометрів навколо гірничо-збагачувальних комбінатів, забруднюють ґрунти, врожайність яких через це знижується на 15—20 %..

На території Донбасу за роки існування вугільної промисловості навколо шахт утворилося близько тисячі териконів («піраміди» з відвальної породи), які зайняли велику площу землі, й переважно родючої. Рекультивовано ж, тобто засаджено деревами після розрівнювання вершини, насипання ґрунту, виположення й терасування схилів, лише 12 з них. Усі інші терикони продовжують потихеньку горіти, виділяючи шкідливі отруйні гази, поширюючи пилюку, коли дмуть вітри,

У Лисичансько-Рубежанському промисловому районі підземні води забруднені на площі понад 120 км<sup>2</sup> настільки, що непридатні для життя. В цьому районі кількість тільки фенолів у повітрі перевищує ГДК у 260 разів. На Донецько-Придніпровський район взагалі припадає понад 74 % усіх забруднень території України.

Через дуже значні порушення земної кори Шахтами на території Донбасу з колодязів багатьох сіл зникла вода, а в інших — така забруднена, що пити її не можна. Нині в 90 сіл питну воду привозять.

Крім того, в межах Донбасу близько 13 тис. га орної землі захарашено звалищами, металобрухтом, будівельними залишками які накопичилися навколо шахт, робочих містечок, міст і промислових підприємств. Близько 40 найбільших промислових підприємств Донбасу щодоби скидають 186 тис. м<sup>3</sup> забруднених стічних вод, а всього на підприємствах Донбасу щорічно утворюється 70 млн т шкідливих промислових і побутових стоків. Така картина характерна майже для всіх сучасних промислових центрів світу. Всюди навколо них звалюється сотні тисяч тонн відходів і пустої породи (в колишньому СРСР — лише на гірничодобувних підприємствах їх утворювалося щорічно до 3 млрд т), вилучаються з агрокористування тисячі гектарів, забруднюються ґрунти, ґрунтові води й повітря.

Разом з тим, значна частина відходів (а часом і всі відходи) може бути використана, якщо організувати комплексне використання мінеральних ресурсів і запровадити найновіші технології.

Особливі зміни природного середовища відбуваються в північних регіонах нашої планети, де розвідка й видобування корисних копалин здійснюються в умовах «вічної» мерзлоти. Під впливом роботи техніки, споруд житлового та промислового значення, трубопроводів, автодоріг, залізниць і численних потужних глибоких свердловин у цих краях значно змінюються тепловий режим верхньої частини земної кори, а також її структура. Внаслідок цього активно розвиваються термокарст (танення льоду в порах і тріщинах порід), а потім просідання поверхні, кріогенне пучення, термоерозія. В результаті порушення ґрунтів, пасовиськ, вирубки лісів утворюються тундроподібні території, в карстових провалах і на місці знищення мохових пасовиськ — болота.

Локальні ландшафтні техногенні порушення призводять до регіональних кліматичних змін. Дуже небезпечними стали газо- та нафтопроводи, якими подають газ чи нафту з температурою, вищою, ніж у навколишнього середовища. Постійно змінюючи температурний режим уздовж траси на великих площах, вони дуже негативно впливають на місцеві екосистеми, шкодять їм. Крім того, там, де ґрунт під трубами відтає, вони часто прогинаються й тріскаються, мають місце газові та нафтові аварії з тяжкими наслідками, адже діаметр труб, як правило, більший 1 м, і сировина в них подається під великим тиском (до 10 атм). Через згадані та інші причини лише на тюменських газопроводах щорічно трапляється до 700 аварій. Кілька аварій, що мали негативні наслідки, сталося й у нас у Прикарпатті на трансатлантичному газопроводі (Уренгой — Ужгород).

Майбутні молоді фахівці — геологи, географи, будівельники, екологи мають зробити все від них залежне, щоб подібне не повторювалося. А для цього слід використати весь досвід ліквідації наслідків аварій і застосування непродуманих заходів, недосконалих технологій, а також знання основних екологічних законів і нових законів про охорону природи.

З відомих нині соціально-політичних причин ми з великим запізненням почали об'єктивно й активно аналізувати стан наших мінеральних ресурсів, їх роль і перспективи використання. На сьогодні чітко визначено тенденції марнотратства, хижацької експлуатації родовищ і недбалого ставлення до природи протягом десятиліть. Ці тенденції настільки вкоренилися, що викоренити їх одразу дуже важко. І все ж, якщо не змінити політику ресурсокористування, екологічна криза розвиватиметься дедалі швидше й бурхливіше.

Перш за все слід значно зменшити втрати під час добування корисних копалин і їх транспортування. Нині, на жаль, використовуються не вся руда, вугілля тощо, які вилучаються з надр, мають місце їх неминучі втрати — кількісні й якісні.

Кількісні втрати зумовлені тим, що частина корисних копалин залишається недобутою в охоронних ціликах (стовпах породи, які залишають під землею, щоб запобігти обвалам покрівлі), в лежачих і висячих боках покладу, міжблокових і міжшахтних ділянках тощо.

Якісні втрати, або розубожування, спричинені тим, що під час добування корисної копалини має місце змішування її з вміщуючими пустими породами, в результаті чого вміст металу в добутій руді знижується, зростає зольність вугілля тощо.

Втрати корисних копалин у разі застосування відкритого способу добування значно нижчі (10—12 %), ніж при підземному (30—40%). На жаль, не кожне родовище може розроблятися відкритим способом. Крім того, добування кар'єрним способом пов'язане із складними проблемами — відчуженням родючих земель, появою великої кількості відвалів тощо (див. п. 2.4.2).

Значне зниження кількісних і якісних втрат за підземного способу добування досягається за рахунок розробки корисних копалин з супутною закладкою пустими породами відпрацьованих підземних порожнин (штреків, штолен). Наприклад, на Норільському мідно-нікелевому родовищі в Сибіру застосування твердіючої закладки (пусті породи з домішкою невеликої кількості в'язучих матеріалів) дозволило вилучати до 98,6 % руди. При цьому одночасно різко знижуються енергетичні й матеріальні витрати, пов'язані з необхідністю піднімати догори багато пустих порід. Значний економічний ефект і економію ресурсів забезпечують новітні технології добування корисних копалин — свердловинне гідродобування й вилуговування, підземні виплавка сірки та газифікація вугілля тощо. Крім того відомі й інші шляхи поліпшення користування мінеральними ресурсами.

По-перше, це досягнення економічного ефекту завдяки жорсткому дотриманню політики ресурсозбереження, що можливо завдяки переходу на нові технології видобування мінеральної сировини, зменшенню втрат під час транспортування, вантажно-розвантажувальних робіт, комплексному використанню мінеральної сировини на кожному родовищі. Наприклад, добуваючи залізну руду чи поліметали, слід вилучати з породи не лише основну речовину, але й решту цінних речовин та елементів, а пусту породу використовувати як будівельний матеріал, накопичувач.

По-друге, вживання під час розробки родовищ корисних копалин з метою завдання мінімальної шкоди природі ряду обов'язкових природоохоронних заходів — від мінімальних порушень екосистем за рахунок жорсткого дотримання відповідних інструкцій і нормативів на початкових стадіях експлуатації до максимальних зменшень усіх типів забруднень середовища в ході експлуатації й виконання рекультиваційних робіт на завершальних стадіях і після закінчення експлуатації родовищ.

По-третє, перехід на максимальне використання вторинних ресурсів — металобрухту, матеріалів, що нині мільярдами тонн накопичено в звалищах усього світу, а понад усе — в нашій країні та країнах СНД.

Можна навести такі приклади. Внаслідок комплексного використання корисних копалин пусті породи з вугільних та інших шахт використовують для будівництва шляхів, гідротехнічних дамб, виробництва будівельних блоків, заповнення відпрацьованих штолень, штреків, кар'єрів. Деякі вуглисті породи застосовують як добрива. На підприємствах кольорової металургії почали поряд з десятком основних металів вилучати ще 60, зокрема вісмут, індій, селен, телур, кобальт та ін.

З пустих порід з кар'єрних розробок, які раніше складувалися у відвали, тепер виготовляють щебінку, цемент, скло, силікатну цеглу, вогнетривкі й формовочні матеріали.

Значний ефект, як свідчить досвід передових країн світу, має вилучення корисних речовин із газів, пилу й стічних вод, що мільйонами тонн

викидаються промисловими підприємствами. З цих викидів одержують срірку, цинк, свинець, рідкісні метали, молібден.

За такими технологіями почали працювати деякі підприємства й у нас у Дніпропетровську, Запоріжжі, а також у Норільську, на Уралі, на Балхаському гірничо-металургійному комбінаті. Набагато ефективніше нині використовуються вуглисті сланці.

На Камиш-Бурунському залізорудному комбінаті мають добрий досвід рекультивації земель Керченського басейну. На початку розробки кар'єру за допомогою скреперів і екскаваторів знімають родючі ґрунти та шар четвертинних відкладів, перевозять, складують, знімають породи, що залягають нижче, й теж перевозять у інше місце спеціальним відвально-транспортним мостом. Далі ґрунт, четвертинні відклади та більш давні породи переносять із збереженням умов природного залягання на відпрацьовані ділянки, акуратно розрівнюють і для ущільнення залишають на два роки. Потім ділянку знову розрівнюють, вкривають шаром гумусу 50 см завтовшки, й земля добре родить.

Важливим заходом збереження надр є, як і в інших геосферах, моніторинг, комплекс робіт, що складається із спостереження за станом родовищ мінеральної сировини (фотозйомка за допомогою аерометодів та космічних методів), аналіз даних про стан відвалів, кар'єрів, обсяг і шляхи міграції забруднень, прийняття відповідних рішень щодо покращання ситуації, вироблення рекомендацій для управління процесами. Рівень сучасної фототехніки за кордоном і в нас дозволяє ефективно реєструвати плями поверхневих і підземних забруднень, теплі промислові стоки, різні фізичні й фізико-хімічні аномалії.

Дистанційні методи мають велике майбутнє в галузі охорони природного середовища та стану геологічних об'єктів.

В Україні значних успіхів у використанні дистанційних методів вивчення особливостей земної поверхні в останні роки досягнуто в Центрі аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАНУ.

У 1992 р. Верховною Радою України затверджено нові закони про охорону природного середовища й ресурсів України, де передбачено заходи охорони, зокрема й надр, а також жорсткі покарання за шкоду, завдану природі.

### **РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ**

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

Найбільше порушення земель виникає внаслідок відкритих гірничодобувних робіт (кар'єри, відвали), і в Україні в тому ж Криворізькому залізорудному районі з'явилися великі ділянки «місячного ландшафту», де не може рости жодна рослина, жити жодна тварина. Під час проведення підземних гірничодобувних робіт теж має місце порушення місцевості — обвали й

деформація поверхні внаслідок просадок ґрунту над відпрацьованими ділянками родовищ. Землі порушуються також за рахунок відвалів, териконів, звалищ.

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

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

Послідовність рекультиваційних робіт така: спочатку виконується технічна рекультивація, а потім біологічна. Технічна, або гірничо-технічна, рекультивація полягає в підготовці порушених земель до наступного використання в народному господарстві. Залежно від того, як планується використовувати порушені землі, розрізняють такі види технічної рекультивації:

сільськогосподарська (підготовка земель до використання як сільськогосподарських угідь);

лісогосподарська (підготовка земель під лісопосадки);

будівельна (підготовка земель до промислового й цивільного будівництва);

водогосподарська (підготовка до створення на них водойм, зокрема для розведення риби);

рекреаційна (підготовка земель під об'єкти відпочинку);

санітарно-гігієнічна (консервація порушених земель, якщо їх рекультивація з іншою метою з якихось причин недоцільна).

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

Лісогосподарська рекультивація здебільшого проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними породами дерев. Вартість її й вимоги до агрохімічних характеристик відновлюваних ґрунтів нижчі, ніж яри сільськогосподарській рекультивації.

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

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

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

Під час технічної рекультивації виконуються такі роботи:

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

"Найскладніший вид гірничо-технічної рекультивації — рекультивація відвалів кар'єрів, шахт, ТЕС і гірничо-збагачувальних фабрик. При цьому виположуються відкоси відвалів і борти кар'єрів (або ж їм надається терасовидний профіль), формуються похилі й горизонтальні поверхні. При плануванні відвалів під сільськогосподарські угіддя кути нахилу поверхні мають становити не більше  $1\text{—}3^\circ$  при лісогосподарській рекультивації—  $3\text{—}5^\circ$ . У окремих випадках повністю розбирають старі відвали, (терикони,, породи з яких використовуються для засипки ярів, балок,, боліт тощо або для виготовлення будівельних матеріалів).

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

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

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

Часто порушені території, зокрема кар'єри, після відповідної обробки стінок та дна використовують для створення водосховищ, ставків, засаджуючи береги деревами, чагарниками. Іноді їх відводять (після засипання

відвальними породами) під будівництво житлових будинків, спортивних майданчиків, складів тощо. Нині рекультивацію земель включають у основні виробничі процеси. Підприємства, які порушують землі, зобов'язані після закінчення робіт привести їх до стану придатного для використання в сільському, лісовому чи рибному господарстві.

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте визначення ґрунтів
- 2 Охарактеризуйте властивості ґрунтів
- 3 Які основні причини деградації ґрунтів?
- 4 Яке значення має охорона земних надр?
- 5 Які є види рекультивації порушених ґрунтів?



## Самостійне заняття №10

**Тема:** Екологічні проблеми України та її регіонів. Сучасна екологічна ситуація в світі

**Мета:** Ознайомлення з заповідної справою

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Дайте загальну характеристику екологічного стану України
- 2 Які екологічні проблеми водного басейну України?
- 3 Які заходи приймаються для захисту річок України?
- 4 Які регіони України мають найбільші екологічні проблеми?
- 5 Які екологічні катастрофи відбулись в світі за останні роки?
- 6 Поняття про заповідання та заповідники
- 7 Державні і біосферні заповідники
- 8 Програма ЮНЕСКО “Людина й біосфера ”

**Література:**

- 1 Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології.- К.: Либідь,1995, с. 232-257

## ОХОРОНА ТВАРИННОГО ТА РОСЛИННОГО СВІТУ ОХОРОНА ФЛОРИ

*Біота*, або сукупність рослин і тварин, є найважливішою живою органічною складовою біосфери.

За багато мільйонів років між організмами біосфери нашої планети сформувалися складні й різноманітні взаємозв'язки, утворилися своєрідні трофічні рівні й ланцюги. Живі організми набули специфічних особливостей розвитку, обміну речовин, певних розмірів і форм, пристосувалися до умов природного середовища. Крім того, все живе й неживе в біосфері характеризується збалансованістю, взаємозалежністю, взаємопристосованістю й здатністю до самовідновлення.

З розвитком виду гомо сапієнс і його діяльністю цей баланс і здатність до самовідновлення дедалі більше порушуються.

Нагадаємо, що всі наукові назви рослин і тварин даються латинською мовою й складаються з двох слів — назви роду (перше слово) та назви виду (друге слово).

*Вид*—це сукупність популяцій схожих особин, що мають однакові будову та функції й існують у певних географічних (екологічних) умовах. Особини одного виду в природі схрещуються лише між собою. Загальну кількість видів: на Землі оцінюють у 1,5—5 млрд. *Рід* — вище за ієрархією угруповання, що об'єднує споріднені види. Близькі роди об'єднуються в *сімейства*, сімейства — в *порядки*, а порядки — в *класи*. Розподіл усіх живих істот за особливостями будови, функцій, а також підпорядкування груп одна одній називається *класифікацією живих організмів*. Розглянемо перший компонент біосфери — рослинний світ. Вважають, що це особливе царство природи налічує понад 300 тис. видів. Певний географічний регіон, область чи район мають характерний рослинний світ (флору). Цікаво, що флора ніколи не буває однаковою в двох географічних регіонах чи зонах, що зумовлено різними кліматичними й мікрокліматичними умовами, геологічною будовою та рельєфом, міграціями, а останнім часом—і різним антропогенним впливом.

*Міграція* (розселення) — важливий природний фактор, який змінює склад флори в будь-якому регіоні. Розселення відбувається іноді швидко, іноді поступово й повільно. Цьому сприяють такі фактори, як вітер, морські течії, зміни кліматичних умов, річкові долини. Перешкодами є гори, пустелі, напівпустелі та степи.

У історії біосфери відомі періоди, коли внаслідок природних катастроф (зледеніння, виверження вулканів, падіння гігантських метеоритів) знищувалася величезна кількість флори та фауни.

Слід зауважити, що рослинність дуже чутливо реагує на зміни екологічних факторів і в наш час є чітким показником обсягу антропогенного впливу на природу. Яскравим прикладом може бути загибель лісів навколо великих промислових центрів світу внаслідок кислотних дощів, опустелювання в

регіонах виникнення засоленості ґрунтів через неправильне зрошення земель тощо.

В останні десятиріччя, як вже відомо з попередніх розділів, внаслідок переабруднення природного середовища та хижацького знищення рослинних ресурсів виникла проблема їх збереження й охорони. Торкнулася ця проблема й флори України.

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

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

Лише в повоєнні роки з природи Донеччини й Криму зникло понад 40 видів рослин, з Карпат — близько 20 видів.

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

Збитки України в 1990 р. за рахунок недобору корисної біомаси через скорочення сільськогосподарських угідь, зниження врожайності, загибель лісів за підрахунками фахівців становили близько 7 млрд крб. (без урахування збитків від аварії на ЧАЕС),

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

Навіть з наведених вибіркових фактів зрозуміло, яке величезне значення має покращання екологічної ситуації з світі, й зокрема в Україні, докорінна

зміна ставлення людини до рослинного та тваринного світу, що нас оточує, до біоти.

Перш ніж розпочати обговорення питань охорони флори та фауни, розглянемо деякі найважливіші поняття, що використовуються в цій галузі. До них належать перш за все — *ефективність трофічних ланцюгів екосистем, біомаса та біопродуктивність екосистеми та біомаси.*

Ефективність життєдіяльності будь-якої екосистеми визначається величиною її біомаси й біологічної продуктивності. *Біомаса — це сумарна маса живої речовини в екосистемі (в одиницях маси щодо одиниці площі чи об'єму). Біопродуктивність екосистеми — це її здатність виробляти певну біомасу за одиницю часу.*

Загальна біомаса

наземних рослин майже в **100** разів перевищує масу наземних тварин, маса травоядних тварин у 100 разів більша, ніж хижаків.

Біомаса розподілена на поверхні Землі дуже нерівномірно. Найбільша вона в регіонах тропічних лісів (1700 т/га). Друге місце посідає біомаса тайги (300 т/га). Біомаса тундри становить від 5 до 12 т/га, арктичних пустель, територій з засоленими ґрунтами, тропічних і субтропічних пустель — близько 2,5 т/га/)

Уся біомаса Землі становить  $1,8 \cdot 10^{12}$  т сухої речовини. Існують ще такі поняття, як *піраміди біомас, числа та енергії*, які відображають ефективність життєдіяльності різних: ланок трофічного ланцюга.

Наприклад, якщо розглянути ланцюг люцерна — теля — людина (продуцент — консумент першого порядку — консумент другого порядку), то піраміда числа виглядатиме так: основа піраміди — числ 60 млн (кількість рослин люцерни, потрібна енергетично для дев'яти-десяти телят, які необхідні енергетично для розвитку однієї дорослої людини); середина піраміди — число 10 (кількість телят), вершина — число 1 (одна людина).

Піраміда маси в цьому випадку виглядатиме приблизно так: 24 633 кг—3100 кг—65 кг (маса люцерни—маса телят—маса людини).

Піраміда енергії матиме такий вигляд: 790 **020-000** кДж (надходження сонячної енергії на площу з люцерною приблизно 12 га) — 186 846 (приріст енергії в тканинах люцерни) — 14 922 (приріст енергії в тканинах телят) — 110 кДж (приріст енергії в тканинах людини).

У загальному вигляді ефективність життєдіяльності трофічного ланцюга люцерна—теля—людина можна зобразити таким чином:

235>

<i>Піраміда чисел</i>	<i>Піраміда маси</i>	<i>Піраміда енергії</i>
1	65	110
10	3100	14 922
60 000 000	24 633	186 846
		790 020 000

Вважають, що рослини вловлюють сонячну енергію з ефективністю від 0,1 до 1 %, рослиноїдні тварини споживають близько 10 % енергії, яка

накопичена в рослинах, м'ясоїдні першого порядку — близько 10 % енергії, накопиченої рослиноїдними, тобто близько 0,001 % сонячної енергії.

Важливим є те, що біогеохімічні цикли в природі, від яких залежить існування біосфери, мають замкнений характер, завдяки чому підтримується певна сталість і динамічна рівновага процесів та кількості компонентів кругообігу, спричиненого біологічними й геологічними силами.

Сумарна продукція біосфери за рік становить близько  $2,4 \cdot 10^{12}$  т. Зелені рослини щорічно випаровують  $16 \cdot 10^{12}$  т води й розкладають  $13 \cdot 10^9$  т із її загального запасу в біосфері ( $1,6 \cdot 10^{18}$  т).

## ЛІСИ

Одним з найважливіших компонентів рослинного світу є ліси — енергетична база біосфери, які відіграють дуже важливу роль у житті на планеті. Це — зелені легені планети. У наш час лісові масиви вкривають лише близько 30 % площі суші (3,8 млрд га) й розподілені на її поверхні дуже нерівномірно. Вони зосереджені переважно в середніх широтах Північної півкулі та в тропічній; зоні. Площа лісів у колишньому СРСР становила майже 811 млн га.

Близько 90 % усієї фітомаси суші сконцентровано в лісах. Ліси краще за всі інші типи рослинності виконують функції відновлення. Важливе значення мають вони також для керування глобальними природними процесами, забезпечення балансу різних біологічно важливих речовин біосфери..

Важко перебільшити санітарно-гігієнічну, оздоровчу, естетичну та економічну роль лісів, їх здатність активно переробляти атмосферні забруднення, поглинати багато промислових викидів і виділяти цілющі фітонциди. Ліс активно підтримує нормальний гідрологічний режим річок, захищає поля.

Слід зазначити, що останнім часом ліс через перенавантаження відпочиваючими, їх дикунське ставлення до природи, винищення рідкісних лікарських рослин, ягід, грибів, вирубування дерев, спричинені людьми пожежі втрачає свої оздоровчі та рекреаційні властивості. Він не витримує напливів людей у густонаселених регіонах, страждає, хворіє й гине від промислових забруднень, а також внаслідок діяльності нафтовиків, будівельників, гірників.

Підраховано, що за сучасних темпів лісозаготівель для різних видів промисловості навіть у багатих лісом країнах його вистачить на 50—60 років (на відновлення потрібно 100—120 років).

За даними ООН, щорічно на планеті вирубують понад 3 млрд м<sup>3</sup> лісу, й ця цифра до 2000 р. зросте в 1,5 раза. Особливо тривожить людство доля амазонських і сибірських лісів, які відіграють найважливішу роль у очищенні атмосфери Землі. Крім того, тропічні ліси — це ще й зона життя — 3—4 млн видів флори й фауни, 80 % комах планети, 2/3 відомих видів рослин.

Ліси Амазонії є неповторним, унікальним

регіоном Землі (їх площа близько 6 млн км<sup>2</sup>). Тут, у найбільшій у світі низині (понад 5 млн км<sup>2</sup>), протікає одна з найголовніших річок світу й сконцентрований найзначніший лісовий масив, флора якого налічує близько 4 тис. видів дерев (у всій Європі їх близько 200).

З порушенням цієї дуже важливої, добре налагодженої природою частини біосфери розпочнуться глобальні негативні екологічні процеси, про які йшла мова в попередньому розділі. Найстрашніше те, що в останні роки ліси Амазонії дедалі активніше не лише вирубують через будівництво шляхових трансконтинентальних трас, нових поселень, розробок родовищ корисних копалин, а то й просто випалюють десятками тисяч кілометрів щорічно, щоб швидше розчистити площі під різні плантації. Крім згубної дії на флору та фауну, пожежі спричинюють інтенсивне забруднення атмосфери, що сприяє розвитку парникового ефекту. Дими від пожеж поширюються, як видно з численних супутників, по всьому світу.

Про планетарного значення шкоду від винищення амазонських лісів мова йшла на останньому всесвітньому екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро влітку 1992 р. Але проблема їх збереження залишилася невирішеною через незгоду бразильського уряду припинити винищення лісів, що зумовлено важким економічним станом Бразилії й намаганням її уряду покращити справи за рахунок своїх лісів і всіх природних ресурсів, пов'язаних з ними. Не краще становище з лісами й на Північноамериканському, Європейському та Азіатському континентах. Якщо тут їх цілеспрямовано не випалюють та не вирубують (це було зроблено століттям раніше), то залишки лісових масивів гинуть від кислотних дощів (30 % — У Австрії, 50 % — у Німеччині, Польщі) та випадкових пожеж, спричинених людиною.

Стурбовані таким станом люди намагаються певною мірою його поліпшити, застосовуючи різні форми лісогосподарства.

Форми лісового господарства з часом змінюються. У колишньому СРСР протягом останніх десятиріч застосовували три форми лісогосподарування: використання лісів, які виконують захисні й соціальні функції (санітарно-гігієнічні, рекреаційні); з метою одержання сировини для промисловості; обмежене використання лісів для сільського господарства та жителів районів з великою кількістю населення.

Ліси України виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні та рекреаційні функції, промислово-експлуатаційне їх значення (Карпати, Полісся) обмежене. З метою охорони лісів розроблено схему комплексного лісогосподарського районування, на основі якого має здійснюватися ведення господарства й охорона лісів. На жаль, реальний стан лісогосподарування дуже далекий від схеми.

Основними заходами захисту лісів є такі: раціональне (з урахуванням екологічної ситуації) обмежене їх вирубування; повна переробка деревини й супутньої сировини з метою збільшення виходу деревопродукції з одиниці площі; раціональне використання й збереження ягідних, кормових,

лікарських, технічних рослин, проведення селекції та насінневих дослідів для створення більш стійких і продуктивних видів лісової флори; створення полезахисних водоохоронних лісосмуг, рекреаційних і заповідних лісових й лісопаркових зон і масивів; зменшення дії кислотних дощів; підвищення рівня екологічної освіти та виховання свідомого ставлення населення до лісу.

У 1992 р. у Ріо-де-Жанейро на Всесвітньому екологічному форумі було прийнято глобальну угоду щодо використання лісів. У цій угоді зазначається, що ліси з їх складними екологічними процесами необхідні для економічного розвитку та підтримання всіх форм життя на Землі. Тому всі країни мають взяти участь у «озелененні світу» шляхом насадження та збереження лісів. Ліси слід використовувати так, щоб забезпечити задоволення соціальних, економічних, екологічних, культурних та духовних потреб нинішнього та майбутніх поколінь. Національні програми мають захищати унікальні ліси та містити плани раціонального ведення лісового господарства на основі екологічно безпечного управління територіями, що оточують ліси.

Особливо суворим повинен стати міжнародний контроль за кислотними опадами та торгівлею лісоматеріалами.

## СТЕПИ

Другим важливим компонентом біосфери є степи, які займають величезні площі майже на всіх континентах. Загальна площа степової зони на Землі становить близько 4 млн. км<sup>2</sup>. Для степів характерні гаряче посушливе літо та досить холодна зима з частими відлигами, потепліннями, хуртовинами, Основний тип тутешньої флори — трави, переважно ксерофітні, багатолітні (дернові злаки, стійкі до посух дводольні трави й кореневі злаки, ковило-типчаківі та інші).

Річний приріст наземної степової фітомаси становить 7—15 ц/га, а загальна кількість рослинних решток, які щорічно надходять у ґрунти, поповнюючи запаси гумусу,— 40—100 ц/га.

Нині зручна для освоєння степова зона майже на 100 % розорана (крім заповідних районів) під сільськогосподарські угіддя, а всього близько 100 років тому вона ще активно використовувалася для випасу корів, овець та коней. Колись високопродуктивні, багаті гумусом степові ґрунти України в наш час майже повністю виснажені, зруйновані через екстенсивне господарювання, інтенсивне випасання й витоштування, меліорації, переуцільнення важкою сільськогосподарською технікою, перехімізацію. З тих же причин негативних змін зазнали не лише степи України, але й її луки та пасовиська в усіх кліматичних зонах. Через будівництво водосховищ на Дніпрі знищено понад 700 тис. га чудових заплавних лук (майже 100 % старої заплави), а через різні антропогенні заходи (меліорації, водовідбір) повністю висохли заплави Ірпеня, Трубежу, Супою, Удаю та інших річок, більше третини лук розорено в заплавах Дністра, Південного Бугу, Горині,

Сіверського Дінця, Висохли також заплави близько-20 тис. малих річок і річечок. У зв'язку з цим знищено величезну кормову базу — природні сінокоси й пасовиська, в десятки разів зменшено поголів'я рогатої худоби. Останнім часом в Україні намагаються відтворити луки й пасовиська, створити нові шляхи зрошення й застосування мінеральних добрив. Будують також осушувально-зрошувальні системи, переходять на сінокісно-пасовищний режим користування луками, висаджують уздовж лук захисні лісосмуги, глибоко вивчають екологічний стан лук і пасовиськ. )

## **БОЛОТА ТА АГРОЦЕНОЗ**

В Україні велике значення має також такий компонент біосфери, як болота — важливий гідрологічний і кліматичний регулятор Полісся, зона поширення багатьох рідкісних і цінних видів рослин (зокрема льодовикових реліктів), територія формування цінного паливного й удобрюючого ресурсу — торфів і сапропелів. Болота, — незамінні природні акумулятори й розподілювачі вологи, регулятори гідрологічної рівноваги.

Різка зміна режиму існування болотистих районів, їх екосистем розпочалася порівняно недавно, в основному з 50-х років ХХ ст. Під впливом науково необгрунтованого осушення зникли кілька видів цінних болотних трав, значно знизилися рівні ґрунтових вод, почали висихати навколишні лісові масиви, більш посушливим став клімат. Болота — цінні природні біогеоценози з цікавою специфічною фауною (комахи, птахи, риби).

Нині, коли саме життя показало хибність політики масового осушення болотних масивів, що завдало великої шкоди природі й призвело до економічних втрат, змінюється оцінка значення боліт. Розпочалася робота по їх збереженню, охороні й відтворенню. Такі відомі в Україні болота, як Рибне, Карма, Озерянське, Видра, Поздь, Згар, практично загинули разом з комплексом різних цінних видів рослин і тварин. Частину боліт, що залишилася (близько 30 великих боліт), взяли під охорону. Загальна площа цих боліт — 12 тис. га, але це дуже мала частка від усієї болотистої площі республіки — близько 1%. Створено кілька заповідних боліт, які виконують функції еталонів болотних екосистем, охороняються комплексні заповідні болота. Тут заборонено меліоративні роботи й видобування торфу, вирубка лісів та знищення трав'яного покриву, масові випасання худоби, мисливство й рибальство.

Культурні рослини, тобто ті, що культивуються людиною, становлять дуже невелику частку видів флори нашої планети — усього близько 1500 видів, але площу вони займають порівняно велику — 1,5 млрд га. Культурні рослини — це молода група видів, їх вік становить усього 25—40 століть (жито, овес, буряк), а такі культури, як каучуконосна гевея, хінне дерево, шипшина, обліпіха та інші, — зовсім молоді, їх вік не перевищує кількох сотень років. У процесі розселення й культивації культурних рослин на земній кулі визначилися ботаніко-географічні й генетичні центри поширення цих



рослин. Їх налічується від 8 до 12, зокрема — Середземноморський, Переднеазіатський, Ефіопський, Середньоазіатський, Східноазіатський, Індійський, Перуанський, Центральньоамериканський та ін.

### **БАКТЕРІЇ, ГРИБИ ТА ЛИШАЙНИКИ**

Нижчі рослини (бактерії, ціанеї, водорості, гриби, лишайники) відіграють дедалі більшу роль у нашому житті. Бактерії, гриби та водорості люди використовують з давніх-давен (виноробство, квашення, випічка дріжджового хліба), але нині в зв'язку з розвитком біоенергетики та біотехнологій очищення природного середовища й одержання цінних білкових речовин, вивчення й використання бактерій набагато розширилося). Розглянемо кілька цікавих і важливих фактів про значення бактерій, наведених О. Лаптевим. Нині добре відомо, що найпростіші водорості (бактерії й ціанеї) мали велике значення для формування не лише складу атмосфери й гідросфери минулих епох, але й для утворення родовищ корисних копалин (Криворізький та Магнітогорський залізородні басейни, ряд нафтових родовищ), вони регулювали сольовий режим у морях, сприяли накопиченню величезних карбонатних товщ порід. Особливо важливу роль у біосфері відіграють мікроби-деструктори.

У наш час бактерії допомагають людству вирішити кілька найважливіших проблем: продовольчу (виробництво найефективнішої білкової речовини), енергетичну (виробництво біогазу), екологічну (біотехнічні методи очищення повітря й стоків, біологічні методи знищення сільськогосподарських шкідників) і охорони здоров'я (виробництво ліків тощо).

Учені пророкують, що наступне сторіччя буде віком біо-технологічних революцій, віком бактерій. Японські вчені вже показали всьому світові приклади дуже ефективного використання бактерій для виробництва білка (що в тисячу разів ефективніше, ніж його одержання в тваринництві), біогазу, знищення пластмас та поліетиленів.

Ученими встановлено й досліджено близько 1400 видів синьо-зелених водоростей (усього визначено 40 тис. видів водоростей), 20 тис. грибів, 16 тис. видів мохів і лишайників. Вважають, що всього налічується 300 тис. видів нижчих рослин.

Дуже цікавими серед них є морські водорості — *планктон* (вільно плавають у воді, мають мікророзміри та мікровагу) та *бентос* (прикріплені до дна чи такі, що лежать на ньому). Найважливіша їх ознака — наявність хлорофілу, що сприяє асиміляції (при освітленні) вуглекислого газу й акумуляції органічних речовин. Існування майже всіх організмів, що живуть у воді, тією чи іншою мірою зумовлене водоростями. Щорічно, водорості створюють у Світовому океані більше 1/4 всіх органічних речовин планети. В них містяться вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, С і D, такі важливі елементи, як йод, бром та ін.

Останнім часом певні види бактерій використовують для регенерації цінних метаболітів і ліків, їх вивчають з метою вирішення проблем біологічного саморегулювання й біосинтезу, очищення евтрофікованих водойм.

Отже, детальне вивчення та охорона-водоростей і бактерій мають дуже велике значення для нинішнього та прийдешніх поколінь.

У житті біосфери протягом усієї її історії важливу роль відігравали гриби та лишайники. На сьогодні відомо близько 80 тис. видів справжніх грибів і 500 видів мікроміцетів, а також близько 26 тис. видів лишайників. Кілька тисяч видів грибів нині знаходяться під загрозою знищення, як і кілька десятків видів лишайників, через антропогенні забруднення й винищення. А гриби, як відомо, відіграють важливу роль у розкладі гірських порід і органічних решток, постачають поживні речовини корінню рослин.

Лишайники беруть активну участь у ґрунтоутворенні, є джерелом цінної лікарської сировини, мають велике екологічне значення для тундрово-тайгової зони. Вони є найчутливішими природними індикаторами забруднення середовища.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДІВ**

Розглянемо перспективи використання пестицидів, біологічний захист рослин, альтернативне «біологічне» землеробство та безвідхідні технології в сільськогосподарському виробництві.

На жаль, велика кількість аграрників ще й досі під захистом рослин розуміє лише застосування хімічних препаратів, різних пестицидів, навантаження яких на ґрунти в землеробстві часто-густо має величезні обсяги. Так, під час вирощування озимої пшениці іноді на поля вносять 6—10 кг/га пестицидів, кукурудзи й буряків—12—16, овочів—45—50, плодових—165 кг/га. Частка пестицидів серед забруднювачів докільля вже становить близько 20 % (щорічно їх використовується 2 млн т). Досі так відбувалося тому, що прибуток від застосування пестицидів (збільшення врожайності) майже втричі перевищував затрати на їх виробництво.

На світовий ринок нині надходить понад 10 тис. препаратів, виготовлених з 600 різних хімічних речовин, у колишньому СРСР випускалося 240 пестицидів. У 1990 р. у США пестицидами оброблялося близько 61 % площі сільськогосподарських угідь, у СРСР — понад 87 % (це допомагало, за даними статистики, зберігати щорічно врожаю на 10—11 млрд крб. і додатково одержувати 20 млн т зерна, 17 млн т овочів). Але, як уже згадувалося, здатність багатьох пестицидів накопичуватися в ґрунтах, воді, рослинних і тваринних організмах, їх міграція та швидке пристосування шкідників до їхньої дії призвели до тяжких хімічних забруднень, деградації ґрунтів і екосистем. Лише в Північному морі з атмосфери щорічно випадало близько 300 т ДДТ, у льодовику Антарктиди накопичено понад 2 тис. т дусту. Пестициди активно включаються в ланцюги живлення повсюдно, а більшість їх є мутагенами, багато з них стимулює розвиток ракових пухлин (перш за все — печінки), є сильними алергенами. Через отруєння

пестицидами різко скоротилася кількість птахів-хижаків (орли, соколи, шуліки).

Виявилося, що ДДТ циркулює в біосфері понад 50 років, дуже небезпечні канцерогенні продукти його розкладу (ДДТ і ДДЕ). У їжі американців нині виявлено 28 канцерогенних пестицидів. Вони містяться всюди — у воді, молоці, м'ясі, фруктах, овочах.

Більшість населення зрозуміла загрозу, яку несе подальше інтенсивне використання пестицидів. Тому в розвинених країнах світу протягом останніх років активно вживають заходів з метою зменшення негативного впливу пестицидів.

1. Підвищення активності пестицидів (щоб знизити їх дійову концентрацію до значень, не шкідливих для людини й тварин), створення нових препаратів третього й четвертого поколінь, менш небезпечних, ніж перші, а також вузько вибіркової дії й короткоживучі. Це — піретрини та їх аналоги. На поля їх слід вносити в кількостях у 100— 1000 разів менших, ніж звичайні пестициди.
2. Відновлення сівозмін як найактивніших засобів боротьби з шкідниками та хворобами рослин.
3. Поєднання хімічних засобів підвищення врожайності з агротехнічними, селекційними та організаційно-господарськими.
4. Застосування нових методів обробки пестицидами — обприскування замість опилування (різко скорочується радіус розносу й, забруднення), використання гранул замість борошна.

Одним з перспективних методів боротьби з шкідниками рослин є біологічний — скорочення чисельності небажаних видів за допомогою тварин-хижаків, деяких рослин чи паразитів.

У шкідників культурних рослин у природі є багато ворогів, їх і планується використовувати. Вже розроблено методи масового вирощування й застосування паразитів і хижаків, що поїдають тлю (різні афідофаги), бавовникову совку, колорадського жука, кров'яну яблуневу тлю, цитрусового червеця та каліфорнійську щитівку.

Розроблено також нові бактеріальні препарати на основі грибів, вірусів і актиноміцетів (ентобактерін, дендробіцидін, боверін — проти колорадського жука, фітобактеріоміцин).

Замість хімічних методів боротьби застосовують також механічні (влаштування перешкод, канавок, уловлюючих пасків, клейових кілець, збирання й знищення), фізичні (термічна, високочастотна, світлова, іонізаційна обробки).

Серед профілактичних заходів слід, зазначити карантин рослин, що передбачає систему заходів, які перешкоджають завезенню шкідників і хвороб рослин (особливо нових видів) через кордони, а також виявлення, обмеження й ліквідацію вогнищ розмноження шкідників і хвороб.

Останнім часом за кордоном виник рух, який називається *альтернативне землеробство*. Його головною метою є зміна сучасного землеробства шляхом «екологізації» та біологізації», тобто створення землеробства, не шкідливого для довкілля та здатного забезпечити людство чистими продуктами харчування. Прихильники руху з'явилися з країн усього світу, вони об'єднуються, спілкуються, поліпшують програми своїх дій.

Головними заходами вони вважають такі: ведення господарства на основі максимальної реутилізації та рециркуляції всіх відходів і побічної продукції сільського господарства; підвищення рентабельності господарства й забезпечення його виживання; повна відмова від засобів хімізації.

Альтернативне землеробство має свої системи — органічну, біологічну, орґано-біологічну, біодинамічну та екологічну.

Органічна система передбачає використання в землеробстві тільки таких речовин, як перегній, компости, кісткове борошно, крейда, вапно, польовий шпат, доломіт, глауконітовий пісок, базальтове борошно. До збирання врожаю використовують бордоську рідину, мікроелементи, попіл водоростей, сірку, гіпс, рибні емульсії, мило, вапняк. Ця система використовується в США.

Під час застосування біологічної системи (переважно використовується у Франції) основним добривом є органічне — спеціально оброблений компост (аеробна ферментація), методом господарювання — сівозміна з обмеженим режимом насичення одними культурами й застосування сидератів, а засобами боротьби з шкідниками — механічні, вогневі та застосування ефірних масел, настоїв з кропиви, полину гіркого, нікотину.

Біодинамічна система широко застосовується в Німеччині, Швеції, Данії. Її прихильники вважають, що землеробство слід будувати з урахуванням не лише земних, а й космічних ритмів і використовувати вплив космічних й інших сил на сільськогосподарське виробництво шляхом застосування спеціальних біодинамічних препаратів. При цьому обробку ґрунтів, посів, збирання врожаю та інші роботи обов'язково здійснюють відповідно до гороскопів, у сприятливі для цього періоди (різні положення Місяця в тому чи іншому сузір'ї). Особливі властивості приписують біопрепаратам — порошкам із суміші гною та рогу, рогу й розмолотого кварцу, сильно розведеним у воді. Широко використовують компостні препарати, виготовлені з деревію, кропиви, ромашки, кульбаби, валеріани, дубової кори й змішані з гноєм. Як добрива вносять відвари, продукти бродіння.

Продукція альтернативного землеробства користується в світі дедалі більшим попитом у населення як екологічно чиста й біологічно цінна, незважаючи на те, що вона дорожча. Зростає кількість ферм і господарств, де застосовується альтернативне землеробство, активізуються наукові дослідження в цьому напрямі.

До недоліків альтернативного землеробства належать його підвищена залежність від природних факторів, необхідність використання великих

площ для кормових культур, нижчий рівень урожайності та вища трудомісткість. Але з часом ці недоліки буде зведено до мінімуму.

### **ОХОРОНА ФАУНИ**

Вирішення проблеми покращання екологічного стану біосфери потребує нового підходу до тваринного світу — фауни. Біомаса тварин становить лише 2 % усього живого на нашій планеті, але через високий рівень енергетичних процесів, величезну різноманітність і високу рухливість роль фауни в біосфері дуже велика.

Нині налічується близько 2 млн видів тварин (рослин — у п'ять разів менше). Найбільш численною групою є безхребетні. Цікаво, що в 1 га ґрунтів лісу середніх широт живе до 2,5 млн особин дощового черв'яка, до 6 млн комах, 1 млн молюсків (загальна їх біомаса — близько 1 т. На нашій планеті на кожну людину одних лише комарів і мух припадає не менше 200 млн. У тайзі є райони, де на кожному гектарі живе до 5 кг комарів.

Відомі гігантські зграї сарани в Африці, які налічують мільярди особин. Біомаса диких копитних і гризунів у саванах і степах може досягати 250—400 кг на 1 га, раніше їх було ще більше.

Найважливішу роль у біосфері відіграє найчисленніший і найрізноманітніший клас тварин — комахи. Вони виконують функції опилення, є поживою для птахів, звірів, амфібій, рептилій; беруть участь у формуванні ґрунтів, розкладанні тваринних решток і екскрементів, впливають на склад повітря, вод і ґрунтів. Наприклад, терміти під час переробки клітковини виділяють у атмосферу 165 млн т метану на рік (майже половину всього, що надходить у біосферу), 55 млрд т CO<sub>2</sub>.

Безхребетні становлять до 95—99% біомаси тварин на Землі; їх значення в біосфері величезне, особливо в кругообігу речовин і трансформації енергії. З давніх-давен тварини були для людей не лише основним продуктом харчування, з їх шкіри виготовляли одяг, з кісток — знаряддя праці, «будівельні матеріали», а також технічну, лікарську сировину, прикраси. За рахунок тварин (морських) утворювалися в минулому й формуються нині величезні товщі вапняків, крейди, діатомітів, кремнистих відкладів, фосфоритів та інших осадочних порід на дні океанів і морів. А коралові рифи (Великий Бар'єрний риф поблизу Австралії) за своїми розмірами перевищують Велику китайську Стіну.

Величезною є роль тварин в утворенні й житті ґрунтів (в першу чергу — червів), житті рослин.

Тварини активно формують мікрорельєф (кротовини), рельєф, ландшафти (наприклад, «бобровий», «термітний» і «кораловий» ландшафти).

Руйнування людиною місць мешкання тварин (біотопів), як і рослин, стає надто небезпечним. Сьогодні під загрозою знищення знаходиться вже близько 600 видів птахів і 120 видів ссавців, багато риб, земноводних, молюсків, комах.

А за останні тисячі років на Землі зникло понад 100 видів звірів, 140 видів птахів. У всіх куточках Землі на всіх континентах нині загострюється проблема знищення місць існування тварин. Найактуальнішою вона є для вологих тропічних лісів, але вже відомо багато районів в інших зонах, які за станом тваринного світу можна назвати районами екологічного лиха. Це Калмицькі степи, де ареал сайгаків — рідкісних і цінних тварин, сучасників мамута, скоротився за останні 30 років у шість разів. Нині вони тисячами гинуть у каналах зрошення, на колючих дротах

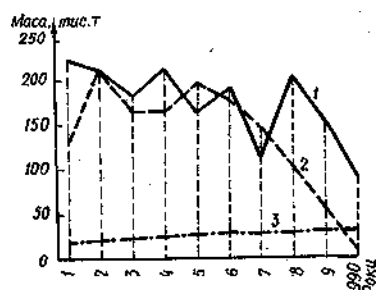


Рис 23. Вилов риби у внутрішніх морях і прісноводних водоймах України: 1 - Чорне море; 2 - Азовське море; 3 - прісноводні водойми

огорож, трубах нафтопроводів, що тягнуться на сотні кілометрів.

Скорочуються ареали слонів і носорогів у Індії та Африці. Великої шкоди тваринам завдають не лише антропогенні забруднення та пожежі, але й бурхлива активність браконьєрів (за останні роки ціна на слонові бивні зросла в десять разів, на ріг носорога — в 21 раз), які за рік вбивають від 05 до 75 тис. слонів (Танзанія, Кенія, Замбія, Заїр, Конго, Судан).

Є великі регіони Світового океану, де останнім часом через деградацію середовища й хижацький вилов риби майже повністю зникли 25 видів найбільш цінних промислових риб, де щорічно винищують до 250 тис. особин дельфінів, сотні тисяч акул, а кити давно знаходяться під загрозою вимирання.

Річки й річечки Тюмені забруднені нафтою так, що вся риба давно вимерла. Азовське море, колись найбагатше в світі рибою, нині перезабруднене, його екосистема на грані повної деградації (рис. 23).

У 1988 р. через забруднення нафтопродуктами в Північному морі загинуло близько 3 тис. тюленів (усього їх там 75 тис). А скільки тисяч птахів, риби загинуло після аварій танкерів-нафтовозів у океанах! Все скрутніше диким тваринам і в наших краях.

Незважаючи на те, що в колишньому СРСР з 1920 по 1980 р. було прийнято багато законів про охорону природи, й зокрема тварин, вони як відомо, практично не діяли, ніхто їх не дотримувався, що мало фатальні наслідки. Тому останні десятиріччя під тиском передових науковців та громадськості питанням охорони тварин і рослин почали приділяти більше уваги.

Дуже важливу роль у охороні диких тварин могли б відіграти мисливські господарства, якби сотні тисяч їх членів-мисливців суворо дотримувалися правил. Адже ці господарства мають добре продумані, екологічно обгрунтовані статuti, правила мисливства на різних звірів і вилову риби.

Мисливство й рибальство на науковій основі мають не лише велике економічне, але й екологічне значення. З одного боку, вони дають щорічно сотні тисяч тонн м'яса, багато шкіри, хутра, а з іншого — допомагають регулювати кількість тієї чи іншої дичини в регіоні, створюючи оптимальні умови для її існування. Але, на жаль, в усьому світі ще процвітає браконьєрство.

Таке ж становище характерне й для України. Через велику щільність населення тут ще в XVI ст. були винищені кулани, в XVIII—XIX ст. — сайгаки, тури, тарпани, степові орли, дрофи, олені. Дуже рідкими стали лебеді, летючі миші, корсаки, соколи, деякі види раків і риб.

У 1981 р. в Україні було прийнято Закон «Про охорону й використання тваринного світу», який передбачає збереження середовища мешкання тварин, умов розмноження й шляхів міграції під час виконання різних робіт.

Над питанням охорони тварин нині активно працюють фахівці в кількох науково-дослідних установах НАН України, галузевих інститутах, вузах. Почалися роботи з інтродукції, акліматизації й розведення дичини. В Україну були завезені зубр, лань, муфлон, кеклик, деякі види риб і птахів, переселені зайці, косулі, олені (в райони, де дичини не було), взяті під охорону мурашники, бджоли-запилувачі.

З метою контролю за рідкісними й вимираючими видами тварин, як уже згадувалося, в нас, як і в усьому світі, видається Червона книга. Над першою Червоною книгою в колишньому СРСР група вчених-фахівців працювала понад 15 років. У 1984 р. вийшло друге видання цієї книги, вже значно змінене, тому що деякі види тварин відновили свою чисельність (рожева чайка, тундровий лебідь, кавказький тетерев тощо), а інші, котрим раніше ніщо не загрожувало, наблизилися до межі вимирання — чорноморська афаліна, сірий дельфін, чорний ведмідь, даурський їжак, сахалінська кабарга, карликовий тушканчик тощо, всього — понад 30 видів ссавців, 14 — рептилій, 17 — птахів. Уперше в цю Червону книгу були внесені риби — осетр, лососеві, карпові (всього дев'ять видів), молюски, ракоподібні, черви, комахи, гриби й навіть лишайники. Всіх тварин в Червоній книзі залежно від їх кількості й ступеня загрози вимирання поділено на п'ять категорій — до першої віднесено ті, яким загрожує вимирання дуже серйозно й найближчим часом, до п'ятої — ті, що відновлені.

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

Нині встановлено, що швидкість вимирання тварин зростала майже пропорційно збільшенню кількості людей і максимальних значень досягла за останні сто років. Усього за історію людства вимерло понад 150 видів і

підвидів-птахів і 110 видів ссавців, зокрема тур, тарпан, морська корова, дронг, безкрила гагарка, голуб-мандрівник.

У СНД і в Україні сьогодні більш серйозно підходять до охорони тваринного світу, вживаючи жорстких заходів до браконьєрів і тих, хто шкодить природі. Прийнято нові закони про охорону природи. Проблема збереження фауни турбує не лише вчених-природничників, екологів, але й більшість керівників підприємств, господарств, міністерств, вона береться під контроль народом і урядом. Єдиною, але дуже істотною перепорою на шляху вирішення цієї проблеми є брак коштів, тяжкий економічний стан нашої молоді держави.

Серед найважливіших заходів щодо охорони тварин слід назвати такі: по-перше, виховання природоохоронної свідомості у людей з дитинства до похилого віку всіма можливими сучасними засобами; по-друге — найсуворіша боротьба з браконьєрством, посилення інспекторського контролю в лісах, степах, на водоймах і річках; по-третє — допомога звірям: підгодівля їх у скрутні періоди, охорона від епідемій і антропогенних забруднень, розселення в зручних для існування місцях, контроль за кількістю хижаків. Крім того, необхідні ретельне дослідження рідкісних і зникаючих видів, причин їх вимирання, розробка наукових основ для покращання ситуації, екологічних прогнозів на основі результатів екологічного моніторингу.

Велике значення має також рекультивация зруйнованих людиною ландшафтів, відновлених ґрунтів, пасовиськ, луків, лісів, водойм згідно з науково обґрунтованими далекоглядними планами, активний розвиток заповідної справи.

### **ЗАПОВІДНА СПРАВА**

Останнім часом через різке погіршення екологічного стану біосфери планети істотно змінилася оцінка ролі природоохоронних заповідних територій. Багаторазові ретельні еколого-економічні розрахунки, виконані вченими різних країн, свідчать, що більш-менш нормальне функціонування й самовідновлення біосфери будь-якого регіону можливе лише за умов наявності в цьому регіоні не менше 10—15 % площі, зайнятої заповідниками.

*Заповідники — це ландшафти, де зберігаються, охороняються й вивчаються всі компоненти екосистеми: повітря, ґрунти, гірські породи, природні води, рослинний і тваринний Світ, пам'ятки природи та культури. Заповідання — це виділення певної території чи об'єкта в природі із сфери звичайної господарської діяльності з метою підтримки екологічної рівноваги, збереження еталонів недоторканої природи, наукових досліджень характеру взаємозв'язків між екологічними факторами екосистем для збереження й відтворення ландшафту.*

Створення заповідних територій — одна з найважливіших ланок природоохоронної діяльності. Заповідники є, формою збереження



генофонду нашої планети. За своїм значенням заповідні території поділяються на біосферні заповідники міжнародного значення (їх налічується всього близько 200), де контроль і дослідження здійснюються міжнародними організаціями, державні й національні заповідники та парки, заказники, заповідні ландшафти, заповідні ділянки та об'єкти.

Заповідні території мають представляти типові ландшафти певної природно-географічної зони країни. Найголовнішою є вимога, щоб території заповідників мали достатні площі, аби забезпечити саморегуляцію всіх природних процесів, які відбуваються, без негативного впливу сусідніх районів, де має місце антропогенний тиск.

На відміну від інших, біосферні заповідники охоплюють природні незаймані та господарські території з різними рівнями антропогенних змін. Але ядро біосферних заповідників завжди має становити територія, досить віддавлена від районів інтенсивного господарювання, а навколо ядра повинна бути біосферна зона з слабким антропогенним впливом.

Створення біосферних заповідників з метою спостереження, вивчення й контролю за станом і антропогенними змінами природного середовища в межах планети (екологічного моніторингу).

Тривале та стабільне використання біосфери в майбутньому залежить від збереження для прийдешніх поколінь всього генетичного різноманіття планети. Ці території мають бути своєрідними еталонами, наближеними до природного стану, за якими можна робити висновки про зміни природи в сусідніх районах під впливом людської діяльності, налагоджувати керування природними біосферними та техногенними процесами.

### **ПРИРОДООХОРОННІ ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ТВАРИННИЦЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Спорудження тваринницьких комплексів, у яких вирощуються десятки й сотні тисяч тварин (свиней, птахів, рогатої худоби), в лічені роки створило навколо них серйозні екологічні проблеми, які істотно відрізняються від тих, що пов'язані з дикими тваринами.

Плануючи вирощувати величезну кількість домашніх тварин, сконцентрованих на невеликих ділянках, не маючи достатнього досвіду та науково обгрунтованих екологічних прогнозів щодо характеру функціонування таких рукотворних екосистем, організатори комплексів не змогли передбачити цілого ряду негативних наслідків. Перший з них — це інтенсивне забруднення природного середовища (особливо в районах свиноферм) продуктами розкладу й гниття величезної кількості екскрементів (до 2,5 тис. м<sup>3</sup> на добу), шкідливими газами (аміак, азот, сірководень), органічними кислотами. Значною мірою цьому сприяє метод очищення приміщень гідрозмивом і накопичення бруду у величезних відстійниках, канавах, накопичувачах, не ізольованих від навколишнього середовища. Результат — сморід на багато кілометрів навкруги й забруднені ґрунтові води, річки, ставки, озера де через перезабруднення бактеріями та

органічними речовинами вода для споживання непридатна а, а для риби й інших водних істот — смертельна. На 1500 м навкруги комплексів розносяться яйця гельмінтів, патогенні мікроби.

Такий вигляд мають майже всі великі тваринницькі комплекси України, а також багато які за її межами (ближнє зарубіжжя). Проблему утилізації й нейтралізації гною та стічних вод таких комплексів у нас ще не вирішено. Другий негативний наслідок — часті випадки масової загибелі тварин (у величезних кількостях) через хвороби, які блискавично охоплюють комплекс. Після загибелі великої кількості тварин виникає проблема їх захоронення, що пов'язано з поширенням токсичних і небезпечних забруднювачів, виникненням епідемій. Такі випадки мали місце в Україні, Казахстані, Молдові, Білорусі, Росії. А якщо тварини масово не вмирили, то масово захворювали туберкульозом або іншими небезпечними хворобами, їх м'ясо, зрозуміло, не можна було реалізувати. І взагалі внаслідок переконацентрації тварин повсюдно спостерігається зниження якості їх м'яса, життєвих можливостей і екологічного значення.

Виникають проблеми й із споживанням великої кількості води, необхідної гігантським тваринницьким комплексам, розміщенням і ефективним функціонуванням основних і допоміжних приміщень, енергетичних установок, транспортної мережі тощо. Тобто такі суперкомплекси, як і всякі інші (промислові, енергетичні, гірничодобувні, військові), через цілий ряд причин не можуть гармонійно існувати в природних екосистемах, які до цього збалансовано розвивалися тисячоліттями, вони обов'язково спричинюють значні негативні зміни середовища.

Оскільки в багатьох країнах таких тваринницьких комплексів побудовано досить багато й вже повсюдно відомі їх негативні риси, останнім часом вживають різних заходів, щоб зменшити їх вплив на природу. Це перш за все активне використання біологічних методів очищення й утилізації гнойових стоків: біохімічне окислення органічних речовин і знищення патогенних мікроорганізмів активним мулом чи плівкою. Відпрацьована та змертва плівка змивається водою й виноситься з біофільтрів, де відбувається окислення або інактивація. Ці ж процеси можуть протікати в аеротенках, біологічних ставках, на полях зрошення й фільтрації (залежно від токсичності забруднювачів і особливостей ландшафту).

Біологічні фільтри — це металеві або залізобетонні ємкості, заповнені фільтруючим матеріалом — шлаком, гравієм, керамзитом, щебенем, пластмасою чи іншими пористими речовинами. Найкращим фільтруючим матеріалом є природний мінерал цеоліт, на якому дуже швидко виростає зелена маса, а сам він перетворюється на корм.

Аеротенки — великі бетонні або залізобетонні резервуари, через які повільно пропускають суміш активного мулу й попередньо відстояної стічної води з ферм, причому рідину весь час герують — продувають

повітрям. Активний мул — субстрат, збагачений мікроорганізмами, що окислюють органічні речовини стоків.

Біологічні ставки - це окисні (аеробні) або відновлювані (анаеробні) відкриті ємкості з ізольованим дном, у яких стоки нейтралізуються за допомогою мікроводоростей, що можуть залужувати середовище до рН 9—10, за якого гине патогенна мікрофлора. Для очистки стоків застосовують також інші методи та засоби.

Останнім часом безпідстилковий гній худоби використовують для зрошення сільськогосподарських угідь, але, як показав досвід, у деяких випадках слід бути дуже обережним, контролювати якість і хімічний склад зрошувальних вод, бо вони можуть містити збудників інфекцій, отруювати ґрунтові води, річки.

Дози та терміни використання безпідстилкового гною треба визначати залежно від умов вирощування сільськогосподарської продукції, родючості ґрунту, особливостей ландшафту, а також хімічного складу самого гною.

Під час спорудження великих тваринницьких комплексів обов'язково слід враховувати такі фактори, як геологічна будова району, рівні та режим ґрунтових вод, наявність умов для утримання, вирощування, контролю здоров'я й лікування великої маси тварин, а також засобів для швидкої реалізації продуктів тваринництва, утилізації й знешкодження відходів.

Одним з найефективніших методів утилізації відходів тваринництва є виробництво з них біогазу. Іншим шляхом утилізації гною є одержання з нього білкових речовин і біоперегною.

Є досвід гідролізу гною сірчаною кислотою та вирощування кормових дріжджів (Чехія та Словаччина), переробки гною грибами, бактеріями й вирощування мікроводоростей.

Утилізують гній також за допомогою личинок домашніх мух. Свинячий гній після переробки личинками стає дуже цінним органічним добривом.

Переробляють гній також і за допомогою дощових чеврів. Цей метод найкраще розроблений в США, де в 50-х роках виведено особливий вид дуже ефективних дощових черв'яків — перероблювачів гною. За рік один черв'як продукує 50—1500 особин і живе вчетверо більше, ніж звичайні черви (16 років). У 1980 р. у США функціонувало близько 1500 великих спеціалізованих виробництв по культивуванню дощових чеврів, які вже є предметом експорту США, як і технологія їх вирощування. Тепер дощові черви вирощують у багатьох країнах Європи, в Японії, Киргизії.

На 1 м<sup>2</sup> щоденно можна утилізувати 1,5 кг гною, на 1 га — 7,5 т. Протягом теплого періоду року на цій площі черви здатні переробити 1300 т гною й створити при цьому 20—25 т білкового корму та 400 т біогумусу. Одна з головних труднощів технології вермікультури — розробка економічно вигідного вилучення черв'яків з субстрату.

**ПРОГРАМА ЮНЕСКО «ЛЮДИНА Й БІОСФЕРА»**

З 1970 р. у всьому світі з ініціативи ЮНЕСКО виконується міжнародна програма «Людина й біосфера» (МАБ — Man and Biospheres) — здійснення в усіх регіонах планети комплексних багаторічних досліджень впливу людства на біосферу й зворотної дії змінених біосферних процесів на здоров'я людини.

Програма МАБ включає 75 наукових проектів для спільних досліджень, що виконуються більш як у 30 країнах світу. За цими програмами вирішується цілий ряд завдань, серед яких можна назвати визначення й оцінку змін у біосфері під впливом антропогенної діяльності, вивчення структури, функціонування й динаміки природних, змінених і контрольованих людиною екосистем, дослідження зв'язку між соціально-економічними й екологічними процесами, розробку шляхів і засобів вимірювання якісних і кількісних змін природного середовища, координацію досліджень біосфери та ін.

На сьогодні понад 90 країн розпочали виконання програми МАБ, створивши національні комітети, які організують відповідні екологічні дослідження. Програма МАБ використовує весь попередній досвід людства, а також досвід виконання Програми вивчення азидних земель, Міжнародної біологічної програми та ін. Ця програма — міждисциплінарна, для її здійснення залучені кращі вчені всіх галузей, зокрема соціальних і гуманітарних наук. Велика увага в програмі приділяється вивченню водних екосистем, проблемам землекористування й долі лісів, заповідній справі, питанням демографії та урбанізації тощо.

**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 значить приректи себе до швидкого економічному краху — 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 кришталевим 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 добовий обмін повітря в печерах та осипах). За рахунок сезонного «дихання» карстові масиви й гірські осипи поглинають та акумулюють величезні маси забруднювачів атмосфери.

*Бережіть карстові печери! Не перетворюйте їх на склади й звалища!*

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. Гази, що виходять із топок ТЕС, перш ніж потрапити в атмосферу, очищаються в спеціальних установках. Деякі країни навіть мають таким чином економічну вигоду. Наприклад, Франція забезпечує свої потреби в сірчаній кислоті, вловлюючи її з відхідних 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 умістом піриту (окиснюючись в топках ТЕС, пірит розкладається з виділенням  $\text{SO}_2$ ). 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  $\text{CO}_2$  та оксиди азоту

д (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 (СО) до  $CO_2$ ; заміна екологічно небезпечного етильованого бензину (який забруднює повітря свинцем) менш шкідливим паливом;

Сучасні підходи в науці про довкілля

- 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) за межами сіл і міст.

### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Дайте загальну характеристику екологічного стану України
- 2 Які екологічні проблеми водного басейну України?
- 3 Які заходи приймаються для захисту річок України?
- 4 Які регіони України мають найбільші екологічні проблеми?
- 5 Які екологічні катастрофи відбулись в світі за останні роки?
- 6 Дайте визначення заповідникам
- 7 Які території відносяться до біосферних заповідників?
- 8 Яке значення мають державні заповідники?
- 9 З якою метою створена програма ЮНЕСКО “Людина й біосфера ”?

