



Г.О. БІЛЯВСЬКИЙ, Р.С. ФУРДУЙ

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ

*Затверджено
Міністерством освіти
України
як підручник
для 10—11 класів*

КИЇВ
«ЛИБІДЬ»
1997

ББК 28.081я721
Б61
УДК 577.4

Рецензенти: д-р с.-г. наук, проф. *В. М. Кавецький*,
дир. фіз.-мат. ліцею «Лідер» *Д. О. Кравченко*,
викл. хімії і біології *З. Л. Чаус*

Головна редакція літератури з природничих та технічних наук

Редактор *О. М. Миронець*

Білявський Г. О., Фурдуй Р. С.
Б61 **Основи екологічних знань: Підручник.— К.: Либідь,**
1997.— 288 с.
ISBN 5-325-00752-1.

У підручнику розглянуто основні теоретичні і практичні питання сучасної екології із залученням найновіших матеріалів, у формі й обсязі, достатніх для формування високого рівня шкільної екологічної освіти для загальноосвітніх шкіл. Висвітлено сучасний екологічний стан основних регіонів України, проаналізовано причини й наслідки розвитку негативних екологічних ситуацій. Розглянуто можливості подолання екологічної кризи.
Для учнів 10—11 класів середньоосвітніх шкіл.

Б 1502010000-011
224-97

ББК 28.081я721

ISBN 5-325-00752-1

© Г. О. Білявський,
Р. С. Фурдуй, 1995

ВСТУП

Частина 1. НАУКА ПРО ДОВКІЛЛЯ: ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ, НОВІ ПІДХОДИ

1. ЛЮДСТВО И ДОВКІЛЛЯ

- 1.1. Джерела екологічної загрози
- 1.2. Еволюція відносин людини й природи
- 1.3. Надзвичайні екологічні ситуації
- 1.4. Криза людського духу
- 1.5. Нова філософія життя

2. СУЧАСНА НАУКА ПРО ДОВКІЛЛЯ

- 2.1. Структура, предмет, завдання й методи науки про довкілля
- 2.2. Основні екологічні поняття й терміни
- 2.3. Життя екосистем
- 2.4. Основні екологічні закони
- 2.5. Методи вивчення характеру й обсягів антропогенних забруднень та екологічний моніторинг

2.6. Основні принципи економіки природокористування

2.7. Основи економіки природокористування

2.8. Новітні галузі екології

2.9. Правові основи природокористування

3. ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1. Основні риси екологічної системи «Земля»

3.2. Атмосфера

3.3. Гідросфера

3.4. Літосфера

3.5. Біосфера

4. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮДСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

4.1. Енергетика

4.2. Промисловість

4.3. Сільське господарство

4.4. Транспорт

4.5. Військова справа

4.6. Наукова діяльність

4.7. Культура і релігія

5. МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО В ГАЛУЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯ И ВІДНОВЛЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА

5.1. Міжнародні екологічні організації, угоди

5.2. Громадські «зелені» організації та рухи

5.3. Стратегія й тактика виживання людства

Запитання та завдання для самоконтролю

Частина 2. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРИРОДНІ УМОВИ

[1.1. Природні умови](#)

[1.2. Традиції природокористування](#)

[1.3. Головні причини й джерела розвитку екологічної кризи](#)

[2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ](#)

[2.1. Екологічні проблеми найбільших рік, Чорного та Азовського морів](#)

[2.2. Донецько-Придніпровський регіон](#)

[2.3. Українське Полісся](#)

[2.4. Українські Карпати](#)

[3 НАСЛІДКИ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ](#)

[4. НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ](#)

[5. ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРІОРИТЕТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ДЕРЖАВИ](#)

[Запитання й завдання для самоконтролю](#)

[СЛОВНИК ТЕРМІНІВ](#)

[КОРИСНІ ПРАКТИЧНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПОРАДИ](#)

[СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ](#)

ВСТУП

Сучасна молодь вступає в життя в епоху не тільки бурхливого розвитку науки і техніки, а й негативних наслідків науково-технічної революції та демографічного вибуху. Неконтрольоване зростання населення Землі, кількість якого вже перевищила критичну межу, дедалі більше забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, накопичення величезних об'ємів відходів людської діяльності при одночасному виснаженні майже всіх видів природних ресурсів призвели до розвитку глобальної екологічної кризи. Біосфера сьогодні вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися й самовідновлюватися — вона дедалі активніше деградує. Людству загрожує загибель найближчими десятиліттями, якщо воно терміново не змінить свого ставлення до природи, не змінить стилю своєї діяльності й існування, не переоцінить життєвих цінностей. Людству потрібні нова філософія життя, висока екологічна культура й свідомість.

Діяльність людини відбувалася у межах правил антропоцентричного гуманізму, тобто ідеї підкорення людині всього, що є в природі, ідеї панування над природою. Як показало життя, ця ідея виявилася хибною. Загальнолюдський інтелект разом з найсучаснішою технікою, незважаючи на всю могутність, нині не в змозі штучно керувати і підтримувати нормальне функціонування тисяч екосистем біосфери, мільйони видів живих істот в якій протягом сотень тисячоліть еволюційно виробляли свої складні численні взаємозв'язки (через обмін речовин, енергії та інформації) для гармонійного співіснування. Доведено, що людина ще не може створити екологічно чистих господарств, ідеальної глобальної соціосистеми з регульованою народжуваністю, економічною й соціальною стабільністю. Сучасні технології стали потужним інструментом, за допомогою якого людина споживає значно більше, ніж природа може продукувати, а також викидає в довкілля таку кількість відходів, яку природа не в змозі знешкодити.

Настав час керуватися в наших діях правилами іншого гуманізму — екологічного. Основна його ідея — людина є лише часткою природи й Космосу, з законами й силами яких вона повинна рахуватися. Не владарювати над природою, а співпрацювати з нею, бути не «царем природи», а її невіддільною часткою. У ХХІ ст. людина повинна вступити з новою філософією життя — екологічною, згідно з якою вона є часткою єдиної людської родини, планетарного братства з новою екологічною етикою, що базується на шануванні всіх живих істот Землі.

На думку сучасних екологів (зокрема, французького дослідника Л. Матьє), екологія з її широким діапазоном діяльності вже є не розділом біології, а новим етапом у розвитку всіх наук. Віднині прогресу в наукових дослідженнях можна досягти лише об'єднаними зусиллями спеціалістів різних галузей знань.

Отже, нині екологічні дослідження, наука екологія набули виключно великого значення. Як відомо з історії,

залежно від рівня розвитку суспільства, від його потреб і проблем з часом мали місце періодичні зміни наук-лідерів. Якщо в XVI—XVIII ст. лідером була механіка, у XIX — фізика, у XX — хімія та ядерна фізика, то на сучасному етапі лідером стала екологія, яка перетворилася з суто біологічної дисципліни на науку про стратегію й тактику виживання людства.

На порозі ХХІ ст. екологічна криза все більше нівечить природу нашої країни. Загинули сотні малих річок, деградує Чорне й Азовське моря, перетворюються на стічні брудні «відстійники» дніпровські та інші водосховища, ставки й озера. Задихаються від промислових і транспортних забруднень міста, знищуються останні ліси, забруднюються, виснажуються й деградуєть орні землі. Як дамоклів меч нависла

над Україною (а може й над усім світом) Чорнобильська АЕС. Смертність населення України почала переважати народжуваність, тобто під загрозою опинився генофонд нації.

Таке становище змусило уряд України в 1992 р. визнати всю територію держави зоною екологічного лиха.

З урахуванням глобальних і регіональних екологічних проблем та сучасних підходів до їх вирішення, керуючись ідеями екологічної філософії та використовуючи багаторічний досвід викладання природоохоронних дисциплін, автори підготували цей підручник, мета якого — дати учням старших класів необхідні знання з теоретичних і практичних питань сучасної екології. Хотілося б, щоб молоді люди, яким відкриває свої двері XXI ст., пам'ятали слова римського мислителя Л. Сенеки, сказані ще в I ст. н. е.: «Жити щасливо і жити в злагоді з природою — одне й те саме».

Частина 1. НАУКА ПРО ДОВКІЛЛЯ: ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ, НОВІ ПІДХОДИ

1. ЛЮДСТВО І ДОВКІЛЛЯ

1.1. Джерела екологічної загрози

У наш час людство переживає надзвичайно важливий, критичний період своєї історії — період небаченого досі, загрозливого для існування цивілізації зростання низки негативних факторів: деградації природи, деградації людської моралі, зростання бідності, поширення хвороб, голоду, злочинності, агресивності, зростання до критичного рівня конфлікту між техносферою і біосферою.

Занепокоєні ситуацією, що склалася на планеті в останні десятиліття, провідні вчені, мислителі й політичні діячі більшості країн світу докладають величезних зусиль у пошуках виходу з цього кризового стану. Велика увага приділяється вивченню причин, динаміки й особливостей розвитку більшості із згаданих негативних факторів, встановленню складних взаємозв'язків між ними, моделюванню численних сценаріїв різних природних і антропогенних процесів, складанню прогнозів й розробленню рекомендацій щодо подальшого стабільного розвитку суспільства й біосфери в цілому. Все детальніше досліджуються особливості функціонування екосистем усіх рівнів, виявляються нові закономірності у взаємовідносинах людини й довкілля, приймаються нові міжнародні угоди щодо охорони природи.

Безумовно, вирішальну роль у здійсненні переорієнтації напрямів та характеру майбутнього розвитку суспільства і гармонізації відносин між людиною і природою відіграватиме сучасна молодь. Тому таким необхідним є підвищення рівня її екологічної освіти, оволодіння нею знаннями про шляхи розвитку суспільства й природи у ХХІ ст., про складні, але надзвичайно важливі екологічні закони, принципи функціонування екосистем і біосфери, про життєдайні зв'язки між людством і довкіллям.

На основі наукового аналізу матеріалів про особливості та тенденції демографічного, соціально-економічного розвитку суспільства й наслідки науково-технічної революції ХХ ст., про стан і перспективи використання природних ресурсів та стан і динаміку забруднення довкілля спеціалісти ООН та найвідоміших національних і міжнародних природоохоронних організацій зробили ряд висновків.

Погіршення стану більшості екосистем біосфери, значне зменшення біопродуктивності й біорізноманіття, катастрофічне виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів при одночасному небаченому зростанні забруднення всіх геосфер пов'язані з інтенсивним зростанням населення Землі та розвитком науково-технічної революції протягом останніх 40—50 років. Саме необхідність задоволення зростаючих потреб людської спільноти призвела до небаченого розширення масштабів господарської діяльності, якісних змін у пропорціях світового господарства, у виробничих силах, характері виробничих потужностей, техніці й технологіях, асортименті продукції, виробничому й особистому споживанні. Моделі виробництва і споживання, які склалися у світі, перестали відповідати умовам нормального співіснування людини й природи. Образно кажучи, до розвитку глобальної екологічної і тісно пов'язаної з нею соціально-економічної кризи, які сьогодні загрожують існуванню нашої цивілізації, призвели кілька «вибухів»:

демографічний, тобто надзвичайно швидке, вибухоподібне зростання кількості населення Землі за останнє століття, промислово-енерготехнічний і викликаний першими двома вибух насильства над природою.

Розглянемо детальніше зв'язки між ними, оскільки вияснення причинно-наслідкових залежностей у взаємодії антропогенних виробничих сил із силами природи дасть змогу визначити орієнтири і логіку подальшого вдосконалення відносин між суспільством і довкіллям, розумного регулювання виробництва й споживання як речовин, так і енергії.

За даними американського експерта Р. Макнамари, протягом багатьох тисячоліть населення зростало зі швидкістю руху равлика. Більше мільйона років знадобилось, щоб у 1800 р. кількість населення досягла 1 млрд. чоловік. Але далі темп почав різко зростати. Наступного мільярда було досягнуто всього за 130 років, третій додався за 30 років, четвертий — за 15 і п'ятий — лише за 12 років! Вчений припускає, що на початку XXI ст. населення планети щорічно збільшуватиметься на 100 млн., причому 90 % з них — за рахунок країн, що розвиваються. Розглянемо більш детально динаміку зростання.

У 1650 р. чисельність населення світу становила близько 500 млн. чоловік, протягом наступних 200 років вона збільшилась вдвічі, іще раз удвоє зростає уже всього за 80 наступних років; у 1975 р. кількість населення Землі досягла 4 млрд. чоловік.

Протягом хвилини населення світу збільшується на 172 чоловіки. Це означає, що кожного тижня до населення Землі додається 1,7 млн. людей — стільки, скільки мешкає сьогодні в таких містах України, як Запоріжжя, Вінниця і Житомир, разом узятих.

Прогнозні оцінки показують, що у найближчому майбутньому чисельність населення продовжуватиме зростати приблизно на 3 чоловіки щосекунди, тобто приблизно на 90 млн. чоловік на рік, і досягне в 2000р. 7—8 млрд. Вчені також вважають, що до 2100 р. чисельність населення Землі має стабілізуватися десь на рівні 9—13 млрд. чоловік, хоча для такої кількості людей існуючих на Землі природних ресурсів і можливостей біосфери для підтримки життя буде вже абсолютно недостатньо. Навіть при 7—8 млрд. будуть мати місце масові вимирання від голоду й хвороб.

На країни, що розвиваються, припадатиме 88 % приросту населення, в розвинених країнах він не перевищуватиме 1 %. Важливим також є те, що зростання населення супроводжується аномальним територіальним розподілом його щільності за рахунок гіперурбанізації — дуже швидкого розростання міст і формування мегаполісів із населенням 15—20 млн. За прогнозами експертів ООН, на початку третього тисячоліття серед 60 світових міст-гігантів 50 розташовані в країнах, що розвиваються. Як гадають фахівці, найбільшими містами будуть Мехіко — 25,8 млн. мешканців, Сан-Пауло — 24 млн., Калькутта й Бомбей — по 16 млн.. Близько третини людства сьогодні проживає в містах із населенням 1 млн. чоловік і більше (їхня кількість за період з 1950 по 1995 р. збільшилась у 4,5 рази), й саме ці міста стали найбільшими і найнебезпечнішими забруднювачами довкілля — його «раковими пухлинами». У країнах, що розвиваються, щорічно в міста переселяється до 80 млн. чоловік. Для міст-гігантів, яких стає все більше, характерною ознакою є не лише переизабруднення й активізація деградації природи на великих навколишніх площах, але й ускладнення контролю і управління соціально-економічними та екологічними процесами, транспортом, водопостачанням, забезпеченням житлом тощо.

Добробут людей тісно пов'язаний зі збільшенням кількості населення, розвитком господарства й станом довкілля. Усі ці фактори тісно пов'язані між собою й жоден із них не може бути змінений незалежно від інших. Важко точно визначити, що таке

добробут людини, але прийнято вважати, що найважливішими його складовими є здоров'я й матеріальне забезпечення. Незаперечним фактом не лише для вчених, але й для широких мас населення є те, що наш добробут, наше здоров'я повністю залежать від стану природного середовища, в якому ми проживаємо, від якості повітря, яким ми дихаємо, їжі й води, які ми споживаємо, від здатності природи самоочищуватися і самовідновлюватися. Тому збереження чистого довкілля, активно функціонуючої біосфери — це гарантія нашого здоров'я, здоров'я наших нащадків, гарантія добробуту.

Вченими підраховано, що сучасна біосфера Землі здатна підтримати нормальне функціонування і розвиток людства, кількість якого не перевищуватиме 4—5 млрд. чоловік, та ще й за умов оптимального розподілу національних прибутків, взаємодопомоги, взаємопідтримки й взаєморозуміння націй, ефективного використання загальнолюдського інтелекту для забезпечення добробуту всіх людей планети, раціонального природокористування і охорони довкілля. Навіть за стабілізації енерговиробництва на рівні теплового бар'єру (100 млрд. кВт) кількість населення не повинна перевищувати 10 млрд. чоловік (необхідна кількість енергії на душу населення становить близько 10 кВт).

За останні десятиліття ці умови не витримуються, наслідком чого є розвиток глобальних енергодемографічної й екологічної кризи, поява нових страшних хвороб (таких як СНІД, лихоманка ебола, поширення епідемій), виникнення воєн, жахливі аварії. Все більша кількість регіонів планети стає зонами екологічного лиха: Україна, Азовське, Чорне, Балтійське, Японське моря, Урал, Арал і Приаралля, Перська затока. Мексиканська затока, Кузбас, Тюменські нафтопромислові райони. Нова Земля, Сахель, Ефіопія та багато інших.

Нерегульоване примноження населення веде до зростання енерго- та промислового виробництва і як наслідок — зростання забруднень довкілля, утворення кислотних дощів, озонових дір, парникового ефекту, хвороби, зубожіння більшості населення. Сьогодні близько 10 млн. дітей у світі недоїдають, а понад 200 млн. харчуються неповноцінне. Мільярд найбідніших у боротьбі за своє виживання мають найбільшу кількість дітей і поповнює легіони найбідніших, що змушені винищувати залишки лісів і безцінних природних ресурсів, не піклуючись про їх відтворення чи збереження, а мільярд найбагатших у цей час споживає більшу частину природних ресурсів, грішить небаченим марнотратством і виробляє більшу частину відходів на планеті. І якщо тривалість життя північного американця, японця, західноєвропейця становить в середньому 73—75 років, і лише 9 дітей із 1000 вмирає у віці до 5 років, то тривалість життя жителя Латинської Америки, Південної Азії та Африки становить відповідно 65—57—52 роки, а вмирає дітей віком до 5 років 80—95 з 1000, а в зонах екологічного лиха до 150 і більше на 1000.

За матеріалами ООН, близько 250 млн. чоловік сьогодні не мають якісної питної води. При цьому середній мешканець Північної Америки споживає води в 70—75 разів більше, ніж житель Центральної Африки чи Аравії, а майже 70 % всієї прісної води, що споживається у світі, йде на зрошення, але майже половина її втрачається, не досягаючи кореневої системи рослин.

За останні 100 років людство в 100 разів збільшило швидкість свого переміщення в просторі, в 1000 разів — використання енергетичних ресурсів і в 1 000 000 разів — військову могутність. До речі, військова справа і виробництво зброї в розвинених країнах є найжадібнішим споживачем природних ресурсів і одним із найсерйозніших забруднювачів довкілля. Нині промисловість світу виробляє в 7 раз більше товарів і видобуває в 3 рази (за масою) більше корисних копалин, ніж у 1970 р.

Для задоволення своїх зростаючих потреб і збільшення комфортності існування людство розвинуло до незвичайно високого рівня енергетику, хімічну,

нафтопереробну, металургійну, гірничо-видобувну, машинобудівну й легку промисловість, транспорт і засоби зв'язку. Його вплив досяг найвіддаленіших куточків земної кулі — і на суші, і в океані, а також ближнього Космосу й планет Сонячної системи. Сьогодні негативно впливають на людину й живі істоти біосфери понад 50 тис. хімічних речовин, які використовує людина. Більшість з них, особливо новітні синтетичні матеріали, деякі відходи, не переробляються природою, оскільки є чужими її екосистемам, і накопичуються, отруюючи довкілля. У 70-х роках у біосферу було викинуто близько 2 млн. найменувань хімічних сполук без врахування міндобриб.

Близько 500 млн. автомобілів щорічно викидають в атмосферу Землі 400 млн. т оксидів вуглецю, понад 100 млн. т вуглеводнів, сотні тисяч тонн свинцю. Промислові підприємства, теплові електростанції, засоби авто- й авіатранспорту щорічно спалюють понад 5 млрд. т вугілля, нафти і більше трильйона кубометрів газу. А в природні водойми щорічно спускається близько 500 млрд. т промислових і побутових стоків, у тому числі кілька мільйонів тонн нафти. Нагадаємо, що 1 л нафти достатньо, щоб зробити непридатним для вживання (пиття, зрошення, технічних потреб) 1 млн. л води.

Щорічно в промисловому виробництві утворюється 2100 млн. т твердих відходів, із них 338 млн. т потенційно небезпечних. Спеціалісти підраховали, що до 2000 р. буде накопичено близько 1 млн. м³ найнебезпечніших відходів — високорадіоактивних. Видобування й транспортування радіоактивних руд, виробництво енергії на АЕС, ліквідація АЕС, що відпрацювали свій ресурс (до 2000 р. доведеться ліквідувати близько 70 промислових і 256 науково-дослідних ядерних реакторів), поховання радіоактивних відходів і досі залишаються однією з найважливіших екологічних проблем, які людство повинне вирішити в найближчі десятиліття.

Вчені стверджують, що у наступні 20—30 років через зміни в навколишньому середовищі, спричинені людською діяльністю, світ може втратити більше мільйона видів рослин і тварин. Рівень вимирання у 1000 разів перевищує встановлений природою «нормальний» рівень — тобто 100 видів кожного дня. Близько 10 % рослин зони помірного клімату та 11 % з 9000 видів птахів світу ризикують стати вимираючими; така ж доля чекає на 130 000 видів живих істот тропічної зони.

У той же час сьогодні добре відомо, що однією з умов ефективного існування, виживання, пристосування до змін будь-якої екосистеми є кількість видів живих істот у ній, що еволюційно добре пристосувалися до співіснування й активно функціонують. Тобто біологічна різноманітність — запорука витривалості, стійкості як екосистеми, так і біосфери в цілому. Екологічні взаємодії між різними видами живих істот та довкіллям формують екосистеми, від стану яких залежить існування людей. Біорізноманітність включає також і генетичну різноманітність життя на планеті. А без генетичної різноманітності життя втрачає здатність пристосовуватися до змін — адаптуватися. Зменшення біорізноманітності — серйозна втрата біосфери, одна з головних екологічних проблем сьогодення.

За даними ООН, близько 900 млн. чоловік проживають у посушливих зонах нашої планети, землі яких зазнають негативного впливу явища опустелювання. Внаслідок цього щорічно втрачається близько 42 млрд. доларів; у тому числі для Азії — 21 млрд., Африки — 9, Північної Америки й Австралії — по 3 млрд. доларів, Європи — 1 млрд. Приблизно 100 країн, які зазнають такого впливу, є регіонами з найбільш серйозними глобальними екологічними проблемами. 81 країна з них належить до тих, що розвиваються, тобто мають ще слабкий економічний потенціал, і терплять голод, бідність, хвороби, низький рівень розвитку освіти й науки. Тут екологічні проблеми дуже тісно пов'язані з соціально-економічними й призводять до політичних збурень, революцій, воєн, що знову ж таки закінчується екологічними катастрофами.

Отже, як бачимо, такі явища, як опустелювання, деградація ґрунтів, деградація біосфери і зменшення її біорізноманіття, збільшення кількості кислотних дощів, розвиток парникового ефекту та поява озонних дірок у атмосфері, тобто глобальні негативні кліматичні й біологічні зміни розвиваються під впливом неконтрольованої, неузгодженої з Законами Життя Природи антропогенної діяльності. І чим активніша ця діяльність, тим сильніша зворотна реакція Природи, яка відплачує людям за їх бездумне втручання у віками налагоджений ритм і режим життя біосфери. Яскравим прикладом можуть бути регіони великих міст, промислових і енергетичних центрів, де за комфорт існування люди розплачуються хворобами, стресами, неповноцінними дітьми, скороченням тривалості життя. Наведемо приклади, які підтверджують це. Так, величезна кількість отруйних речовин, що накопичується навколо всіх промислових центрів та перехімізованих сільськогосподарських угідь (які поглинають мільйони тонн хімічних добрив щорічно), виноситься поверхневими і ґрунтовими водами в ріки, звідки — в моря й океани. До них додаються забруднювачі, що переносяться вітрами, нафтопродукти від аварій танкерів та від нафтопромислів. У результаті в багатьох прибережних районах Європи, Азії, Америки, Африки, навіть Австралії за останні 20 років дуже погіршилися екологічні умови, зменшилася кількість риби, молюсків, планктону, птахів, збільшилася кількість захворювань людей, почастишали явища «червоних припливів», «цвітіння» води, що приносять з собою загибель усього живого від нестачі кисню і створюють все більші «мертві зони». Одна з найбільших таких зон недавно створилася в Мексиканській затоці біля гирла р. Міссісіпі, яка несе дуже забруднені води. Площа «мертвої плями» перевищила 4000 км². Все частіше «мертві зони» утворюються в Чорному морі — в районі гирла Дністра, Дунаю, Південного Бугу, біля Одеси, Ялти, Керчі. Жителі Придніпров'я вже багато років є свідками цвітіння наших водосховищ — Київського, Канівського, Каховського.

Хижацький вилов риби у Світовому океані й внутрішніх морях протягом останніх 20 років призвів до катастрофічного зменшення рибних запасів у всьому світі, до повного зникнення деяких найбільш цінних видів риби. В прісних озерах Північної Америки і Скандинавії риба гине від підвищення кислотності води. Виміри, виконані в 1990—1991 рр. на великих площах Північної Америки і Європи, показали, що промислові і автотранспортні забруднення призвели до того, що кислотність дощової води тут часто-густо в 10 і більше разів перевищує норму. Гине не лише риба в озерах, гинуть останні острівки лісу, які людина ще не встигла знищити.

Ця проблема вже виникла у Бразилії, Китаї, Індії, Венесуелі, Замбії, в Росії й Україні.

Дуже швидкими темпами деградують ґрунти в усьому світі. Як відомо, для утворення родючого ґрунту потрібні тисячі, а то й мільйони років. А сучасна людина здатна зруйнувати ґрунт за 1—2 роки. Повсюди наступає ерозія, виснаження, засолення ґрунтів. Підраховано: щорічно з оброблюваних земель виноситься понад 25 млрд. т речовин. За глобальною оцінкою Міжнародного ґрунтового центру (Нідерланди) внаслідок антропогенної діяльності вже деградовано понад 15 % всієї світової суші. У межах цієї площі близько 6 % землі зруйновано водною ерозією, 28 % — вітровою, понад 12 % — засолено через неправильне зрошення, близько 5 % — виведено з ладу внаслідок перехімізації та фізичної деструкції (випас худоби й витоптування, зведення лісів, постійні розорювання, будівництво та ін.).

Щороку землі України втрачають близько 24 млн. тонн гумусу.

Підприємства Мінхімпрому й Міндобрив скидають у ріки й водойми України щороку близько 50 млн. тонн агресивних речовин, що містять, зокрема, фтор, фенол, формальдегід, пестициди.

Через втрату родючості ґрунтів, опустелювання територій, знищення лісів лише в Африці в 1984—85 рр. постраждали близько 30 млн. чоловік у 21 країні, а 10 млн. змушені були стати «екологічними» біженцями, змінити своє місце проживання.

Величезну тривогу в світі викликає пере забруднення шкідливими газами атмосфери, що призвело до збільшення «озонових дір» і розвитку «парникового ефекту» на планеті. Перше явище спричинило зменшення захисної дії озонового шару від сонячного ультрафіолетового опромінювання і розвитку в зв'язку з цим у людей захворювань шкіри (опіки, рак), втрати зору та ін., а друге — до потепління клімату, танення льодовиків, значного глобального підвищення рівня океану, порушення нормального функціонування й деградації екосистем.

В результаті знищення лісів у Бразилії, США, Південній Азії, Карпатах, Альпах значно почастишали катастрофічні повені на ріках, що завдає людству чимраз більших збитків. Якщо раніше такі повені й селі траплялися один раз на 50—80 років, то тепер — кожні 4—6 років.

Люди забули, що іншого джерела, окрім біосфери та її ресурсів, для підтримки існування життя на Землі, в тому числі й людини, не існує, їм лише здається, що вони існують в умовах достатньої кількості природних ресурсів. Насправді ж навіть при сучасній енергоозброєності й найпередовіших технологіях швидкість використання ресурсів набагато перевищує можливості їх відтворення.

Довкілля — природний капітал, без якого неможливий розвиток і задоволення потреб людини, створення комфортних умов для існування. Враховуючи той факт, що йде швидке скорочення всіх видів наявних ресурсів — лісів, ґрунтів, корисних копалин, чистої прісної води, повітря, риби, тварин тощо, вихід із критичної ситуації, що склалася, може бути лише один: реалізація в глобальному масштабі стратегії самообмеження, ресурсозбереження й запровадження нових технологій природокористування, які не суперечать законам нормального функціонування екосистем біосфери.

ПАМ'ЯТАЙТЕ!

Кожної години на нашій планеті:

- 1700 акрів продуктивної землі стає пустелею;
- близько 2000 дітей помирають з голоду;
- 55 чоловік отруюються й гинуть від пестицидів та інших хімічних речовин;
- 1000 чоловік вмирають від отруєння водою;
- 2000 тонн кислотних дощів випадає у Північній півкулі;
- 5 — 6 видів тваринного чи рослинного світу зникають.

Кожної хвилини:

- знищується більше 51 акра тропічних лісів;
- використовується близько 35 000 барелів нафти;
- знищується 50 тонн родючого ґрунту через неправильне його використання;
- виділяється більше 12000 тонн вуглекислого газу в атмосферу.

1.2. Еволюція відносин людини й природи

З появою на планеті Земля біологічного виду найвищої організації — людини, з її розвитком, розмноженням, міграціями, адаптацією й активізацією діяльності в біосфері почали розвиватися процеси особливого, антропогенного характеру. З самого початку поведінка людини в довкіллі стала відрізнятися від поведінки інших вищих істот особливою агресивністю і мала характер не рівноправного співмешканця середовища існування, а підкорювача, насильника, споживача, не здатного до самообмежень.

Сотні тисяч років тому, коли кількість людей на Землі була обмеженою, їхній розумовий і технічний потенціал дуже слабким, а могутність Природи незрівнянно більшою у порівнянні з людською, природне середовище практично не відчувало на собі тиску гомо сапієнса, воно легко самоочищалося і самовідновлювалося. Але минули тисячоліття, людське населення почало зростати такими темпами, досягло такої адаптації й поширення на планеті, яких не знала жодна інша популяція. Людська діяльність з часом перетворилась в могутню силу, здатну впливати на природу не лише в межах окремих районів й континентів, але й на планеті в цілому. Але свого відношення до природи, її ресурсів, людина за віки не змінила, і це призвело до виникнення глобальних екологічних кризових ситуацій.

Це проаналізовано на конкретних прикладах антропогенної діяльності відомими вітчизняними й зарубіжними фахівцями (В. Рахіліним, Л. Гумільовим, І. Кейсевичем, Р. Кейтесом, Р. Грове, К. Човдрі та ін.). У найдавніші часи — мільйони років тому (епоха палеоліту, мезоліту) — для людської спільноти було характерне пристосування до природи, велика повага до її сил і явищ, а для людської діяльності — збирання дарів природи, виготовлення примітивних знарядь праці, мисливство, рибальство. Пізніше, в неоліті (8—4 тис. років тому), започатковане примітивне землеробство, скотарство, почалося виготовлення досконаліших знарядь праці з кістки, рогу, каменю, дерева (гачки, сітки, сокири, човни, глиняний посуд), будівництво перших жител і святилищ. Основним джерелом енергії тоді була мускульна сила, вплив людини на довкілля — мінімальним і практично не позначався на функціонуванні екосистем суші, а екосистем Світового океану не торкався взагалі.

Першого удару природі людина завдала з початком інтенсивного розвитку землеробства й скотарства, особливо в період, коли площі земель для сільськогосподарських угідь люди почали готувати, випалюючи тисячі гектарів лісів (пізній неоліт). За допомогою вогню люди також полювали на диких звірів, завдаючи величезної шкоди природі. А розвиток тваринництва супроводжувався виданням і витопуванням трав'яних масивів на великих площах аж до їх повної деградації.

На початку неоліту, коли людство винайшло лук, спис та інші знаряддя ефективного вбивства, дуже швидко, можливо, за кілька тисячоліть, було знищено мамонтів та інших крупних тварин майже на всій планеті.

Історія свідчить про наявність сумної закономірності: популяційні вибухи чисельності гомо сапієнс, що мали місце періодично в зв'язку з його розселенням на планеті, як правило, супроводжувалися повним винищенням крупних рослиноїдних тварин і птахів. 40—100 тис. років тому у Євразії зникли, мамонт, лісовий слон 15 видів), бегемот, носоріг (лісовий і шерстистий), гігантський олень, гігантська лань, шаблезубий тигр, печерні лей і ведмідь, гігантський нелітаючий лебідь та ін.; в XIII—XI ст. до н.е. в Північній Америці, а в IX—V ст. — в Центральній та Південній Америці зникли гігантські лівінці (2 види), слони, гігантська

лама й броненосець, бізони, лев, печерний ведмідь, гігантські птахи (таратони, лелеки, індики), гігантські черепахи 1300—400 кг).

Настала перша глобальна екологічна криза (у зв'язку з тим, що було вичерпано джерело харчування). Але людство в неоліті освоїло землеробство й приручило тварин (почало розвиватися скотарство) й цим створило собі нову екологічну нішу. Це була неолітична революція свідомості й буття людства. У ці часи, як вважає акад. М. Мойсеев, населення земної кулі скоротилося у 8—10 разів, і після цього історія пішла шляхом швидкого розвитку сільського господарства, тваринництва, а потім — інтенсивного використання мінеральних та енергетичних ресурсів літосфери, розвитку промисловості.

З розвитком землеробства й скотарства розпочалися перші локальні й регіональні екологічні кризи, спричинені різкою зміною складу флори, фауни, ґрунтів, мікроклімату, різким зменшенням природних біологічних ресурсів. Прикладом цього можуть бути антропогенні пустелі Північної й Центральної Африки, Близького Сходу, Центральної частини Північної Америки, що виникли всього кілька тисяч років тому.

Наступний етап збільшення антропогенного тиску на довкілля приніс розвиток промисловості. Він розпочався з XV—XVIII ст., коли кількість населення перевищила 500 млн. і були досягнуті значні успіхи в розвитку будівництва, техніки, хімії, почалося вивчення й освоєння Світового океану.

Концентрація великої кількості людей у перших містах супроводжувалася активним винищенням лісів навколо них (деревина йшла на будівництво, випалювання цегли, паливо, виготовлення знарядь праці, транспортних засобів, меблів тощо), спустошенням луків, пасовиськ, виснаженням сільськогосподарських угідь. Міста перетворилися на райони екологічних напружень. Урбанізація стала негативним екологічним фактором.

З кінця XVIII і до першої половини XX ст., коли почався бурхливий розвиток фізики, хімії, техніки, були винайдені паровий двигун, електричний мотор, освоєна атомна енергія, в небо піднялись перші літаки, Європу й Північну Америку обплутали тисячі кілометрів залізниць, а кількість населення перевищила 3,5 млрд. чоловік, розвиток негативних екологічних явищ став глобальним, хоча ще й не мав кризового характеру. Основними особливостями взаємовідносин людини з природою в цей період були активне «підкорення природи», боротьба з нею, хижацьке споживання всіх її ресурсів із упевненістю, що вони невичерпні.

Друга половина XX ст., особливо останні 35—40 років — це період атомної енергії і комп'ютеризації, особливістю якого є активний розвиток другої глобальної екологічної кризи. До неї призвели суперіндустріалізація, суперхімізація, супермілітаризація, суперспоживання і, як наслідок, перевиснаження природних ресурсів і перезабруднення довкілля, початок деградації біосфери.

Важливою особливістю останнього періоду є також поява спочатку окремих вчених, а потім колективів учених і значної кількості громадських «зелених» організацій і рухів у всьому світі, які, усвідомивши значення природи для життя людини, необхідність її збереження і раціонального природокористування, виявивши тісні зв'язки між здоров'ям та добробутом людей і здоров'ям та різноманіттям природи, почали активну боротьбу за охорону й збереження довкілля. Розпочалося міжнародне співробітництво в галузі охорони його; були досягнуті важливі екологічні угоди, більшість держав прийняли важливі природоохоронні закони; широким фронтом розгорнулася екологічна освіта.

Незважаючи на певні досягнення в галузі природоохоронної діяльності в окремих країнах (Німеччина, США, Китай, Японія) і поширення серед людей занепокоєності

станом природи своїх регіонів та біосфери в цілому, ХХ ст. закінчується поглибленням глобальної екологічної кризи, надзвичайно низьким рівнем екологічної освіти й свідомості у більшості населення, подальшим нарощуванням промислових та сільськогосподарських виробничих потужностей з одночасною нещадною експлуатацією всіх видів природних ресурсів.

Нова екологічна криза в історії людства є глибшою і трагічнішою, і подолати її буде надзвичайно важко. Вона призведе до значних міграцій народів і, як вважають провідні вчені, може спровокувати війни, інші соціальні потрясіння локального, регіонального і навіть глобального масштабу. Тому залишається одне:

почавши з забезпечення високого рівня освіти народів, загальної культури, високого рівня екологічної свідомості, технологічної дисципліни виробництва і науки, поступово, але якомога швидше перейти до нового способу життя суспільства — високоінформаційного, з могутнім колективним інтелектом, здатного організувати свій стабільний розвиток у злагоді з Природою.

1.3. Надзвичайні екологічні ситуації

В історії Землі екологічні кризи неодноразово були наслідком виникнення різних надзвичайних природних ситуацій, тобто раптових швидких значних змін умов існування, різких змін фізичних, хімічних чи біологічних факторів як окремих, так і разом узятих, що викликало або погіршення стану, або загибель окремих живих істот, популяцій чи навіть цілих екосистем. Такі надзвичайні кризові ситуації називаються катастрофами.

В залежності від причин виникнення катастрофи поділяють на природні й антропогенні, а в залежності від сили заподіяної шкоди та об'єму негативних наслідків, тобто від масштабів скоєного лиха — на катастрофи локального, регіонального чи глобального значення. Як природні, так і антропогенні катастрофи, в свою чергу, поділяються в залежності від фактора-збудника на космічні, тектонічні, хімічні, фізичні та ін.

Раніше переважали катастрофи природного походження. В наш час кількість їх фактично не змінилася. Але викликане людською діяльністю значне збільшення кількості й потужності катастроф стало відігравати все значнішу роль у житті екосистем, окремих ландшафтів, регіонів, континентів і біосфери в цілому.

Природні катастрофи викликаються екзогенними й ендегенними факторами, тобто зовнішніми (космічними) або внутрішніми силами Землі, пов'язаними з процесами в земних надрах. Зовнішні й внутрішні сили тісно пов'язані між собою, розвиток одних часто стимулює появу інших. До зовнішніх сил природи, здатних викликати катастрофічні зміни в екосистемах, належать зміни магнітного, електричного та гравітаційного полів Землі, викликані явищами в космічному просторі (спалахи наднових зірок, проходження поблизу Землі великих космічних тіл), падіння на Землю великих метеоритів, урагани, повені, цунамі, сильні засухи, пожежі або страшні зливи. До них також відносять зсуви, осипи, обвали, селі. Надзвичайними екологічними ситуаціями, викликаними внутрішніми силами Землі, є виверження вулканів, землетруси, утворення в земній корі великих розломів, що супроводжуються переміщенням велетенських блоків гірських порід.

У літературі є багато описів згаданих вище грізних природних явищ: вивержень вулканів Везувія, Кракатау й Мон-Пеле; землетрусів у Сан-Франциско, Мехіко та в пустелі Гобі; ураганів і тайфунів у Японії та Центральні й Америці, торнадо в США, і ще багато-багато інших катастрофічних явищ в усьому світі.

Наслідками найбільших катастроф були регіональні або глобальні кліматичні зміни, загибель великої кількості живих істот, зміни розвитку ряду видів, популяцій і родів, мутації організмів. Палеонтологам і палеогеографам добре відомі такі «критичні епохи» в розвитку біосфери, що мали місце на початку й наприкінці палеозойської ери, на межі мезозою й кайнозою та ін.

Різкі кліматичні зміни, а також катастрофічні зміни характеру геофізичних полів на Землі можуть бути обумовлені такими грізними космічними явищами, як спалахи наднових зірок. Деякі зірки, що істотно не відрізняються зовнішніми своїми ознаками від інших, раптом спалахують і починають випромінювати світла в мільйони разів більше, ніж до спалаху. В нашій Галактиці остання така подія була зафіксована стародавніми китайськими астрономами, які описали появу в 1054 р. «зірки-гості». Вона була настільки яскравою, що її можна було спостерігати навіть удень, й була яскравішою за Венеру; поступалася світністю лише Місяцю. Через кілька місяців зірка поступово згасла. На місці «зірки-гості» сучасні астрономи спостерігають Крабовидну туманність — світну газову оболонку над нової зірки, що продовжує розширяться після спалаху з швидкістю десятків тисяч кілометрів за секунду.

Встановлено, що вибух наднової зірки супроводжується дуже великими потоками ультрафіолетового й рентгенівського випромінювання, згубним для всього живого, та космічних променів високої енергії. На щастя, спалах наднової зірки 1054 р. відбувся дуже далеко від Землі — на відстані понад 1 тис. парсеків, і це космічне явище на земне життя не вплинуло.

Російські вчені В. Красовський і Й. Шкловський підраховали, що спалахи наднових зірок у нашій Галактиці мають місце один раз на 100 років, а в околицях Сонячної системи (на відстані порядку 10 парсеків) — на 750, а може й на 200 млн. років. Отже, за час існування на Землі біосфери таке катастрофічне явище могло принаймні кілька разів впливати на неї. Такі спалахи на Землі різко підвищували радіаційний фон протягом багатьох сотень, а то й тисяч років. Це не могло не викликати серйозного біологічного, особливо генетичного впливу на живі організми і, можливо, було причиною вимирання великої кількості вищих живих організмів, тобто екологічних катастроф.

Як вважають астрономи, аналогічні явища меншого масштабу мають місце при періодичних наближеннях Землі разом із Сонячною системою до центра нашої Галактики. Земля рухається навколо центра Галактики не по колу, а по еліпсу зі значною різницею в довжині його осей. Максимальні наближення до центра Галактики, що спостерігаються приблизно раз на 250 млн. років, а також флуктуації сил гравітаційних, магнітних і електромагнітних полів у Космосі під час цього обертання викликають на Землі збурення її геофізичних полів, стимулюють розвиток вулканізму й землетрусів, рух тектонічних плит і деформації земної кори, а також періодичні зміни клімату (зледеніння й потепління), що супроводжуються екологічними катастрофами.

Менші за масштабами, але дуже впливові для біосфери Землі збурення геофізичних полів викликаються періодичними вибухами на Сонці, спалахами в його хромосфері, які є причиною появи на Землі полярних сяїв та магнітних бур.

Від далекого минулого й до наших днів на поверхні Землі періодично трапляються грандіозні катастрофи, що викликаються падінням космічних тіл (великих метеоритів, астероїдів, комет). Вченими виявлено на поверхні Землі багато слідів таких катастроф у вигляді велетенських метеоритних кратерів — воронкоподібних заглиблень діаметром у десятки, а то й сотні кілометрів. Наприклад, в Україні в Кіровоградській області поблизу с. Болтишка виявлено заповнений осадковими породами кратер діаметром 25 км — слід падіння метеорита, що сталося 100 млн. років тому. Ще більший кратер діаметром близько 100 км знайдено в Сибіру, в басейні р. Хатанги. Підраховано, що енергія цього колосального вибуху, яким уламки скель діаметром до 20 м було розкидано на відстані більше 40 км від кратера, дорівнювала енергії вибуху 120 млн. атомних бомб такої потужності, які було скинуто на Хіросіму.

Вважається, що більшість космічних тіл падала в Світовий океан, що теж викликало значні катастрофи (виникнення колосальних хвиль-цунамі, небачені по силі й тривалості зливи, сильне заповнення атмосфери й викликані цим кліматичні зміни).

Останній досить великий метеорит упав на Землю в районі Арізони (США) 50 тис. років тому; тут утворився кратер діаметром 1200 і глибиною 180 м.

Тунгуське явище 1908 р. в Сибіру (деякі астрономи вважають, що це був вибух в атмосфері ядра невеликої комети) викликало величезну пожежу й вивал лісу в тайзі (ліс було знищено на площі в сотні квадратних кілометрів). І лише безлюдність сибірської тайги уберегла від трагічних наслідків.

Інші катастрофічні події природного характеру — землетруси, виверження вулканів, тайфуни тощо мають локальний характер і вплинути на еволюцію біосфери в цілому не можуть. Урагани (тайфуни, тропічні циклони) виникають над теплими

водами Світового океану, в його тропічній зоні і найбільшій шкоди завдають таким країнам, як Бангладеш, Індонезія, Філіппіни, країнам басейну Карібського моря. За даними світової статистики, лише за 1960—1980рр. 20 ураганів у різних районах світу позбавили життя 350 тис. людей і завдали матеріальних збитків понад 5 млрд. доларів.

Велике значення має той факт, що в наш час набагато простіше удаватися до запобіжних заходів, ніж у випадку падіння космічних тіл. Цьому сприяла налагоджена служба стеження за ураганами за допомогою космічних супутників.

Практично беззахисним сьогодні людство залишається перед такими грізними явищами природи, як землетруси й виверження вулканів, точний час появи яких сучасними науково-технічними методами поки що не вдається передбачити. Ці явища супроводжуються виділенням колосальної кількості енергії. Так, сейсмічна енергія, що виділилася за кілька секунд внаслідок катастрофічного землетрусу в Перу у 1970 р., дорівнювала приблизно добовому споживанню електроенергії США — найбільшого споживача енергії в світі.

В Україні сейсмічне небезпечними районами є Карпати та Гірський Крим. Як свідчать геологічні дані, протягом останніх 20 млн. років тут неодноразово відбувалися землетруси й виверження вулканів. В останні десятиліття тут теж мали місце землетруси силою до 6—9 балів. Центральні райони України є сейсмічне спокійними, хоча інколи й сюди докочуються хвилі землетрусів з Карпат і гір Вранча (Румунія), сила яких не перевищує 3—4 балів.

У ХХ ст. виникнення великої кількості надзвичайних екологічних ситуацій спричинилося людською діяльністю й, на жаль, число їх зростає. В залежності від факторів, що призводять до розвитку антропогенних кризових екологічних явищ, їх умовно поділяють на катастрофи хімічного, фізичного, інженерно-геологічного, мілітаристичного чи комплексного характеру.

На першому місці серед них стоять катастрофи, пов'язані з військовою діяльністю, війнами, масштабними військовими вченнями та випробуваннями ядерної, хімічної та бактеріологічної зброї. Війни завжди були значним екологічним лихом, сучасні ж війни — це справжні екологічні катастрофи. На відміну від будь-яких звірів людина здатна з неймовірною жорстокістю вбивати подібних до себе. Світова термоядерна війна може в лічені хвилини знищити все людство й більшість живих істот планети. Підраховано, що накопичених ядерними державами боеголовок, кількість яких перевищує 60 тис. сумарною потужністю 20 000 мегатон, достатньо для того, щоб 70 разів підряд знищити всі великі й малі міста планети!

Війни — це не лише жадливий геноцид, але й екоцид. Прикладів цього в історії людства багато. Це войовничі походи хеттів і гунів, які жорстоко знищували разом з людьми досягнення їх цивілізацій та природу Близького Сходу й Римської імперії. Це грабіжницька й жорстока орда Чингісхана, яка під час своїх походів планомірно знищувала все (спалювала врожаї, засипала колодязі, винищувала худобу, сади, поля, сплюндрувала в Месопотамії зрошувальну систему, яка будувалася й працювала тут протягом тисяч років і була життєдайною для цілого краю, після чого родючі землі перетворилися на пустелю, землеробство в долині Тигру і Євфрату з того часу так і не змогло відновитись). Це також завойовницькі походи і «освоєння» європейцями Америки, що супроводжувалися не лише майже повсюдним винищенням місцевого населення, але й безглуздим відстрілом мільйонних стад бізонів, іншої звірини, випалюванням тисяч гектарів лісів, спустошенням земель. Це перша й друга світові війни, що завдали величезної шкоди людству й природі. Це, нарешті, війни у В'єтнамі, Кореї, Афганістані, Кувейті, Югославії, збитки від яких природі й людям обчислюються трильйонами доларів (див. розділ 4.5).

Війни — це абсолютно невиправдані економічно витрати й розтринькування величезної маси природних ресурсів, деструкція екосистем. Величезних збитків людству й природі завдають не лише війни, а й підготовка до них, утримання армій, техніки, полігонів, військових об'єктів і заводів, проведення регулярних військових маневрів. Слід сюди віднести й поховання відходів військової діяльності, у тому числі дуже небезпечних — хімічних (як приклад, можна навести Балтійське море, де під час другої світової війни союзники затопили тисячі тонн німецьких хімічних снарядів і авіабомб), радіоактивних (Атлантичний і Тихий океани, Карське море, Охотське море, де на дно було скинуто багато ядерних реакторів і контейнерів з радіоактивними відходами).

З розвитком нафтодобувної, нафтопереробної промисловості та атомної енергетики зросла кількість катастроф, пов'язаних з цими видами людської діяльності. Райони інтенсивного видобування нафти й газу (Перська та Мексиканська затоки. Північне море, Тюменський край. Каспійське море та райони менші за масштабами) сьогодні внаслідок дуже сильних забруднень практично перетворилися на зони екологічного лиха. Про наслідки аварії на Чорнобильській АЕС мова йде в розділі 4.1.2. Нагадаємо лише про важкі існуючі або потенціально можливі екологічні наслідки від атомних випробувань та поховань радіоактивних відходів, відпрацьованих частин атомних реакторів, які провели росіяни біля Нової Землі (масові отруєння риби, тюленів), англійці — біля Ірландії, французи — на атолах у Тихому океані, китайці — в пустелі Гобі, американці — в Арізоні, Атлантиці та Тихому океані.

Страшну потенційну загрозу виникнення надзвичайних екологічних ситуацій несуть всі великі нафто- й газосховища, трубопроводи, склади різних хімічних речовин (кислот, аміаку, пестицидів тощо). Людство вже відчуло на собі наслідки аварій на таких об'єктах (згадаймо трагедію індійського міста Бхопала, коли хмара отруйного газу, що вирвався з цистерни хімічного комбінату, вбила близько 2000 жителів і отруїла кілька десятків тисяч інших).

3 грудня 1984 р., вночі, коли люди спали, смертельна хмара метилізоціанату, який використовується при виготовленні пестицидів, височила з велетенської цистерни заводу компанії Юніон Карбайд і накрила місто Бхопал в Індії. Це стало однією з найбільших в історії індустріальних катастроф. 2500 чоловік померли відразу. Близько 100000 тяжко захворіли, стали інвалідами (ушкодження мозку, сліпота, стерильність).

Слід зауважити, що будь-які широкомасштабні втручання в природні екосистеми теж несуть з собою катастрофічні, згубні для них наслідки. Так, будівництво на великих ріках гребель і водосховищ кардинально змінює річковий режим, у багато разів уповільнюючи стік, перетворюючи його на озерний. Різко змінюються умови взаємозв'язку річкових і підземних вод в басейні ріки, рівневий режим та фізичні й хімічні властивості поверхневих і гідравлічно зв'язаних з ними підземних вод, розвиваються процеси евтрофікації, застою, акумуляції всіх видів забруднень, що змиваються й приносяться вітрами з басейну водозбору. Вимирають певні види водяних організмів, у тому числі риба, яка потребує міграцій вздовж русла і чистої води, гинуть заплави з найціннішими й найбагатшими екосистемами річкових басейнів. Широкомасштабне гідротехнічне будівництво у будь-якому річковому басейні практично для нього є екологічною катастрофою.

Те ж саме можна стверджувати й про широкомасштабні іригаційні роботи (осушення боліт, як у нашому Поліссі, зрошення — південь України), які призводять до повної деградації екосистем, що функціонували в цих районах тисячі років.

30 років тому поліські кооператори заготовляли 220 ц валеріанового кореню на рік, сьогодні — 4—6. Із 47 видів лікарських рослин, якими славилася Полісся тепер збирають 6—7 видів. 20 років тому на Поліссі було 80 тис. га знаменитої цілющої журавлини, нині площа ця зменшилась до 20 тис. га, а обсяг заготівель ягоди зменшився з 950 кг до 90 кг на рік. Це — один з результатів осушення поліських боліт.

Аналогічні катастрофічні екологічні ситуації викликає в природних ландшафтах будівництво великих шахт, відкритих кар'єрів, автомагістралей, потужних ЛЕП і каналів, тунелів, великих сміттєзвалищ і шламосховищ. Усе це — катастрофи локального характеру.

Нагромадивши гіркий досвід щодо наслідків катастрофічного для природи антропогенного втручання у її збалансовані віками процеси, люди повинні у своїй майбутній діяльності враховувати закони природи, чітко уявляти наслідки свого втручання у життя біосфери як на близький, так і на віддалений (щонайменше 50—100 років) період, використовуючи свій інтелект для збереження біосфери і сприяння її відтворенню.

1.4. Криза людського духу

Отже, екологічна криза є наслідком сумісної дії таких факторів, як неконтрольований демографічний вибух, виснаження природних ресурсів і активне зростання забруднень повітря, води й ґрунтів, які природа сама вже не в змозі знешкодити. Але якщо проаналізувати питання глибше, то виявиться, що є інша, серйозніша причина екологічної кризи: це занепад духовності, надзвичайно низький рівень екологічної культури у цілих народів і націй, низький рівень екологічної освіти більшості урядовців та керівників практично в усіх країнах світу, загальний спад морального рівня протягом останніх десятиліть.

Дослідження сучасних соціологів та психологів переконливо свідчать, що однією з причин розвитку глобальної екологічної кризи є зростання в другій половині ХХ ст. кризи людського духу: сплеск антисупільного егоїзму, нігілізму, локальних і регіональних збурень у суспільствах, планетарна епідемія аморальності, злочинності, алкоголізму, наркоманії і проституції, тотальної легковажності, бездумності й жадоби швидкої наживи, індивідуальна деградація в різних її проявах, зниження культурного й духовного рівня, ріст корупції, людської некомпетентності й непрофесійності при вирішенні національних і міжнародних питань тощо. У цій обстановці з'являються (і знаходять численних послідовників) різні лжепророки й «сатаністи» типу керівників сумнозвісного «Білого Братства» й японської секти «Аум синрікьо».

Про страшний занепад моралі, людського духу попереджали й видатні релігійні діячі сучасності, в тому числі папа римський Іоанн Павло II, Далай-лама, отець Олександр Мень та ін. Вони справедливо вказують, що однією з головних причин кризи людського духу є наше занурення в матеріалістичний стиль життя, поклоніння не Богу, а Мамоні, наше самовідокремлення від матері-природи, нехтування її законами.

Стає все більш зрозуміло, що ступінь розвитку цивілізації вимірюється аж ніяк не кількістю кіловат, які виробляються її енергоустановками, а низкою моральних і духовних критеріїв, мудрістю людей, що рухають вперед цю цивілізацію. Подальший прогрес людського суспільства неможливий без розвитку культури й етики, духовності й моралі. Тому кращі представники науки й культури з усіх країн світу сьогодні закликають людей повернутися до традиційних цінностей життя, вироблених людством протягом тисячоліть, цінностей, закріплених біблійними заповідями й настановами всіх релігій. Людство мусить сьогодні переглянути свої життєві принципи й цінності, знову відчути себе невід'ємною часткою природи й зрозуміти, що духовне здоров'я людини невіддільне від здоров'я природи.

Наша молодь повинна в ХХІ ст. увірватись не на ревучому й смердючому «мотоциклі прогресу», а увійти в нього шанобливо й спокійно, увійти з новим способом мислення і дій, з новим поглядом на свою роль в житті суспільства й біосфери, з бажанням зберегти, відродити й примножити життєдайні природні ресурси. Інакше може виявитися, як застерігає німецький письменник З. Ленц, що на надгробному камені над нашою цивілізацією буде написано: «Кожен хотів кращого — для себе». Наше покоління повинне залишити по собі, для своїх онуків і правнуків не мертві пустелі й отруєні хімічними та радіаційними отрутами суходоли, моря, ріки й підземні води, а квітучу Землю, наповнені багатим життям континенти й океани.

Для виконання цієї місії молоді потрібно оволодіти законами природи, які по суті є законами нашого виживання. І перш за все зрозуміти істину, яку зрозумів ще 400 років тому великий англійський філософ Френсіс Бекон: «Ми не можемо керувати природою інакше, ніж підкоряючись їй».

Корені формування уяви, що ресурси природи невичерпні, що все в ній призначене виключно для людини, яка має право панувати над усім іншим царством живого й неживого, сягають у далеку давнину. Ідея домінування над природою тисячоліттями вкоренялась у свідомості людей, тому змінити хід їхнього мислення сьогодні завдання надзвичайно складне. Проте, якщо ми хочемо вижити, це завдання неодмінно має бути виконаним у найближчі десятиліття.

Адже були регіони на Землі, де в давнину не існувало ворожого ставлення людини до природи, а навпаки, все робилося для того, щоб гармонізувати свої стосунки з нею. Як приклад, можна згадати ставлення до природи мешканців Півночі чукчів-оленьярів. Основним кормом для їхнього годувальника — північного оленя є лишайник ягель. Випасені, вибиті копитами оленів ягельники відновлюються дуже повільно — через 10 років. Враховуючи це, оленьярі кочують по тундрі зі своїми стадами строго визначеними маршрутами, повертаючись до стравленого пасовиська не раніше, ніж через 10 років. Кормові ресурси тундри слугували багатьом попереднім поколінням оленьярів і не втрачали своєї цінності. І зовсім інакше поведуться сучасні «підкорювачі природи», що прийшли в північні краї — геологи, нафтовики, військові. Їх не цікавить, що буде з цими краями завтра. Важкі трактори й всюдиходи безжалісно шматують тундру, залишаючи глибокі колії в зірваних, розтоптаних, розчавлених ягельниках. Ці колії з часом розширюються, бо в місцях зірваного рослинного покриву починає танути вічна мерзлота, утворюються термокарстові болота, руйнуються тундрові екосистеми.

Мисливські племена — чукчі, ескімоси, північноамериканські індіанці тощо — ніколи не били дичини більше, ніж це було необхідно для їхнього харчування. Ніколи рука такого мисливця не могла піднятися на самку звіра з дитям. Етнографи описали зворушливі обряди, які виконували ці племена над тушею вбитого ведмеда чи лося — люди просили вибачення у духа звіра за убивство і пояснювали йому, чому це було необхідно зробити. Та ось в північноамериканських преріях з'явилися білі колонізатори. У 1806 р., як пишуть американські дослідники Льюїс і Кларк, у преріях від Канади до Південної Дакоти паслось близько 30 млн. бізонів, і коли ці численні стада рухалися прерією, вона здавалася чорною. Білі ж зайти розпочали масову безглузду бійню. В бізонів стріляли заради шкіри, заради делікатесу — язика, а часто густо просто заради спортивного інтересу. З'явилися «чемпіони» убивства цих мирних тварин, як якийсь Буффало Білл, що застрелив їх кілька десятків тисяч. За короткий час Велика Прерія була перетворена на кладовище кістяків, в 1889 р. від 30-мільйонної популяції бізонів залишилась усього 1 тис. особин. З'явився новий бізнес — збір кісток і переробка їх на добриво. Сьогодні бізони мешкають в окремих

ізольованих заповідниках і резерваціях індіанців, зусиллями біологів і товариств охорони тварин їх чисельність удалося довести до 100 000, і вважається, що вид врятовано від остаточної загибелі.

Нині екологія має підвестися на рівень нової релігії, оскільки лише такий глибокий переворот у свідомості людей, така екоконверсія збережуть цивілізацію. Сьогодні ми не вписуємося у знівечене власними силами довкілля. Коли ми, люди, формувалися як біологічний вид, наша психіка і наш організм створювались космічними силами. Коли ж космічні вогні, шурхіт хвиль біля берега і шелест вітру в листі перестали бути невід'ємною часткою нашого буття, губляться основні риси людської особистості... Більшості людей, які ще не остаточно скам'яніли серед бетону й асфальту, тісноти й шумів штучного середовища, притаманна тяга до морських берегів, до річок і лісу — до матері-природи. Лише зрозумівши природу, людина пізнає сама себе. Етика, що бере до уваги все наше довкілля, стала екологічною необхідністю.

Відомий сучасний еколог, російський акад. М. Мойсєєв наголошує, що сучасні стереотипи поведінки й мислення людей неодмінно приведуть до катастрофи. Цей стереотип мислення й поведінки найкраще був сформульований у колишньому СРСР: «Ми не можемо чекати милостей від природи, взяти їх у неї — наше завдання!» І брали, брали силою 70 років, брали, не замислюючись про наслідки, будували «світле майбутнє», а тих, хто був незгодний з такими методами будівництва, «перевиховували».

Надзвичайно глибокі роздуми великих філософів-космістів М. Ф. Федорова, В. І. Вернадського, П. О. Флоренського про важливість гармонійного розвитку неподільної системи Космос — Земля — Людина справджується у наші дні найтрагічнішим чином.

Людина тисячі років боролася за своє існування, виживала в епідеміях, голодоморах, в п'ятнадцяти тисячах воєн, які сама ж і розв'язала, виживала й завжди вірила у краще життя. Заради цього людина розвивала науку, культуру, медицину, нові соціальні системи. І ось через свої хибні моральні принципи, духовне зубожіння, деградацію екологічної свідомості і совісті ми знову опинилися на порозі нового, чи не найжахливішого етапу виживання. Знову історія нагадала нам про нерозривні зв'язки між мораллю й соціальним розвитком, про те, що неможливо навіть найкращі соціальні ідеї впровадити в життя методом насильства, не звертаючись до розуму, совісті, внутрішньої свободи. Що духовна роз'єднаність, аморальність навіть при найвищих досягненнях науки й техніки все одно приведуть до фатального фінішу — до кризи. Що скороминущий сьогоднішній комфорт нашого життя створюється за рахунок майбутнього планети, її необоротного зубожіння.

Сурогат природних умов життя, за висловом акад. М. Гроднінського, породжує сурогат ментальності людини. Сьогодні зміст поняття екологічної моралі й етики виходить далеко за межі суто інтуїтивного характеру, охоплюючи високу компетентність у сфері передбачування екологічних наслідків нашої діяльності.

Пріоритет корисності над екологічною шкодою — це одна з найнебезпечніших наших помилок. Тому зміна пріоритетів загальнолюдських цінностей — одне з найважливіших завдань сучасності.

Наступні покоління не мають права на аморальні рішення і дії стосовно довкілля. Нагадаємо девіз організації Грінпіс: «Ми не отримали Землю в спадщину від батьків, ми взяли її в борг від наших дітей!»

1.5. Нова філософія життя

Таким чином, ясно, що стиль сучасного людського буття є хибним, і його неодмінно належить змінити, якщо ми хочемо зберегти біосферу і самим зберегтись в ній. А оскільки стиль життя визначається мораллю, якої дотримується суспільство, то настав час виробити й керуватись у своїх діях новими моральними принципами й критеріями. Тому перебудова основних засад цивілізації у XXI ст., яка відповідатиме сучасним вимогам у взаємовідносинах Природи й планетарного співтовариства людей, повинна носити значною мірою моральний характер.

Люди мають зрозуміти, що яким би не виявився варіант стратегії виживання, вони повинні взяти на себе тягар надскладних зобов'язань перед собою, перед своїми близькими, підготувати й поступово реалізувати цілу низку самообмежень. Ці необхідні обмеження, що будуть утверджуватися в нашому житті, будуть впливати на формування нового характеру майбутньої цивілізації, на структуру відносин між країнами, народами й окремими людьми. Це буде нова філософія життя, яка так глибоко відрізнятиметься від нашої сучасної філософії, як мораль первісних племен від моралі суспільства XX ст.

Підвалинами нової моралі, нової філософії життя мають бути:

- ✓ природоцентризм;
- ✓ планетарний загальнолюдський підхід до вирішення земних соціально-економічних (перш за все — енергетичних) та екологічних проблем;
- ✓ ідея універсалізму, глобальної і космічної взаємозалежності всіх процесів;
- ✓ ідея необхідності безумовної реалізації підказаних екологічними законами і досвідом попереднього розвитку самообмежень;
- ✓ ідея оптимального використання всіх ресурсів Землі на основі впровадження нових технологій і міжнародної глобальної експертної оцінки цих ресурсів;
- ✓ ідея збереження біорізноманіття.

Спеціалістами підраховано, що частка відновних джерел енергії становить всього 10 % їхньої загальної кількості, що споживається людством. Це означає, що для того, щоб при сучасному рівні технологій вписатися в природний кругообіг речовин та енергії, людство мусить зменшити свої потреби мінімум у 10 разів: тобто або в 10 разів має зменшитися кількість населення Землі, або за рахунок нових технологій у стільки ж разів треба зменшити споживання енергії на кожну людину, або ж прийняти якийсь середній варіант (50×50). З висновків тих же вчених-фахівців випливає, що у найближчі десятиліття десятикратне зменшення загального енергоспоживання за рахунок будь-яких нових науково-технічних рішень не реальне. Тому вирішення демографічної проблеми, регулювання росту населення і встановлення його загальної кількості у відповідності з можливостями біосфери є найголовнішим завданням нашого часу. Бо саме з проблемою перенаселення пов'язані всі інші екологічні проблеми — перевиснаження ресурсів, перевиробництво, перезабруднення довкілля.

Оптимальна кількість населення Землі — це така, яку можна буде без шкоди природному середовищу забезпечити енергією, достатньою для подальшого технічного прогресу у плідній співпраці з довкіллям (детальніше див. розділ 2.5.4).

Дуже важливим фактором для майбутнього суспільства має бути посилення в ньому демократичних основ, самоуправління, залучення широких мас населення для прийняття рішень з одночасною глибокою екологічною освітою суспільства. Нова філософія життя, екологічна філософія, повинна згуртувати, об'єднати не лише «зелених» усіх напрямів з усіх районів планети, а й всіх людей Землі для подолання екологічної кризи. Ця філософія повинна допомогти сформуватися новому

планетарному братству, здатному до самообмежень, самодисципліни, співпраці, взаєморозуміння і взаємодопомоги.

Програмою дій суспільства ХХІ ст. має стати програма, викладена в документах Міжнародної екологічної конференції в Ріо-де-Жанейро в 1992 р.

Підсумовуючи, можна акцентувати увагу на таких основних відмінностях старої й нової філософії життя:

Стара

Навколишнє середовище, природні ресурси безмежні, тому, вичерпавши потрібне в одному місці, можна пересуватися в інше й продовжувати споживати стільки, скільки хочеш (або можеш).

Життя людей можна зробити кращим завдяки постійному нарощуванню наших матеріальних достатків і прибутків.

Вартість будь-якого проекту визначилася сумарною вартістю матеріалів, необхідної енергії, праці, тобто на першому плані була економічна доцільність, вигода.

Природа повинна бути переможена.

Нові технології допоможуть вирішити всі наші проблеми.

Людина стала над природою, відокремилася від неї і повинна керувати природними процесами.

Відходи є неприємним, але неминучим продуктом будь-якої людської діяльності.

Нова

Визнання незаперечного факту обмеженості природних ресурсів. Рециклічність, оптимальність і найширше використання відновних ресурсів допоможе запобігти їх виснаженню.

Життєва цінність — це не проста сума наших загальних банківських рахунків.

Вартість проекту — це не просто сума вартості енергії, праці й сировини, це, в першу чергу, екологічні збитки, вартість погіршення людського здоров'я й стану екосистем.

Ми повинні знати, розуміти природні процеси й співпрацювати з Природою, враховуючи її закони.

Тільки розумне поєднання нових технологій із зусиллями кожного члена суспільства у вирішенні природоохоронних заходів допоможе вийти з глобальної екологічної кризи.

Ми — невід'ємна частка природи. Всесвіту й мусимо керуватися законами Природи, поважати всі елементи довкілля. Всі інші живі істоти — такі ж рівноправні члени біосфери, як і ми.

Відходів не повинно бути взагалі. Як і в Природі, де відходи одних організмів є ресурсами для інших організмів, тик і в людській діяльності відходи повинні органічно вписуватися в природний кругообіг речовин.

Нова філософія життя має навчити нас поважати Природу, Землю, екосистеми і поводитися в довкіллі так, щоб не перешкоджати нормальному функціонуванню біосфери, щоб життя на планеті Земля продовжувалося і розквітало.

2. СУЧАСНА НАУКА ПРО ДОВКІЛЛЯ

2.1. Структура, предмет, завдання й методи науки про довкілля

Як вже згадувалося, сучасна наука про довкілля виросла з традиційної біоекологічної, якою вважалася протягом останнього століття, в комплексну, складну, інтегровану, багатогранну науку-лідер, стала філософією виживання людства, новою екологічною філософією, її основою залишаються біогеографічні знання. Але для вивчення й осмислення всіх складових сучасних екологічних проблем, визначення їхніх прямих й зворотних зв'язків, накреслення шляхів виходу з екологічної кризи, розроблення для цього конкретних локальних, глобальних і регіональних планів та програм сучасна наука про довкілля залучає до себе знання практично всіх інших наук.

Як зазначає один з сучасних провідних екологів світу О. В. Яблоков, багато біологів ще й досі не погоджуються з цим. Але, як підкреслює він, його власний багаторічний досвід роботи в комітеті Верховної Ради колишнього СРСР, а також інших національних та міжнародних організацій з питань екології та раціонального природокористування підтверджує саме таку точку зору, якої дотримуються й автори цього підручника. Такої ж думки й інший всесвітньо відомий еколог — М. Ф. Реймерс. Наведемо як доказ визначення сучасної науки про довкілля згаданих учених.

О. В. Яблоков: «Екологія в широкому розумінні об'єднує в собі десятки наукових напрямів, хоча, на жаль, в наш час ще нема таких необхідних екологів-професіоналів широкого профілю. Ця ситуація вкрай небезпечна: вона веде до серйозних економічних втрат і соціальних збитків... Екологи вищої кваліфікації все ще роз'єднані».

М. Ф. Реймерс: «Нова екологія у своїй основі — за витоками, домінуючими методами — це біолого-соціо-географічна галузь знань, що формується. За своїм обсягом і значенням для суспільства вона вийшла за рамки материнських наук і дорівнює математиці, фізиці, хімії, класичній біології. Формування нової комплексної екології, яка включає елементи природничих, суспільних і технічних наук, ще не закінчилось».

Зауважимо, що цю думку видатний біолог висловив ще у 1989 р.

Вважаємо за необхідне також додати, що 25 років тому відомий французький вчений-еколог Р. Дажо писав: «В епоху, коли у зв'язку з надзвичайно швидким збільшенням населення на Землі природне середовище все більше змінюється, майбутнє людства може бути забезпечене лише при використанні всієї сукупності інформації, отриманої сучасною екологією... Народження і розвиток екології — науки, яка своєю появою завдячує різним дисциплінам, збігається з періодом ламання жорстоких бар'єрів між науками (друга половина ХІХ—ХХ ст.) і появою нових галузей знань, що сформувались завдяки злиттю розділених до того наук — фізики й хімії, хімії й біології...»

А ось думка видатного українського вченого-біолога, акад. К. М. Ситника: «Екологія — нещодавно одна з біологічних наук... стала міждисциплінарною наукою, проблеми якої набули глобального характеру».

А російський вчений, акад. О. Л. Яншин нещодавно сказав, що ця наука (тобто екологія) стала покаяттям людства.

25 років тому проф. В. Алпатов зауважив, що екологію рівною мірою можна віднести як до біологічної, так і до географічної галузі знань, і її слід розглядати як цілком самостійну науку, що набула фундаментальності й глобального значення.

Проаналізувавши численні вітчизняні та зарубіжні підручники, наукові праці та інші джерела, де йдеться про суть, мету, завдання, структуру та методи сучасної

екології, а також базуючись на нових, адекватних часові концептуальних положеннях цієї науки та позиціях глобалістики й універсалізму, автори дійшли висновку про необхідність такого трактування екології:

Сучасна екологія є однією з головних фундаментальних наук про взаємовідносини живої і неживої Природи, новою філософією людства, що перебуває в стадії формування й має відповідати сучасним реаліям у взаємовідносинах населення планети та Природи і завданням моральної перебудови на базі розвитку колективного інтелекту, повного взаєморозуміння, взаємодії й взаємодопомоги всіх націй у справі збереження Біосфери та стійкого розвитку. Це наука про середовище нашого існування, його живі й неживі компоненти, взаємозв'язки між ними: людиною, рослинним і тваринним світом, літосферою, гідросферою та атмосферою. Це — наука про узгодження Стратегії Природи та Стратегії Людини, що має базуватися на ідеї самообмеження, розумної коеволюції Техносфери та Біосфери.

Екологічна діяльність нині є обов'язковою складовою, а здебільшого й одним із головних елементів будь-якої сфери людської активності — промислового виробництва, енергетики, сільського та лісового господарства, транспорту, наукових досліджень, культури, релігії тощо. Усі рішення, пов'язані з використанням природних або людських ресурсів, із втручанням у процеси життєдіяльності біосфери, мають прийматися з урахуванням його найближчих і віддалених наслідків.

Об'єктами науки про довкілля або її галузевих підрозділів залежно від рівня досліджень є різні екологічні системи чи елементи екосистем планети.

Головний предмет досліджень — особливості і розвиток взаємозв'язків між живими організмами, угрупованням різних рангів, живою й неживою компонентами екосистем, а також характер впливу природних та антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому.

Основним завданням науки про довкілля є вивчення загального стану сучасної біосфери, причин його формування й особливостей розвитку під впливом природних і антропогенних факторів, або, іншими словами, вивчення закономірностей формування, існування та функціонування біологічних систем усіх рівнів у взаємозв'язку з атмосферою, гідросферою, літосферою та техносферою; прогноз динаміки стану біосфери в часі й просторі, розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й Природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення, самоочищення й саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів.

Сучасні екологічні дослідження мають бути науковою базою для розробки стратегії й тактики поведінки людства у XXI ст.

Оскільки для ефективного вирішення сучасних екологічних проблем необхідно мати фактичний і науковий матеріал геохімічного, геофізичного, біохімічного, фізичного, хімічного, економічного та іншого характеру, володіти статистичною обробкою, моделюванням, синтезом і прогнозом, сучасна наука про довкілля використовує найновіші методи та апаратуру всіх цих наук — і природничих, і соціальних.

Останнім часом в усьому світі життя примусило започаткувати найрізноманітніші напрями екологічних досліджень, метою яких є забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень екологічною інформацією з усіх сфер людської діяльності. Нині видається багато наукових праць і підручників із різних напрямів екології (переважно — галузевих). До 1995 р. сформувалося понад 90 напрямів екологічних досліджень, які

можна об'єднати за принципами галузевої належності, взаємозв'язків, взаємопідпорядкованості, пріоритетності, теоретичного та практичного значення (рис. 2).



Рис. 2. Структурна схема науки про довкілля

Найвищим за рангом узагальнюючим поняттям є сучасна наука про довкілля, екологічна філософія (всезагальна екологія) — наука про тактику й стратегію збереження та стабільного розвитку життя на Землі. Вона має узагальнювати всю екологічну інформацію, що надходить з інших підрозділів, і на основі відповідного аналізу та моделювання розвитку екологічної ситуації на планеті сприяти прийняттю науково і логічно обґрунтованих рішень щодо реалізації стратегічних планів розвитку цивілізації.

Як видно з рисунка, основними складовими сучасної науки про довкілля є екологія теоретична й прикладна. Теоретична екологія — найбільш розвинений і «найстаріший за віком» розділ, материнський субстрат екологічної науки. До неї входить ряд біоекологічних

напрямів, кожен із яких має свої галузі (в залежності від рівня досліджень — аутоекологію, демоекологію, синоекологію). Крім вказаних на рисунку, до цього розділу входять такі новітні галузі, як біоекологічний моніторинг, основи біоіндикації, теорія заповідної справи, теорія штучних екосистем, палеоекологія, радіоекологія, екологічна токсикологія, рекреація й екологія, еволюційна екологія та ін.

Прикладна екологія включає в себе три основні розділи: геоекологічний, соціоекологічний і техноекологічний, кожен із яких, у свою чергу, має десятки галузевих підрозділів. Крім вказаних, до геоекологічного напрямку (науки про охорону

й раціональне використання ресурсів неживої природи) відносять стандартизацію в галузі охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів. Ці галузі підрозділяються на вузько специфічні напрями: наприклад, екологія гідробіонтів — на екологію живих організмів океанів і морів, річок, боліт, підземних вод; екологія літосферні дослідження — на геоінформатику, екологію ґрунтів, геоаномальних зон, гірничої справи, нафто-газові екологічні дослідження, екологію й будівничу справу тощо.

Найбільшу кількість екологічних напрямів досліджень сьогодні має розділ наук про техногенні фактори забруднення довкілля (техноекологія). Кожен із напрямів має низку своїх специфічних підрозділів: так, промислово-екологічний вбирає в себе більше десяти (усі типи промисловості); енергетичний має підрозділи теплової, атомної, гідроенергетики та екології енергетики нетрадиційних видів (вітрової, сонячної, геотермальної, біоенергетики та ін.); еколого-космічні дослідження — екологія космобіонтів, екологія ближнього та зовнішнього Космосу та ін.

Дуже важливі й надзвичайно складні проблеми соціально-екологічного характеру вивчаються науковими галузями третього розділу прикладної екології, які можна об'єднати назвою «Науки про взаємозв'язки суспільства й природи». Основні напрями цього розділу мають вирішувати проблеми перебудови людської моралі й свідомості, конверсії філософії життя, переоцінки критеріїв буття; кожен з блоків науки про довкілля — своє коло специфічних питань, але всі вони тісно зв'язані між собою і кожен користується матеріалами й результатами іншого при виконанні своїх розробок, моделей і прогнозів, які стосуються природного середовища. Наприклад, акцентуючи свою увагу, як і раніше, на вивченні умов існування, розвитку й взаємозв'язків усіх живих істот між собою, в межах популяцій, біоценозів та середовищам існування, біоекологія дає необхідний матеріал для вивчення ряду питань прикладного значення (агроґрунтознавчих, біогеохімічних, медичних, біотехнологічних). У той же час для вирішення «своїх» біологічних питань вона не може обійтися без геолого-географічних матеріалів (відомостей про генезис, розвиток і особливості будови гідросфери, літосфери й атмосфери, особливостей всіх процесів, що в них відбуваються).

Вирішуючи питання охорони природи, раціонального використання природних ресурсів, соціальні (проблеми народонаселення, голоду, урбанізації, працевзабезпечення, переабруднення середовища, дехімізації сільського господарства та ін.), напрями блоків техноекології і соціоекології неминуче користуються всіма даними біоекології та геоекології. Нарешті, розробляючи закони про охорону природи, методики екологічної експертизи, виробляючи тактику й стратегію міжнародної політики, розвитку заповідної справи, освоєння Космосу чи Світового океану, користуються матеріалами досліджень всіх разом взятих екологічних підрозділів.

Звичайно, такий розподіл численних сучасних екологічних напрямів є умовним, але їх класифікація, упорядкування викликані специфікою екологічних досліджень у різних середовищах і допомагають галузевим вченим краще знайти своє місце й правильніше накреслити свої завдання у загальній системі природоохоронних програм і заходів, чіткіше визначити прямі й зворотні зв'язки між усіма природними та антропогенними процесами, які вивчаються, і які мають екологічне значення.

2.2. Основні екологічні поняття й терміни

У скороченому вигляді наведемо найголовніші екологічні поняття й терміни, якими потрібно володіти випускнику середньої школи.

Біосфера — область існування й функціонування теперішніх живих організмів і продуктів їх життєдіяльності, живих організмів минулих епох, яка починається від нижньої частини атмосфери, охоплює всю гідросферу й верхні шари літосфери. Вона є активною оболонкою Землі, в якій сукупна діяльність живих організмів проявляється як геохімічний фактор планетарного масштабу.

Біонти — організми, які в ході еволюції пристосувалися до існування в певному середовищі (біотопі).

Біосинтез — процес утворення необхідних організму речовин, який відбувається в його клітинах з участю біокаталізаторів — ферментів.

Біом — сукупність видів живого й оточуючого їх середовища, яка складає екосистему ландшафтно-географічної зони або сектора природного поясу.

Біомаса — кількість живої речовини будь-яких живих істот, виражена в одиницях маси на одиницю площі.

Біотехнології — сукупність методів і засобів отримання корисних для людини продуктів та явищ за допомогою біологічних агентів (виробництво ліків, антибіотиків, дріжджів, виведення мікроорганізмів, бактерій, які продукують білок, або газ, або тепло, тощо).

Біотоп — відносно одноманітний за абіотичними факторами середовища простір у межах водної, наземної і підземної частини біосфери, зайнятий одним біоценозом.

Біоценоз — взаємозв'язана сукупність мікроорганізмів, грибів, рослин і тварин, що населяють більш-менш однорідну ділянку суші чи водойми й характеризуються певними відносинами між собою й адаптацією з довкіллям.

Основною (елементарною) функціональною одиницею в біосфері є екосистема.

Екосистема — єдиний природний комплекс, утворений живими організмами й середовищем, в якому вони існують і де всі компоненти тісно пов'язані обміном речовин, енергії і інформації. Але, за уявленням Ю. Одума, не всяка комбінація життя — середовище — може бути екосистемою. Нею може стати лише стабільне середовище з чітким функціонуванням внутрішнього кругообігу речовин. Виділяють мікроекосистеми (пеньок з грибами, болітце), мезоекосистеми (ділянка лісу, озеро, водосховище) і макроекосистеми (континент, океан). Глобальною екосистемою є біосфера нашої планети. Часто екосистему ототожнюють з біогеоценозом. І. Дедю вважає, що категорії екосистема та біогеоценоз збігаються на рівні рослинної спільноти й принципово різняться лише вище й нижче цього рівня. Екосистема — поняття більш загальне. Компоненти біогеоценозу — біотоп і біоценоз. Біотоп — однорідний за абіотичними факторами середовища простір, зайнятий біоценозом (тобто місце життя виду організму), а біоценоз — спільнота організмів (продуцентів, консументів і редуцентів), що мешкають у межах одного біотопу. Поняття біоценоз — умовне, оскільки поза середовищем існування організми жити не можуть, але ним зручно користуватися у процесі вивчення екологічних зв'язків між організмами.

Залежно від місцевості, відношення до людської діяльності, ступеня насичення, повноцінності тощо розрізняють біоценози суші, води, природні та антропогенні, насичені й ненасичені, повночленні та неповночленні.

При вивченні екосистем беруть до уваги їх видовий чи популяційний склад і кількісне співвідношення видових популяцій; просторовий розподіл окремих елементів; сукупність усіх зв'язків, у першу чергу — ланцюгів живлення.

Екосистеми — відкриті термодинамічні функціонально цілісні системи, що існують за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та частково речовини й які саморозвиваються та саморегулюються. Основним методом вивчення екосистем є структурно-функціональний, комплексний.

Одним з важливих екологічних понять є гомеостаз.

Гомеостаз — стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи (екосистеми), що підтримується регулярним відновленням її основних елементів і речовинно-енергетичного складу, а також постійним функціональним саморегулюванням компонентів. Гомеостаз є характерним і необхідним для всіх природних систем — від атома й організму до космічних утворень.

За М. Реймерсом, елементарною екосистемою є біогеоценоз, а найбільшою екосистемою є біосфера.

Усі популяції характеризуються властивостями, завдяки яким підтримується їх чисельність на оптимальному рівні в умовах середовища, що постійно змінюються. Ці властивості й є гомеостаз.

Вид (біологічний) — сукупність організмів зі спорідненими морфологічними ознаками, які можуть схрещуватися один з одним і мають спільний генофонд. Це основна структурна одиниця в системі живих організмів. Вид підпорядкований роду, але має підвиди й популяції. Види мають морфологічні, фізіолого-біохімічні, еколого-географічні (біогеографічні) та генетичні характеристики.

Популяція — сукупність особин одного виду з однаковим генофондом, яка живе на спільній території протягом багатьох поколінь.

Природне середовище — це все живе й неживе, що оточує організми й з чим вони взаємодіють. Розрізняють повітряне, водне та ґрунтове середовище, останнім може бути й тіло іншого організму (для паразитуючих).

Екологічні фактори — всі складові (елементи) природного середовища, які впливають на існування й розвиток організмів і на які живі істоти реагують реакціями пристосування (за межами здатності пристосування настає смерть).

Раніше виділяли три групи екологічних факторів — абіотичні (неорганічні умови: хімічні й фізичні, такі, як склад повітря, води, ґрунтів, температура, світло, вологість, радіація, тиск тощо), біотичні (форми взаємодії між організмами — хазяїн — паразит) та антропогенні (форми діяльності людини). Сьогодні розрізняють десять груп екологічних факторів (загальна кількість — близько шістдесят), об'єднаних у спеціальну класифікацію: за часом — фактори часу (еволюційний, історичний, діючий), періодичності (періодичний і неперіодичний), первинні та вторинні; за походженням (космічні, абіотичні, біотичні, природноантропогенні, техногенні, антропогенні); за середовищем виникнення (атмосферні, водні, геоморфологічні, фізіологічні, генетичні, екосистемні); за характером (інформаційні, фізичні, хімічні, енергетичні, термічні, біогенні, комплексні, кліматичні); за об'єктом впливу (індивідуальні, групові, видові, соціальні); за ступенем впливу (летальні, екстремальні, обмежуючі, турбуючі, мутагенні, тератогенні); за умовами дії (залежні чи незалежні від щільності); за спектром впливу (вибіркової чи загальної дії).

Одні й ті ж екологічні фактори неоднаково впливають на організми різних видів, які живуть разом. Для деяких вони можуть бути сприятливими, для інших — ні. Важливим елементом є реакція організмів на силу впливу екологічного фактора, негативна дія якого може виникати у разі надлишку або нестачі дози. Тому є поняття *сприятлива доза*, або *зона оптимуму фактора*, й *зона песимуму* (доза фактора, за якої організми почуваються пригнічено).

Діапазон зон оптимуму й песимуму є критерієм для визначення *екологічної валентності* — здатності живого організму пристосовуватися до змін умов

середовища. Кількісно вона виражається діапазоном середовища, в межах якого вид нормально існує. Екологічна валентність різних видів відрізняється одна від одної (північний олень витримує коливання температури повітря від -55 до $25-30$ °C, а тропічні корали гинуть вже при зміні температури на $5-6$ °C).

За екологічною валентністю організми поділяють на: **стенобіонти** — з малою пристосованістю до змін середовища (орхідеї, форель, далекосхідний рябчик, глибоководні риби) та **еврибіонти** — з великою пристосованістю до змін довкілля (колорадський жук, миші, пацюки, вовки, таргани, очерет, пирій). У межах еврибіонтів і стенобіонтів залежно від конкретного фактора організми поділяють на *евритермні* та *стенотермні* (за реакцією на температуру), евригалінні й стеногалінні (за реакцією на солоність водного середовища), *еврифоти* та *стенофоти* (за реакцією на освітлення).

Слід наголосити, що в природі екологічні фактори діють комплексно. Особливо важливо пам'ятати це, оцінюючи вплив хімічних забруднювачів, коли «сумаційний» ефект (на негативну дію однієї речовини накладається негативна дія інших, до чого додається вплив стресової ситуації, шумів, різних фізичних полів — радіаційного, теплового, гравітаційного чи електромагнітного) дуже змінює умовні значення ГДК, наведені в довідниках. Це питання на сьогодні ще мало вивчене, але через актуальність і велике значення перебуває в стані активного дослідження в усіх розвинених країнах.

Важливим є також поняття **лімітуючі фактори**, тобто такі, рівень (доза) яких наближається до межі витривалості організму, концентрація якого нижча або вища оптимальної. Це поняття започатковане законами мінімуму Лібіха (1840 р.) і толерантності Шелфорда (1913 р.). Найчастіше лімітуючими факторами є температура, світло, біогенні речовини, течії та тиск у середовищі, пожежі тощо.

Найбільше поширені організми з широким діапазоном толерантності щодо всіх екологічних факторів. Найвища толерантність характерна для бактерій і синьо-зелених водоростей, які виживають у широкому діапазоні температур, радіації, солоності, рН.

Екологічні дослідження, пов'язані з вивченням впливу екологічних факторів на існування й розвиток окремих видів організмів, взаємозв'язків організму з довкіллям, є предметом науки аутоекології.

Розділ біоекології, що вивчає умови формування структури й динаміки популяцій якогось виду, називається демоекологією, а розділ, який досліджує асоціації популяцій різних видів рослин, тварин, мікроорганізмів (біоценозів), шляхи їх формування й взаємодії з довкіллям, — синекологією. У межах синекології виділяють фітоценологію, або геоботаніку (об'єкт вивчення — угруповання рослин), біоценологію (угруповання тварин).

Наступним важливим поняттям є ланцюг живлення (трофічний ланцюг) — це взаємовідносини між організмами під час перенесення енергії їжі від її джерела (зеленої рослини) через ряд організмів (шляхом поїдання) на більш високі трофічні рівні. На цьому шляху перенесення діють автотрофи — представники рослинного світу та гетеротрофи різного ступеня. Спинимося на цьому понятті детальніше.

Ланцюги живлення — це живі канали, що подають енергію нагору, а смерть і тління повертають цю енергію у ґрунт. Оскільки система незамкнена, частина енергії губиться в процесі розкладання, частина додається з повітря, частина накопичується в ґрунтах, торф'ї, довгоживучих лісах. Ця постійно діюча система є життєвим фондом, що постійно накопичується й перебуває в постійному обороті.

Швидкість і характер подачі енергії нагору залежить від складної структури спільноти рослин і тварин.

Родючість — це здатність ґрунтів отримувати, накопичувати й вивільняти енергію.

Лінії залежності, які відображають передачу енергії, що вміщує в собі їжа, від її першоджерела (рослин, продуцентів) через низку організмів, кожен з яких поїдає попереднього і поїдається наступним, називається ланцюгами живлення. Вони утворюють біотичну або екологічну піраміду. Людина — один із тисяч її щаблів, завдяки яким піраміда стає все вищою й складнішою. Найнижча сходинка — ґрунт, на неї спирається наступна — рослини. На сходинку, що представлена рослинами, спирається вища — комахи й інші безхребетні, далі — птахи й гризуни, ще вище — різні інші групи тварин. Найвищу й найвужчу сходинку становлять великі хижаки.

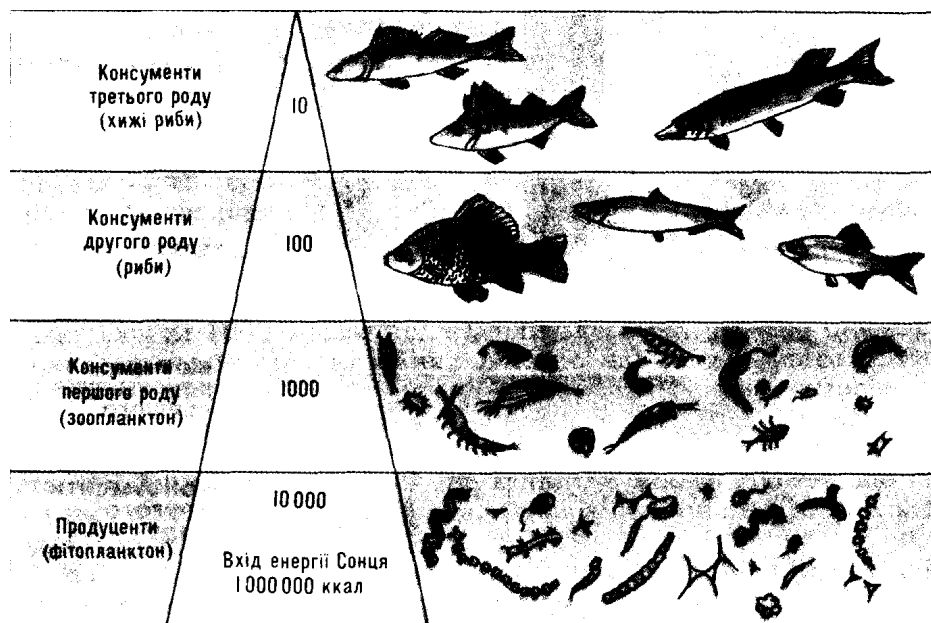


Рис. 6. Піраміда енергії

Види, що перебувають на одному щаблі, об'єднані не походженням чи зовнішньою схожістю, а типом живлення. Сходинки тісно пов'язані між собою, забезпечуючи нормальний ритм функціонування. Пірамідальна форма системи живлення відображає зростання чисельності живих істот від вершини до основи. Людина стоїть на одній з проміжних вищих сходинок разом з ведмедами, єнотами, білками, які вживають як м'ясу, так і рослинну їжу. На ранніх стадіях існування біосфери піраміда була низькою й непропорційально широкою, а ланцюги живлення — короткими й простими. З часом піраміда значно підвищилась, а ланцюги живлення стали довгими й складними. Цьому сприяла еволюція біосфери — гігантська серія повільних самоіндукованих змін від простого до складнішого функціонування життя. З появою людини ці зміни з її допомогою стали дуже швидкими, значними за масштабами і силою, коли як з вершини піраміди, так і з її проміжних сходинок та основи почали щезати цілі види, розриватися ланки зв'язку. Людина силоміць почала у надзвичайно короткі терміни змінювати піраміду для свого комфорту, по-хижацьки витрачаючи біологічний капітал. Це призвело до розростання екологічної кризи.

Слід зазначити, що у процесі кожного чергового перенесення енергії їжі з одного трофічного рівня на інший (вищий) більша частина (80—90 %) потенціальної енергії губиться й переходить у теплоту. Ланцюги живлення поділяють на два типи: ланцюги пасовиськ (від зеленої рослини до трав'яної тварини й далі — до хижаків, що поїдають рослиноїдних тварин) і детритні (ланцюги розкладу від детриту через мікроорганізми до детритофагів і їх споживачів — хижаків). Кількість ланок у трофічному ланцюзі звичайно не перевищує чотирьох-п'яти.

Останнім часом вважають, що краще вживати термін *трофічна сітка*, а не *ланцюг*, оскільки до складу їжі кожного типу входить кілька видів, кожен із яких, у свою чергу, може бути їжею для кількох видів. Ефективність трофічних ланцюгів оцінюється величиною біомаси екосистеми та її біологічною продуктивністю.

Біомаса — це загальна маса особин одного виду, груп видів чи спільноти в цілому (рослини, тварини, мікроорганізми), яка припадає на одиницю поверхні (об'єму), місце проживання (в сирому чи сухому вигляді). Виражають біомасу в кілограмах на гектар, грамах на квадратний або кубічний метр чи в джоулях (одиницях енергії).

Найбільшу біомасу на суші серед гетеротрофів мають безхребетні та ґрунтові мікроорганізми (біомаса дощових черв'яків може сягати 1000—1200 кг/га); близько 90 % біомаси біосфери припадає на біомасу наземних рослин, які за допомогою фотосинтезу — біосферного процесу — засвоюють вільну енергію та забезпечують існування всього живого. Початком біологічного кругообігу речовин є саме фотосинтез. Але механізм його залишається таємницею для вчених ще й нині. Є кілька гіпотез, що пояснюють механізм цього явища. Одна з останніх — фотовольтаїчна, яка належить Г. Комісарову.

Найбільшою є біомаса тропічних лісів (до 1700 т/га), а найменшою — тропічних і субтропічних пустель (близько 2,5 т/га). Біомаса лучних степів становить 250 ц/га (наземна), лісової смуги (Полісся) — до 3500—4000 (наземна) і 960 ц/га (підземна).

Наземні рослини за масою майже в 100 разів перевищують наземних тварин, а маса трав'янистих у стільки ж разів більша за масу хижаків.

Швидкість продукування біомаси на даній площі за одиницю часу називають біопродуктивністю. Вона може бути первинною (продуктивність продуцентів) і вторинною (біомаса, яку продукують консументи й організми, що розкладаються).

Первинна продуктивність материків становить близько 53 млрд. т органічної речовини. Світового океану — до 30 млрд. т. На суші основним джерелом первинної біомаси є тропічні ліси, ліси Полісся та Сибіру, в океані — зона підйому збагачених фосфором і азотом глибинних вод біля материків у тропіках, а також материкові мілини холодних морів.

Підраховано, що нині щорічної біомаси планети, яку збирає людство, вже недостатньо для харчування населення Землі, а вся біосфера здатна прогодувати не більше 7—10 млрд. чоловік (за іншими оцінками — 3—5 млрд.). Тому найближчим часом слід припинити збіднення біосфери та підвищити її продуктивність не менше, ніж удвоє.

Протягом останніх десятиліть дедалі частіше вживається термін *агроценоз*.

Агроценози — молоді біоценози, що формуються в наш час, характеризуються видовою бідністю та одноманітністю й підтримуються людиною завдяки розробленій нею системі агротехнічних і агрохімічних заходів. Це вторинні, видозмінені людиною біогеоценози (поля, городи, сади, підводні плантації мідій тощо).

У агроценозах регуляторні зв'язки дуже ослаблені, що призводить до різкого збільшення чисельності шкідників і збудників різних хвороб. Але агроценози дають людству до 90 % продуктів харчування.

Агроценози — результат екстенсивного розорювання земель, суперіригацій і неграмотних меліорацій, активного випасу худоби, вирубування лісів, суперхімізації земель, а також тривалого вирощування тих самих культур на одних і тих самих полях. Вони існують порівняно з природними дуже нетривалий час (зернові агроценози — рік, садові — 30—40 років) і є наслідком антропогенного обміну речовин — дуже недосконалим екологічно, незамкненим, оскільки на вході цього обміну є природні ресурси, а на виході — агрохімічні, промислові та побутові відходи, які не

повертаються на виробництво, не депонуються й не розкладаються, як це звичайно відбувається в біосфері мільйони років.

Важливим є також поняття біологічний малий і геологічний великий кругообіг речовин, а також кругообіги води, азоту, вуглекислого газу як найголовніших з екологічної точки зору компонентів атмосфери, а також кругообіги сірки, фосфору, вуглецю як найважливіших життєвих речовин біосфери.

Кругообіг речовин — це їхня багаторазова участь у природних процесах, що споконвічне відбуваються в геосферах. Велику роль у кругообігу речовин, а точніше — хімічних елементів, відіграють живі організми, на що вперше звернув увагу французький вчений Ж. Ламарк.

Дослідив це питання та сформулював основні закони біогеохімічного кругообігу В. Вернадський.

Малий, або біологічний (біотичний), кругообіг має місце в межах малих екосистем, великий (геологічний) — у межах планети, між океанами й континентами. Під час кругообігу відбувається колоподібна циркуляція речовин між повітрям, ґрунтом, водою, рослинами, тваринами та мікроорганізмами, коли мінеральні речовини, потрібні для життя, поглинаються, трансформуються, надходять із навколишнього середовища до рослинних організмів, а від них, через ланцюги живлення у вигляді органічних речовин,— до тварин, далі через ланку редуцентів — знову в навколишнє середовище (ґрунти, води, повітря) у вигляді неорганічних речовин.

Кругообіги завдяки наявності в атмосфері та гідросфері великого резервного фонду вуглецю, азоту, кисню, сірки, фосфору можуть відносно швидко саморегулюватися. Під час біологічного кругообігу відбуваються дуже характерні зміни енергії у процесі переходу з одного трофічного рівня на інший. У трофічний кругообіг екосистеми в середньому залучається близько 1 % сонячної енергії, на наступні вищі трофічні рівні з нижчих переходить лише 10 % засвоєної організмами енергії, а у вигляді тепла розсіюється в екосистемі 80—90 %. Рослини використовують сонячну енергію з ефективністю від 0,1 до 1 %. Рослиноїдні тварини споживають близько 30 % енергії, акумульованої рослинами, хижаки — до 10 % накопиченої травоядними рослинами (їх біомаси), тобто всього близько 0,001 % сонячної енергії, що надходить на Землю.

Цей факт дозволив побудувати *екологічні піраміди біомас, енергій, екосистем*.

Кожна точка на нашій планеті є часткою екосистем. Кожне наше *зітхнення*, будь-яка з'їдена їжа, кожен ковток води пов'язують нас безпосередньо з біогеохімічними циклами екосистем.

Для всіх екосистем світу характерні два основних процеси, які є загальними: поглинання сонячної енергії та її проходження через екосистему у відповідності до другого закону енергії, а також накопичення й кругообіг живлячих речовин у біогеохімічних циклах.

Біогеохімічні цикли — це біогеохімічні кругообіги — обмін речовиною й енергією між різними компонентами біосфери, який зумовлений життєдіяльністю організмів і має циклічний характер. Цей термін введений В. І. Вернадським. У природі всі згадані цикли взаємозв'язані, а деякі з них (вуглецю, кисню, водню, азоту, сірки, фосфору, калію, кальцію та ін.) є ключовими до розуміння еволюції й сучасного стану біосфери. Рушійними силами біогеохімічних циклів є потоки енергії Сонця та Космосу й енергії діяльності живої речовини (сукупності всіх організмів), які призводять до переміщення величезних мас хімічних елементів, акумулювання й перерозподілу енергії, накопиченої у процесі фотосинтезу.

Саме фотосинтез і циклічні кругообіги речовин створюють умови для організованості біосфери Землі і її нормального функціонування.

Екологічні піраміди — піраміди біомаси, чисел чи енергії, які відображають зменшення цих величин від продуцентів до редуцентів у вигляді масштабних пірамід. Тобто це — графічне зображення співвідношення між продуцентами, консументами (першого, другого, третього й т. д. порядку), вираженого в одиницях маси, числа істот чи величинах енергії.

Сукцесія — послідовна зміна біоценозів, які спадково виникають на одній і тій же території в результаті впливу природних факторів чи людини.

Результатом сукцесії є уповільнений розвиток нової спільноти — клімаксової.

Сукцесію поділяють на первинну (процес розвивається на ділянці, не займаній до того іншими живими істотами) і вторинну, коли відбувається зміна або знищення клімаксової спільноти. Фактори збурення сукцесії бувають зоогенні, пірогенні, катастрофічні, фітогенні, екзодинамічні та ін.

Зміна біоценозів в екосистемах закінчується встановленням відносно стійкого стану екосистем, що замінюють одна одну під впливом змін екологічних факторів. Цей стан називається *клімакс* (від грец. — *клімакс* — драбина).

Прогнозуючи зміни екологічних умов, можна передбачити й особливості клімактеральної фази, що важливо для аграрництва, лісівництва, садівництва.

Екополітика — сукупність методів контролю екологічних обмежень при соціально-економічному розвитку країни, регіону світу чи людства в цілому. Наприклад, введення міжнародних обмежень на випуск фреонів, знищення китів, вирубки лісів, вилов деяких видів риб та ін.

2.3. Життя екосистем

Термін екосистема у 1935 р. запропонував англійський геоботанік А. Тенслі й визначив її як сукупність спільно існуючих організмів (та умов їхнього існування), пов'язаних між собою обміном речовин, енергії та інформації. У такому вигляді це визначення в основному збереглося до нашого часу. Найпростішим можна вважати таке визначення: *екосистема* — це незалежна й динамічна біолого-фізико-хімічна система, що постійно змінюється.

Життя екосистем біологи починають вивчати з нижчих за рівнем (окремих озер, боліт, річок, невеликих лісових масивів, полів тощо), що при використанні засобів, техніки, коштів виконати значно легше, ніж для мезо- чи мегаекосистем. Підсумовуючи результати досліджень невеликих екосистем, які входять до значніших за масштабами, екологи роблять узагальнення, визначають типи й особливості їхніх взаємозв'язків, поступово вишуковують закономірності складу, розвитку й функціонування найбільшої екосистеми планети — біосфери.

Як правило, чітких, різких меж (кордонів) між екосистемами не існує, мають місце поступові переходи (наприклад, від лучних до лісових, від болотних до озерних, від середньогірських до високогірських).

Ці перехідні зони називають *екотопами*.

У межах кожної екосистеми діє більш-менш повний біологічний кругообіг речовин з участю продуцентів, консументів і редуцентів.

Екосистеми можуть бути стійкими, з характерними особливостями протягом довгого періоду, й короткочасними (тимчасові водойми). Для кожної системи характерний певний видовий склад, чисельність організмів, біомаса, відповідність певних трофічних груп, інтенсивність процесів продукування й деструкції органічних речовин.

Останнім часом у зв'язку з освоєнням Космосу почали створювати штучні екосистеми (в космічних кораблях, спеціальних лабораторіях). Усьому світові став відомий дуже цікавий і складний експеримент — створення штучної екосистеми («мікробіосфери») американцями Дж. Алленом і М.Нельсоном у 1991р. в штаті Арізона («Арізонські мильні бульбашки»).

Кожна екосистема має два головних компоненти: автотрофний — організм, що утворює своє тіло з мінеральних речовин і енергії, й гетеротрофний, який живить свій організм готовими органічними речовинами чи істотами.

Склад екосистем: 1) неорганічні речовини; 2) органічні речовини; 3) кліматичні умови; 4) продуценти-автотрофи (зелені рослини й деякі бактерії); 5) фаготрофи або гетеротрофи — тварини; 6) сапротрофи — бактерії та гриби, що руйнують, розкладаючи їх органічні речовини.

Процес розкладу дуже важливий, оскільки закінчується поверненням у кругообіг елементів мінерального живлення, а також допомагає утворенню їжі для деяких організмів у ланці живлення, утворенню біологічно активних речовин, утворенню ґрунтів із материнських порід.

Умовою існування й нормального функціонування будь-якої екосистеми є наявність усіх ланок трофічного ланцюга (тобто ланцюга живлення). В екосистемах мають місце такі явища, як *коменсалізм*, *мутуалізм* і *нейтралізм* — різні форми співіснування живих істот (симбіоз).

Розглянемо ці явища. *Коменсалізм* — коли для одного партнера співіснування є вигідним, а для іншого — нейтральним; *мутуалізм* — коли співіснування організмів є взаємовигідним; *нейтралізм* — коли співжиття організмів не дає їм ні позитивних, ні негативних наслідків.

Кожен вид в екосистемі має своє функціональне місце — екологічну нішу, де він не конкурує з іншими видами за джерело енергії. Це фізичний простір, який займають організми кожного виду, з їхньою функціональною роллю в спільноті, розміщенням по відношенню до зовнішніх екологічних факторів, характером реакції на зміни останніх та морфоструктурним пристосуванням.

Розумінню енергетичних процесів, які відбуваються в екосистемах, допомагає знання законів термодинаміки.

Усі форми енергії поділяють на дві групи: потенційну й кінетичну. *Потенційна* — це та, яка в чомусь зосереджена й може бути використана за допомогою якогось вивільнюючого фактора (наприклад, енергія, сконцентрована у вугіллі, нафті, урановій руді чи їжі, яку ми вживаємо). *Кінетична* — це енергія об'єктів, що рухаються (енергія води, що падає, вітру, що дме, енергія мускулів людини чи тварини в дії тощо).

Усі форми енергії підкоряються двом базовим законам, які називаються *законами термодинаміки*.

Перший закон термодинаміки ще називають часто законом консервації енергії. Це означає, що енергія не може бути ні народжена, ні знищена, вона може бути тільки трансформована з однієї форми в іншу. Важливо, що при цьому кількість енергії не змінюється.

В екологічних системах має місце велика кількість енергоперетворень: енергія Сонця (тепло і світло) перетворюється завдяки фотосинтезу в енергію продуцентів, енергія продуцентів — в енергію консументів різних рівнів і т. д.

Сучасне людське суспільство теж перетворює в ході своєї щоденної діяльності величезні маси однієї енергії в іншу.

Перший закон допомагає нам зрозуміти, що енергія існує в різних формах, а також те, що у всіх екосистемах ніколи не може бути більше енергії, яка виділяється, від тієї, яка надходить.

Глибокі сучасні дослідження й розрахунки показали, що кількість енергії, яка надходить, завжди дорівнює кількості енергії, що виділяється. Перший закон підказує людині, що неможливо щось зробити з нічого, а також те, що ми повинні постійно контролювати витрату нашої енергії й не витрачати її більше, ніж передбачено балансами екосистеми чи біосфери, співвідносити вартість енергії з вартістю витрачених на неї ресурсів, транспорту, процесів трансформації і пов'язаних з ними забруднень.

Другий закон термодинаміки теж має справу з енергією, але не з кількістю, а з якістю. Цей закон пояснює, що відбувається з якістю енергії, коли вона переходить з однієї форми в іншу. Другий закон стверджує, що при трансформаціях енергії вона з більш концентрованої переходить в менш концентровану, розсіюється.

Другий закон широко використовується у нашому житті. Він говорить нам, що коли ми спалюємо нафту, вугілля, газ, наше постачання висококонцентрованої енергії скорочується (вичерпуються його резерви). Він також говорить нам, що ми не можемо повторно використати цю висококонцентровану енергію, оскільки після згоряння відбувається її розсіювання через тепло і витрати в просторі. І він застерігає нас не втрачати цей дорогоцінний ресурс.

Ентропія екосистем. Космос є системою, що розкладається. Це пояснюється тим, що вся високоякісна енергія рано чи пізно перетворюється в тепло. Під час цієї конверсії матеріал теж піддається важливій зміні. Наприклад, шматок вугілля з його високоорганізованими молекулами при згорянні витрачає цю організацію, утворюється багато молекул газу двоокису вуглецю, які хаотично розсіюються в атмосфері. Тобто при згорянні вугілля утворюється безладдя. Спрощено дезорганізацію, випадковість можна назвати *ентропією*.

У Космосі ентропія переважає. Випадковість збільшується з плином часу, але всередині хаосу існують острівці порядку. Одним з найважливіших є життя. Живі системи з безладдя утворюють порядок. Наприклад, рослини, поглинаючи CO₂ в атмосфері, об'єднують його під час фотосинтезу в складні, організовані органічні з'єднання (форми) молекул.

Сонячна енергія, яку використовують рослини, щоб утворити порядок на Землі, продукується завдяки поступовій деградації, розкладу Сонця. Сонце поступово розсіюється, продукуючи енергію. Але порядку, створеному на Землі живими системами, набагато менше, ніж безладдя, створеного при розсіюванні Сонця. У балансі переважає безладдя.

Таким чином, за другим законом термодинаміки енергія розсіюється при переході з однієї форми в іншу.

Ентропія екологічна. Це необоротне розсіювання енергії екосистемами. Воно відбувається двома шляхами: звичайної втрати тепла через різницю температур між біотою, ґрунтом і навколишнім середовищем, або втрати тепла організмами і їх біоценозами в процесі дихання й бродиння у зв'язку з вивільненням енергії при екзотермічних реакціях. Неврівноважені процеси в ізольованих системах супроводжуються зростанням температури, наближаючи їх (системи) до стану рівноваги, за якої екологічна ентропія є найвищою. Термодинамічні закони регулюють життя — від найменшої бактерії до велетенського кита. Так, біомаса першого трофічного рівня майже всіх екосистем являє собою величезну масу потенційної (хімічної) енергії й ресурсний матеріал для будівництва другого трофічного рівня. Але порівняння біомас першого й другого рівнів в екосистемах показує, що вони не збігаються. Те ж саме відбувається з кількістю організмів і кількістю енергії, які завжди значно зменшуються від нижчих рівнів до вищих, від продуцентів до консументів.

Велика кількість біомаси, енергії при переході з одного трофічного рівня на інший розсіюється, витрачається на підтримку температури тіл організмів, на перетворення в CO₂; не вся біомаса нижчого рівня йде на їжу організмам вищого рівня, і не вся засвоюється організмами. Тобто згідно з другим законом термодинаміки, енергія перетворюється в тепло, яке розсіюється в докільлі і втрачається в просторі. Як вказувалося вище, за підрахунками екологів тільки 10 % біомаси одного трофічного рівня перетворюється на біомасу іншого (правило 10 %).

У попередньому розділі згадувалося про піраміди біомаси, кількості організмів і енергії. Саме ці піраміди наочно демонструють нам дію термодинамічних законів екосистеми. І найголовнішим висновком із цього є такий: втрати біомаси від одного трофічного рівня екологічної піраміди до наступного встановлюють межі довжин ланцюгів живлення. Ланцюги живлення мають, як правило, не більше чотирьох трофічних рівнів, тому що обсяг біомас на вершині трофічної структури недостатній для підтримання існування ще вищого рівня.

Найголовнішою формою функціонування екосистеми є кругообіг речовини, енергії та інформації — процес багаторазової участі речовин (біогенних і абіогенних) в явищах циклічного характеру, що відбуваються в атмосфері, гідросфері й літосфері.

Речовини, що залучаються до кругообігу, не тільки переносяться, а й трансформуються. При цьому дуже активну роль відіграють організми.

До процесів кругообігів геологічного характеру відносять випаровування, переміщення й опади, звітрювання гірських порід, обмін між глибинними й поверхневими шарами Землі, розчинення у воді різних речовин земної кори й перенесення їх в океан, відкладання та утворення осадових порід на дні. Процеси

кругообігу постійно підтримуються енергією Сонця. Кругообіг речовин між Світовим океаном і сушею називають геологічним, великим.

Малим кругообігом називають біогеоцентричний кругообіг — багаторазове циклічне, нерівномірне в часі й незамкнене обертання частини речовин, енергії і інформації в межах елементарних екосистем.

Вирізняють ще *біосферний кругообіг* речовин — безперервний планетарний закономірний, циклічний процес нерівномірного в просторі й часі перерозподілу речовини, енергії та інформації, які входять до складу екосистем. Завдяки цьому кругообігу в природі забезпечується стабільність життя й успадкованість поколінь усіх живих істот.

Найголовнішими кругообігами речовин є кругообіги води, кисню, вуглецю, натрію, фосфору.

Основними типами наземних екосистем є *біоми*, які відрізняються один від одного характером рослинності.

Виділяють такі основні типи біомів:

Пустелі. Мають два підтипи — пустелі тропіків і пустелі помірного клімату.

Луки, підтипами яких є: тропічна савана; луки помірного поясу (прерія, степ); високотравні; низькотравні; полярні (арктична й альпійська тундра).

Лиси. Включають підтипи: тропічні вологі; тропічні сухі; листяні помірного поясу й бореальний ліс або тайга.

Водні екосистеми.

Прісноводні екосистеми, серед яких розрізняють сильно зволожені землі; озера; ріки; штучні водосховища.

Солоні, або морські екосистеми, серед яких виділяють естуарії, прибережні зволожені зони, коралові рифи, океанічну міліну (шельф), континентальний схил; океанічні глибини й бентосні екосистеми, екосистеми підводних гідротерм рифтових долин.

Для кожного біома характерні певні види хребетних і безхребетних тварин, редуцентів і фотосинтезуючих видів рослин (продуцентів), які поряд із кліматичними, фізичними й хімічними факторами місцевості формують екосистему.

У кожній екосистемі мешкають місцеві види, види-мігранти, принесені види, види-індикатори, ключові види.

Кожен вид має свою нішу — мікросередовище, яке його оточує й до якого він найкраще пристосувався з точки зору фізичних, хімічних і енергетичних потреб.

Факторами, які впливають на життя екосистем, можуть бути:

1. Фізичні: діапазон температур, характер геофізичного поля, дощі, висота над поверхнею Землі, вітер, тип ґрунту, кількість світла, кількість завислого матеріалу в водних середовищах, вогонь.

2. Хімічні: солоність води, концентрація живильних речовин, розчинених у поверхневих водах та опадах, природні й штучні токсини, розчинені у воді, ступінь насиченості води киснем.

3. Природні катастрофічні: пожежі, повені, засухи, епідемії, землетруси.

4. Природні поступові: еміграція й імміграція видів, кліматичні зміни, пристосування й еволюція видів, евтрофікація водойм, сукцесія.

5. Антропогенні, сільськогосподарські та промислові: винищення лісів, зарегулювання річкового стоку, меліоративні роботи, виснаження й ерозія ґрунтів, перехімізація ґрунтів, знищення хижаків, забруднення всіх типів вод, забруднення повітря.

6. Антропогенні соціально-економічні: значний вилов риби, браконьєрство, надінтенсивний туризм, розведення екзотичних, чужих місцевості видів, несумісна рекреаційна діяльність, пожежі, інфекції від домашніх тварин і рослин.

Дослідженнями українських вчених М. Голубця і Й. Царика (1991) встановлені такі важливі особливості екосистем: кожна жива система є саморегульованою, має свою програму розвитку й здатна фіксувати в пам'яті всі позитивні й негативні зовнішні впливи на стан її функціонування та розвитку. Система може вибирати таку форму реакції на зовнішні впливи («збурення»), яка забезпечує їй найефективніший варіант захисту від «збурювальної» дії екологічного фактора.

Саморегуляція екосистем відбувається завдяки стабільності й стійкості.

Стабільність екосистеми — це закладена в її генетичній програмі здатність протягом усього періоду існування реалізувати в мінливих умовах зовнішнього середовища свою життєву програму розвитку. Стабільність — це сума різноманітних стійкостей у часі.

Стійкість живої системи — це її здатність завдяки внутрішнім механізмам захисту протистояти зовнішнім негативним впливам і адаптуватися до них без істотних змін.

Стабільність і стійкість — два різні, але тісно пов'язані між собою поняття: це узагальнена властивість живої системи, що нормально функціонує у конкретних умовах, і окрема властивість живої системи, яка характеризує її здатність протистояти дії негативних екологічних факторів.

Слід відрізнити стабільність від біотичної інтеграції. Остання відрізняється тим, що система в такому стані не може довго існувати.

2.4. Основні екологічні закони

Згідно з новими екологічними довідниками існує близько 40 різних екологічних законів, більшість яких має біоекологічний характер. Це — правила природноісторичного характеру (внутрішньо стійкі зв'язки природних явищ і процесів), які не мають виключень і не припускають альтернативних тлумачень. Прийнято вважати, що в біології закони — це середньостатистичні прояви якихось причинно-зумовлених явищ і не адекватні законам фізики, математики чи хімії.

Потрібно наголосити, що всі без виключення закони важливі, вони детально описані в сучасних екологічних і біологічних довідниках. Але ми вважаємо за необхідне навести лише кілька з них для прикладу.

Закон біогенної міграції атомів (Вернадського): міграція хімічних елементів на земній поверхні і в біосфері в цілому відбувається або за безпосередньої участі живої речовини, або в середовищі, геохімічні особливості якого (O_2 , CO_2 , H_2 та ін.) зумовлені живою речовиною — і тією, що існує сьогодні, і тією, що діяла на Землі за всю її геологічну історію.

Закон 10% — середньомаксимальний перехід з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший, який складає приблизно 10 % енергії і, як правило, не призводить до негативних для екосистем наслідків.

Закон константності (Вернадського) — кількість живої речовини біосфери (для одного геологічного періоду) є константа.

Закон необоротності (Долло) — організм (популяція, вид) не може повернутися до попереднього стану, вже здійсненого в ряду його предків.

Закон 1% — зміна енергетики природної системи в межах 1 %, як правило, не виводить природну систему із врівноваженого стану.

Закон толерантності (Шелфорда) — лімітуючим фактором процвітання організму (виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічного фактора, діапазон між якими визначає величину витривалості — толерантності організму.

Американський еколог Баррі Коммонер у 1974 р. вдало узагальнив екологічні закони, звівши їх до чотирьох:

- 1) «все пов'язане з усім»;
- 2) «все повинне кудись дітися» (закон збереження енергії);
- 3) «природа знає краще»;
- 4) «ніщо не дається задарма» (за всі втручання в природні процеси ми змушені будемо розплачуватися).

Слід згадати також важливі екологічні закони, сформульовані в працях відомого американського еколога Д. Чіраса у 1991—1993 рр. Він підкреслює, що Природа існує вічно (з точки зору людини) й опирається деградації завдяки дії чотирьох екологічних законів:

- 1) рециклічності або повторного багаторазового використання найважливіших речовин;
- 2) постійного відновлення ресурсів;
- 3) консервативного споживання (коли живі істоти споживають лише те й у такій кількості, що їм необхідно);
- 4) популяційного контролю (природа не допускає «вибухового» росту популяцій, регулюючи кількісний склад того чи іншого виду шляхом створення відповідних умов для його існування й розмноження).

Найважливішим завданням екології Д. Чірас вважає вивчення структури та функцій екосистем, їх врівноваженості, або неуврівноваженості, тобто причин стабільності й розбалансування екосистем.

2.5. Методи вивчення характеру й обсягів антропогенних забруднень та екологічний моніторинг

В залежності від типу антропогенних забруднень (тверді, рідкі чи газові викиди, фізичні поля, шум тощо) існують численні методи вивчення хімічного й фізичного стану повітряного чи водного середовища, ґрунтів чи живої речовини. Це сучасні методи й устаткування, які використовуються в хімічних, фізичних, біологічних, геолого-географічних науках при дослідженнях як в лабораторіях, так і в польових умовах. Обробка, систематизація й частковий аналіз результатів комплексних досліджень виконуються з використанням сучасних ЕОМ. Складання різного типу екологічних карт виконується також за допомогою сучасної комп'ютерної техніки.

Будь-які дослідження починаються з польових обстежень об'єкту (ділянки, райони, регіони), визначення його природних умов у минулому, а також сучасної техногенної ситуації (кількості й характеру промислових об'єктів, густоти населення та особливостей його розселення, особливостей розвитку сільського господарства, транспорту, військової справи), визначення основних об'єктів-забруднювачів довкілля. Для цього використовуються фондові й літературні геолого-географічні та біологічні матеріали, польові маршрутні обстеження, дані СЕС району (регіону), а також товариств з охорони природи.

Наступним етапом є розробка (згідно з поставленим завданням і масштабами робіт) програми детальних комплексних екологічних обстежень, контрольних чи режимних спостережень за станом довкілля, відбір зразків води, повітря, ґрунтів, рослинності для контрольних чи масових хімічних аналізів, виконання польових і лабораторних досліджень з метою виявлення якості й кількості токсикантів в елементах біосфери, з'ясування шляхів (напрямів) і швидкостей їхньої міграції. Суттєве значення при цьому має проведення дистанційної геолого-географічної аерокосмічної зйомки району ч и регіону, геофізичних наземних робіт.

Третім етапом є складання комплексу екологічних карт і прогноз динаміки екологічного стану на близьку й далеку перспективу.

Важливим моментом при цьому є моделювання екологічних ситуацій при різних сценаріях розвитку антропогенних забруднень для вибору оптимального варіанта характеру взаємовідносин людини і природи.

На карти наноситься інформація: розташування джерел забруднення довкілля, ареали розсіювання шкідливих речовин, найменування й концентрація останніх, ступінь шкоди здоров'ю людей та економічних втрат (окремо від кожного токсиканта), екологічної витривалості території та ін.

При аналізі матеріалів досліджень хімічного, фізичного та біологічного характеру користуються класифікаціями забруднень навколишнього середовища, таблицями гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднювачів води, повітря, ґрунтів чи продуктів харчування, екологічними довідниками, посібниками для розрахунків ступеня забруднення води, повітря чи харчів (типу СН 76/87) тощо.

Забруднення довкілля класифікується фахівцями на основі різних принципів, але в загальному його можна об'єднати в такі групи:

- 1) механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- 2) матеріальні, енергетичні (як і 1) за типом походження);
- 3) стійкі, середньотривалі, нестійкі (за часом взаємодії з довкіллям);
- 4) прямого й непрямого впливів на біоту;
- 5) навмисні, аварійні, аварійно випадкові.

Людство продукує (з викидом в довкілля) близько 20 000 шкідливих речовин, але тільки майже на 2000 з них вироблені норми вмісту в довкіллі, або так звані ГДК:

близько 700 для атмосфери, близько 1200 — для природних вод і близько 200 — для ґрунтів.

Треба зазначити, що поки промисловість, транспорт, аграрництво перейдуть на технології й устаткування, які зведуть до нуля викиди в довкілля шкідливих речовин, доти найефективнішим способом стримування потоку забруднень залишиться жорстке нормування кількості викиданих у повітря, води, землі токсикантів, найсуворіший контроль за всіма типами викидів та суворе покарання екологічних злочинців.

Встановлення ГДК шкідливих речовин у різних середовищах як основи нормування — дуже складне і відповідальне завдання. Останнім часом стало відомо, що визначення ГДК окремо взятого забруднювача, особливо, коли його концентрації близькі до умовної норми або дещо перевищують її, не дає об'єктивного уявлення про його можливу шкоду для здоров'я. Чимдалі більше накопичується даних про те, як близька до норми концентрація кількох шкідливих речовин (кожної окремо), скупившись в середовищі, стає небезпечною. Це так званий ефект підсумовування негативного впливу, або ефект синергізму. Виявлено, наприклад, що підсилюють шкідливий вплив на здоров'я людей не тільки окремі хімічні елементи чи сполуки, коли вони містяться разом у воді, їжі, повітрі, а й коли поєднуються дії пестицидів та радіації, радіації і шумів тощо. Крім того, великий вплив має рухливість хімічних елементів у середовищі, їхня активність, здатність вступати в сполуки, засвоюватись організмами і виводитися з них чи бути пасивними. Дія сірчистого газу підсилюється дією діоксиду азоту, фенолу, парів сірчаної кислоти.

ГДК — це максимальна концентрація якоїсь речовини в повітрі, воді, їжі, яка не шкодить здоров'ю людини, не знижує її самопочуття й працездатності. Визначають його за допомогою високочутливих тестів, експериментів у лабораторіях і лікарнях, за даними тривалих спостережень за здоров'ям людей на шкідливих виробництвах, на основі аналізів наслідків аварій на хімічних заводах, шахтах та ін., за даними експериментів на тваринах, епідеміологічних досліджень. При цьому до певного порогу впливу додають коефіцієнт запасу, щоб знизити дію токсиканта ще в кілька разів.

Виражається ГДК в концентраціях шкідливих речовин в повітрі — у $\text{мг}/\text{м}^3$, воді — $\text{мг}/\text{л}$, в ґрунті та продуктах харчування — $\text{мг}/\text{кг}$.

Виділяють максимальні разові та середньодобові ГДК (перші не повинні шкодити протягом 20 хв., другі — при необмежене довгому вдиханні (споживанні)). Приклад значень деяких ГДК: у повітрі сірчистого газу повинно бути не більше $0,05 \text{ мг}/\text{м}^3$ (середньодобова), або $0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$ (максимальна разова), сірководню — не більше $0,008 \text{ мг}/\text{м}^3$, парів ртуті або свинцю — не більше $0,0003 \text{ мг}/\text{м}^3$, оксидів азоту — $0,04 \text{ мг}/\text{м}^3$, аміаку — $0,004 \text{ мг}/\text{м}^3$, сажі — $0,05 \text{ мг}/\text{м}^3$; у воді — цинку, кобальту, заліза — не більше $1,0 \text{ мг}/\text{л}$, хрому, міді, свинцю, нікелю, вольфраму, молібдену — не більше $0,1 \text{ мг}/\text{л}$, ртуті — $0,005 \text{ мг}/\text{л}$.

За підрахунками спеціалістів, якщо не вжити термінових заходів щодо зменшення забруднень довкілля, то через 50 років, з врахуванням зростання виробництва, вміст оксиду заліза в ґрунтах і водах планети подвоїться, сполук цинку й свинцю зросте в 10 разів, ртуті, кадмію, стронцію — у 100 разів, миш'яку — в 250 разів.

Визначені також допустимі норми для шумів, вібрацій, радіаційного опромінення, магнітного та гравітаційного поля та ін. Ці норми є в найновіших довідниках (екологічних, фізичних, медичних). Рекомендовані шуми в приміщеннях — 30—50 дБ, лабораторіях — 50—65 дБ. Больовий поріг — 120—130 дБ.

Увійшли в ужиток ще такі поняття, як гранично допустимі викиди (ГДВ), гранично допустимі навантаження (ГДН), санітарно-захисні зони (СЗЗ), загальне техногенне екологічне навантаження (ЗТЕН), екологічна витривалість (ЕВ), гранично допустима доза (ГДД), гранично допустимий скид (ГДС), гранично допустимий рівень (ГДР) та ін.

Для визначення ГДК і вище згаданих характеристик екологічних умов територій чи акваторій відома методика розрахунків концентрацій шкідливих речовин у повітрі, воді, продуктах харчування, затверджені спеціальними документами, держстандартами. При цьому користуються досить складними багатокомпонентними формулами.

З метою зменшення забруднень довкілля промисловими газо-димовими та рідкими викидами, побутовими стоками розроблені численні методи їх очищення: механічні, фізично-механічні, хімічні, біологічні.

Механічні — сухе пиловловлювання за допомогою циклонних сепараторів і різних фільтрів (механічних, електричних, тканинних, керамічних, пластмасових), мокре пиловловлювання за допомогою зрошувальних пристроїв, скрубєрів, барботажних і пінних апаратів.

Фізико-хімічні — різні адсорбційні методи.

Хімічні — хемосорбція, каталітичне окиснення, термічне окиснення, спалювання, розклад речовин. З усіх точок зору спалювання найбільш економічно й екологічно не вигідне, хоча й є найпростішим методом.

Для стічних вод використовують такі механічні методи очищення, як відстоювання, спливання, флотація, фільтрування. З хімічних методів — екстракція, адсорбція, електроліз, іонообмін, озонування, нагрівання. Аеробні та анаеробні методи очищення стоків належать до біохімічних.

У перспективі розвиток промисловості піде шляхом поступового переходу на безвідхідне виробництво, але це — далека перспектива.

Економічні збитки від промислових викидів та економічна ефективність ресурсозберігаючих та природоохоронних заходів оцінюються згідно з тимчасоводіючими методиками.

Останніми роками у зв'язку з великим зростанням негативного впливу на довкілля людської діяльності виникла потреба у періодичних і безперервних довгострокових спостереженнях, оцінці стану й контролю природного середовища як навколо окремих об'єктів-забруднювачів, так і в межах районів, регіонів, а також всієї планети. Склалася ціла система таких досліджень і заходів, яку назвали *екологічний моніторинг* природного середовища.

Основною метою моніторингу є об'єктивна оцінка стану довкілля, його складових у межах досліджуваних територій; розробка оперативних і довгострокових прогнозів, нових нормативів, розмірів штрафів підприємств за шкоду довкіллю, покарань; розробка конкретних природоохоронних заходів, проведення екологічних експертиз, вироблення рекомендацій для прийняття відповідальними особами рішень щодо поліпшення екологічних ситуацій.

Глобальна система моніторингу була створена під егідою ООН в 1975 р. Сьогодні під *моніторингом* (лат. монітор — попереджуючий, застерігаючий) розуміють систему спостережень, оцінки й контролю стану навколишнього середовища з метою розробки заходів для його охорони, раціонального використання природних ресурсів і попередження про критичні ситуації, небезпечні для життя людей та біосфери, а також прогнозу масштабів можливих змін.

Організація, накопичення, обробка й розповсюдження даних моніторингу повинні забезпечити потрібну інформацію для вирішення управлінських завдань на різних рівнях — від окремого об'єкту (хімічного заводу, тваринницького комплексу,

аеродрому тощо) до великого регіону чи всієї планети. Треба пам'ятати, що всі три рівні тісно пов'язані між собою.

Важливо відмітити, що дані екологічного моніторингу тільки тоді стають ефективним знаряддям охорони довкілля, коли вони доступні найширшим масам населення через усі засоби інформації (це показує досвід Німеччини, США, Швеції, Норвегії та інших країн). Вони допомагають активістам-природоохоронникам в створенні зацікавлених громадських груп, які шляхом тиску на органи управління добиваються прийняття відповідних рішень, допомагають формуванню екологічного мислення. Проста ж фіксація даних екологічного моніторингу лише сприяє подальшій деградації довкілля, про що яскраво свідчить досвід розвитку господарювання в Україні останніх десятиріч. Потрібно домогтися того, щоб дані моніторингу допомагали шукати шляхи оптимізації взаємовідносин людей і природи. На локальному рівні — це стеження за конкретними об'єктами, контроль за ними, за складом забруднень, за звалищами, зберіганням міндобрих і отрутохімікатів, таємними скидами стічних вод тощо. На регіональному рівні (басейни крупних річок, водосховищ або економічних районів) — це виявлення шляхів міграції забруднюючих речовин й головних забруднювачів довкілля в регіоні, вибір постійних станцій спостережень і визначення найголовніших екологічних завдань.

На глобальному рівні моніторингу виконуються головним чином спостереження за озоновим шаром атмосфери, гідросферою планети (особливо Світовим океаном). Станції спостереження розміщуються в екологічно чистих пунктах.

Спостереження за станом довкілля можуть бути наземні, з літаків, із супутників та космічних кораблів. Вони також розрізняються за характером завдань і можуть бути хімічними, фізичними, кліматичними, геологічними, географічними, біологічними, медичними та іншими, з використанням різноманітних методів.

Сьогодні виконуються всі види екологічного моніторингу на всіх рівнях в усьому світі. Міжнародне співробітництво допомагає виконувати глобальний космічний моніторинг. Дані моніторингу обробляються в спеціальних міжнародних центрах на найсучасніших ЕОМ.

З 1991 р. в межах України виконується програма системного екомоніторингу України (СЕМ «Україна»), в якій беруть участь близько 30 різних організацій нашої держави, в тому числі інститути Національної Академії наук України, Міністерство екологічної безпеки, Міністерство охорони здоров'я та ін.

2.6. Основні принципи економіки природокористування

Під *природокористуванням* в наш час розуміють сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу й заходів збереження останнього. Сюди входять: видобування та переробка природних ресурсів і їх відновлення; використання й охорона природних умов життя; збереження та відновлення, раціональні зміни екологічного балансу природних систем. Узагальнюючи, можна сказати, що природокористування — це сукупність дій людства на географічну оболонку Землі.

Як сфера знань природокористування включає в себе елементи природних, суспільних і технічних наук.

Природокористування може бути раціональним і нераціональним. *Раціональне* — це високоефективне, розумне господарювання, яке не призводить до різких змін природно-ресурсного потенціалу і підтримує та підвищує продуктивність природних комплексів або окремих об'єктів, їх красу. *Нераціональне* — це таке, в результаті якого природа втрачає здатність до самовідновлення, саморегулювання й самоочищення, порушується рівновага біологічних систем, вичерпуються мінеральні ресурси, погіршується виконання рекреаційних, оздоровчих та естетичних функцій природних об'єктів. Нераціональне використання може бути як навмисне, так і випадкове чи супутнє.

Кожна країна визначає свої норми природокористування в межах своєї території. Але в останні роки у зв'язку зі збільшенням транскордонних перенесень різних забруднень, а також таких національних видів діяльності, які шкодять всій планеті (вирубка великих площ лісів, випробування ядерної зброї, розширення атомної енергетики тощо) дедалі більше уваги приділяється підписанню міжнародних угод про методи й норми природокористування. Яскравим прикладом цього може бути пакет міжнародних природоохоронних документів, прийнятих на форумі в Ріо-де-Жанейро в 1992 р.

Людство вступило в такий етап екологічного розвитку, коли економічний ефект визнається реальним лише з урахуванням екологічних наслідків і обмежень.

Дуже прикро, але в нашій молодій державі на тлі економічної кризи, важких проблем продовольчого й житлового забезпечення, суперінфляції, розгулу злочинності, дефіциту товарів проблема комплексного й кардинального екологічного оздоровлення постійно відкладається, не вирішується проблема раціонального природокористування, а кількість аварійних ситуацій збільшується.

Як вже відмічалось в попередніх розділах, незважаючи на складність ситуації, проблема виходу з екологічної кризи у нас залишається першочерговою.

Досвід розвинених країн світу показав, що могутність держави визначається перш за все високим рівнем культури і технологій, в тому числі — культури природокористування. Цей же досвід, а також досвід вітчизняного господарювання переконують, що рухатися далі шляхом старого економічного розвитку неможливо, потрібна нова концепція природокористування. Головний екологічний ресурс сучасності полягає в зміні системи цінностей і засобів освоєння світу, в зміні загальнолюдського світогляду. Економічні критерії прогресу тепер повинні оцінюватися тільки з огляду їхнього впливу на «якість життя» і збереження біосфери, розвиток духовності людини. Економіка товарів поступово повинна замінюватися економікою інформації, а принципи природокористування в XXI ст. набувати нових особливостей:

Підхід до вивчення будь-якого природного об'єкту чи процесу має бути універсальним, цілісним, в основі якого лежить ідея єдності світу, тісних

взаємозв'язків всіх явищ і процесів у природі, невідворотність розплати за будь-які втручання в довкілля.

Будь-яка людська діяльність повинна супроводжуватися думкою, що людина — частка природи, елемент її, який своїм функціонуванням не має права порушувати гармонію життєвих процесів біосфери; тільки їй належить вирішити проблему самовизначення й пріоритету людських цінностей, використавши для цього могутній колективний інтелект і піднявши рівень духовності.

Моделювання стратегії еколого-економічного розвитку націй і людства в цілому повинно йти шляхом поліваріантного прогнозу.

Ці прогнози мають передбачити кілька співвідношень наслідків розвитку нашої цивілізації: які прогнозуються і які проектується; які прогнозуються, але не проектується; які не проектується і не прогнозуються. І чим демократичніше, цивілізованіше буде суспільство, тим більше гарантій вибору соціально-економічних і науково-технічних рішень з наслідками, які прогнозуються і проектується.

4. Нова цивілізація в процесі свого розвитку повинна виробити принципіально іншу матеріальну основу — спрямування суспільно-виробничої технології формування природно діючих систем, які здатні здійснювати еквівалентний обмін речовини і енергії між суспільством і довкіллям.

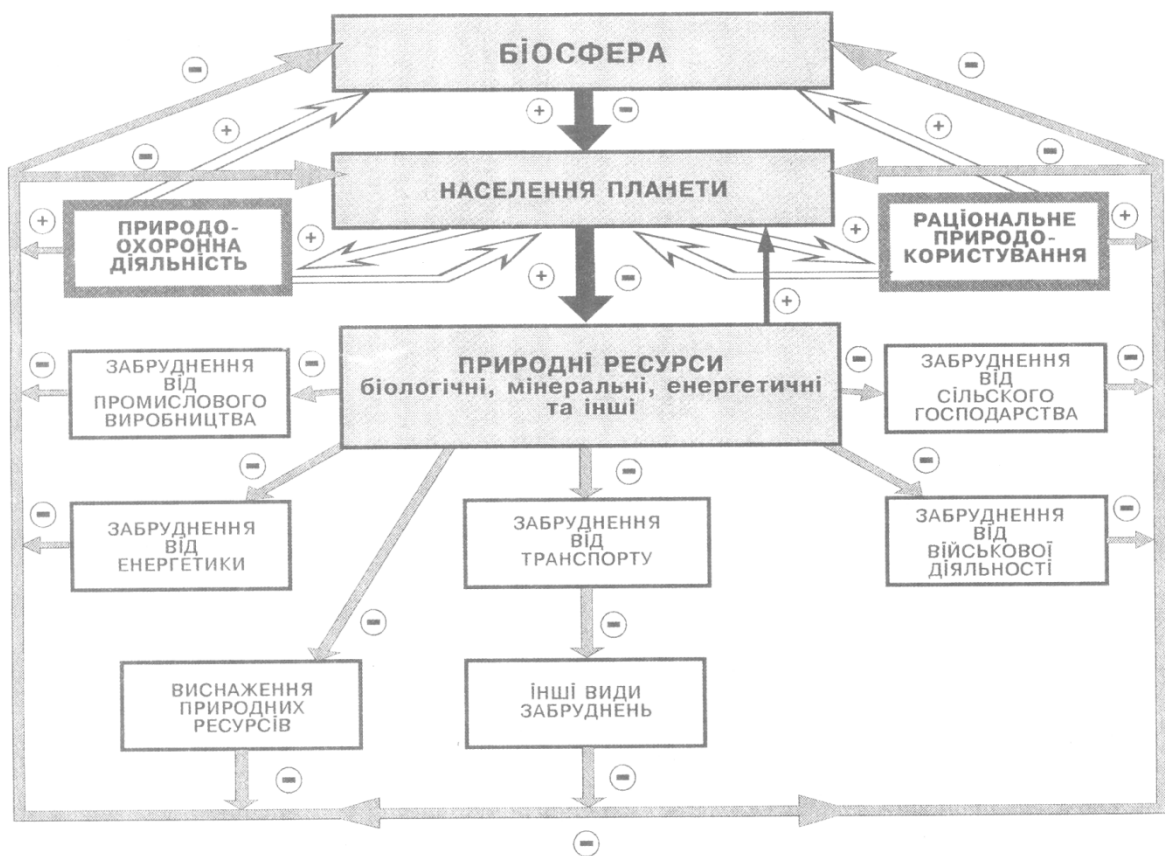


Рис. 12. Зв'язки людства і довкілля:
(+) — з позитивними наслідками; (—) — з негативними

2.7. Основи економіки природокористування

Економіка природокористування — новий розділ екології, в якому вивчаються питання економічної оцінки природних ресурсів, негативний вплив забруднення природного середовища, процеси та явища суспільного життя, викликані нестачею природних ресурсів, величезним зростанням виробництва й забрудненням всіх сфер Землі. Як і в інших науках, базою економіки природокористування є знання основних екологічних законів, законів розвитку природи й суспільства.

Економіка природокористування вивчає характер співвідношення позитивних і негативних змін природних умов, рівні використання суспільством природного середовища в зв'язку з виробничими відносинами між людьми за даними конкретних економічних наук, а також геології, біології, ґрунтознавства, лісівництва, демографії, метеорології, гідрології та інших наук. Як самостійна наука економіка природокористування сформувалася в 60—70-ті роки ХХ ст.

У процесі розвитку суспільства постійно виникають суперечності між зростаючими потребами людей і обмеженими можливостями біосфери. Враховувати й оцінити їх має економіка природокористування, оперуючи переважно такою складовою природного середовища, як природні ресурси — елементи й сили природи, які людина може використати й використовує для своїх життєвих потреб.

При вивченні природних ресурсів з цієї точки зору слід урахувати такі їх основні особливості. Головними природними ресурсами є земля як просторова основа життя, виробництва, й в першу чергу — родючі землі, повітря, моря, океани, річки, озера та підземні води, рослини й тварини, корисні копалини (енергетично-мінеральна та будівельна сировина).

Нині вважається, що всі природні ресурси вичерпні, різняться лише час їх вичерпання. Умовно невичерпними можна вважати енергію сонця, вітру, морів і океанів, геотермальну. Природні ресурси поділяють на невідновні, частково відновні й умовно відновні. До частково відновних належать ліси, ґрунти, вода, деякі види тваринного й рослинного світу.

Ресурси розрізняють також за їхньою взаємозамінністю. До тих, що можуть замінятися, належать різні види енергії, палива, сировини (чорні метали, алюміній, будівельні матеріали тощо). Практично незамінними є повітря та вода.

При визначенні запасів ресурсів води, корисних копалин користуються поняттям *ступінь вивченості* та *ступінь розвіданості* ресурсів. Так, вітчизняні геологи розрізняють чотири ступені вивченості ресурсів корисних копалин: А — родовища детально розвіданих і вивчених ресурсів, які можна передавати в експлуатацію; В — попередньо розвідані ресурси з приблизно визначеними межами поширення родовищ; С₁ — слабо розвідані та вивчені родовища; С₂ — перспективні райони розвитку родовищ корисних копалин, виділені на основі наукових прогнозів.

В інших країнах користуються дещо іншими класифікаціями природних ресурсів, але вони близькі за змістом до наведеної.

Розвиваючись, людство наростаючими темпами збільшувало кількість і обсяги споживання усіх видів природних ресурсів. Зростання за останні 150 років майже в 130 разів лише промислового виробництва зумовило небачений рівень споживання всіх видів природних ресурсів. Так, США, колишній СРСР, а також країни Західної Європи майже повністю вичерпали таку сировину, як вугілля, сіль, поліметали, марганець, залізні руди, ліс. Подальший неконтрольований, некерований розвиток людської діяльності може мати катастрофічні наслідки для життя всієї планети. Тому головним завданням економіки природокористування є вивчення найкращих варіантів адаптації глобальної соціально-економічної системи до змін, що відбуваються в біосфері,

визначення оптимальних антропогенних навантажень на природне середовище з використанням усіх можливих економічних стимулів. Ця наука має розробити основні принципи дії цих стимулів.

Для розвитку економіки будь-якої країни важливі три основних фактори:

- 1) головний — трудові ресурси (населення);
- 2) засоби виробництва (знаряддя праці сільського господарства, транспорту, будівництва, технології тощо);
- 3) природні ресурси. Ці фактори завжди використовуються суспільством комплексно: раніше майже безконтрольно, нині — дедалі упорядкованіше, з урахуванням майбутнього впливу на природу.

Одним із принципових моментів при вирішенні завдань економіки природокористування є необхідність застосування інтегрованого підходу до збереження й раціонального використання природних ресурсів, тобто ресурси мають розглядатися як єдине ціле в умовах багатостороннього впливу на них людини.

Реальні потреби в природних ресурсах необхідно визначати з урахуванням взаємозаміни факторів виробництва, а оцінювати їх й одержувати з них продукцію слід як єдиний комплекс, як цілісну природно-продуктову систему. Для цього потрібно для кожного природного ресурсу чи групи ресурсів побудувати природно-продуктовий ланцюг, який з'єднує первинні природні фактори з кінцевою продукцією.

Вдосконалення природокористування — міжгалузєва проблема, при вирішенні якої мають враховуватися можливості навіть далеких від природи галузей (наприклад, кібернетики), визначатися альтернативні варіанти й передбачатися досягнення ефекту протягом тривалого періоду.

Існують три шляхи соціально-економічного зростання: 1) нарощування маси тих же ресурсів, що застосовуються в процесі відтворення, без зміни ефективності їх використання; 2) нарощування маси тих же ресурсів одночасно з підвищенням ефективності їх використання; 3) підвищення ефективності використання всіх видів ресурсів без нарощування їх виробництва.

Найкращим, звичайно, є третій шлях — шлях інтенсивного зростання. Перший — класично екстенсивний, найбільш згубний для природи. Нині переважає другий шлях, перехідний, при якому шкода, заподіяна природі, обчислюється мільярдами карбованців. Повний перехід на інтенсивний шлях розвитку потребує докорінних змін в економічному механізмі, запровадження прогресивних відносин на конкурентній основі з обов'язковим урахуванням природоємності. А ці зміни можливі лише за умови масових зрушень у свідомості людей.

Основними питаннями, які розглядає сучасна економіка природокористування (власне, основними розділами цієї дисципліни), є такі:

- ✓ особливості (характер, територіальне розміщення, обсяги, запаси, вартість, господарське значення, техніка добування та відновлення) всіх типів природних ресурсів — земельних, лісових, водних, повітряних, мінеральних, паливно-енергетичних, їх еколого-економічна оцінка й охорона;
- ✓ охорона довкілля та всі види транспорту;
- ✓ охорона природного середовища під час видобування та транспортування паливно-енергетичних ресурсів;
- ✓ охорона середовища у процесі виробництва конструкційних матеріалів та будівництва;
- ✓ охорона середовища та металургійна промисловість;
- ✓ ресурсозбереження (економічні та соціальні фактори) — альтернативні види енергетики;
- ✓ економічне стимулювання природоохоронної діяльності;

- ✓ науково-технічний прогрес як основа раціонального природокористування; основи екологічного нормування (водопостачання, водовідведення, паливно-енергетичних і повітряних ресурсів);
- ✓ відходи виробництва; вторинна сировина; кадастр вторинних матеріальних ресурсів;
- ✓ управління та контроль за природокористуванням та охороною природного середовища (органи управління, правова основа, закони про охорону природних ресурсів, екологічна експертиза);
- ✓ розміщення виробництва з урахуванням екологічних вимог, територіальні промислові комплекси, проблеми й перспективи;
- ✓ урбанізація, народонаселення та продовольство, глобальні екологічні прогнози.

Нині суспільство й навколишнє середовище слід розглядати як складну соціально-еколого-економічну систему. Донедавна економічну ефективність нової технології, проекту чи заходу визначали тільки за тим, дешевше чи дорожче порівняно з іншими технологіями, проектами буде коштувати (з урахуванням витрат на додаткову продукцію та транспортного чи господарського ефекту без визначення шкоди, заподіяної природі на далеку перспективу). Сучасний підхід з урахуванням екологічних наслідків має обов'язково включати розрахунок показників шкоди, заподіяної забрудненням чи негативними змінами природного середовища.

Розрізняють кілька видів шкоди: економічна (збитки від зниження врожайності через погане хазяйнування; втрати, спричинені смертністю та непрацездатністю людей на шкідливих виробництвах, недосконалими технологіями); соціальна (збитки, зумовлені міграцією населення через погіршення стану природного середовища, війни чи національні конфлікти та втрати рекреаційних зон); втрати через падіння престижності певних професій і згортання галузей виробництва.

Рівноваги між інтересами виробництва та станом природи можна певною мірою досягти за допомогою екологічних витрат, до яких належать кошти для проведення заходів, що запобігають негативним екологічним змінам довкілля (очищення газовикидів у повітря, промислових та побутових стоків, створення санітарно-захисних зон, екологічна паспортизація об'єктів, захоронення, збирання, транспортування та спалювання (переробка) відходів, захист від шуму, вібрації, негативного впливу потужних фізичних полів (радіаційного, гравітаційного, електричного, магнітного), а також витрати на ліквідацію негативних екологічних змін природного середовища (компенсації за витрати земель, лісів, рекреаційних зон, здоров'я людей, спеціальне медичне обслуговування, затрати на евакуацію, дезактивацію уражених зон тощо).

Рівень екологічних порушень, який відповідає мінімуму сумарних екологічних витрат, називають *еколого-економічним стимулом природного середовища*. Його можна досягти, обираючи природоохоронні заходи, вартість яких набагато менша порівняно з економічними збитками, яких вдалося запобігти з їх допомогою.

Різниця між розрахунковими величинами збитків до здійснення природоохоронних заходів і залишковим збитком після їх здійснення є відвернутим економічним збитком.

Наведемо кілька узагальнюючих положень та цікавих прикладів, які ілюструють значення питань раціонального природокористування й ресурсозбереження для досягнення успіху в гармонізації взаємовідносин людського суспільства та довкілля, максимального збереження природи.

Одним з основних факторів виходу з глобальної екологічної кризи є якомога ширше та швидше впровадження найновіших технологій різних виробництв, перш за все — найсучасніших технологічних процесів у базових галузях виробництва (чорна та кольорова металургія, газо- та нафтовидобувна промисловість, транспортування

сировини, обробка найважливіших матеріалів, виробництво енергії). Впровадження таких технологій є показом зміни ставлення людини до природи через зменшення витрат сировини (тобто потреб у природних ресурсах) і енерговитрат, підвищення якості виробництва й зменшення його вартості. Характер технології — один з найважливіших показників ступеня використання людством наукових досягнень.

Як відомо, незважаючи на наявність у колишньому СРСР, і зокрема в Україні, багатьох дуже значних досягнень і винаходів у галузі новітніх технологій, через відомі всім недалекоглядність і недбале ставлення адміністративно-командної системи до науково-технологічного прогресу, винахідництва й раціоналізаторства, ефективність наших виробництв порівняно з такими ж у передових країнах світу була дуже низькою. Проведена в 1989 р. вибіркова експертиза будівництва з кошторисною вартістю понад 200 млн. крб. свідчить, що навіть тоді на 90 % фабрик і заводів, які зводилися, планувалося впровадити технології й устаткування двадцятирічної давності.

У колишньому СРСР випускалася майже третина світової наукової продукції, але у виробництво впроваджувалося лише близько 40 % розробок. Протягом останніх десятиріч значно знизився престиж наукової праці, близько 90 % молодих науковців незадоволені змістом та оцінкою своєї праці. З цієї причини тисячі найталановитіших із них почали шукати кращої долі за кордоном.

На розвитку найновіших технологій негативно позначилося також те, що в нас десятиріччями недооцінювали роль фундаментальних досліджень і своєчасної оперативної науково-технічної інформації. Зростання обсягу виробництва в десять разів потребує збільшення обсягу знань у 100 разів, і саме фундаментальні дослідження визначають перспективи розвитку науки й техніки на 10—20 років уперед і є основою науково-технічного прогресу.

Загальновідомим є величезне значення обчислювальної техніки в систематизації, моделюванні, аналізі

та синтезі різних явищ і процесів. Але через згадані причини в 1989 р. обсяг виробництва комп'ютерів у СРСР становив менше 1 % від американського, а їхній технічний рівень відставав на десять років. Сьогодні за обсягом випуску, якістю та можливостями персональних комп'ютерів ми залишилися далеко позаду не лише США та Японії, а й Індії, Бразилії, КНР і Південної Кореї.

Низька якість продукції негативно впливає на всі виробництва, оскільки багато десятиріч на перше місце ставилася лише кількість. Наведені факти безпосередньо стосуються екології. Якнайшвидше впровадження нових ефективних технологій у всі сфери виробництва нашої держави — дуже важливий екологічний захід.

Наведемо приклади впливу нових технологій на вирішення проблем ресурсозбереження та раціонального природокористування, підвищення економічного стану країни, зменшення негативного впливу на довкілля. Впровадження конверторного та електродугового способів виплавки сталі знижує витрати енергії на 27 %, підвищуючи продуктивність виробництва порівняно з мартенівським у два-три рази. Економлять до 15—20 % металу установки для безперервного розливу сталі. Перехід на метод безперервного розливу скоротить видобування залізної руди, коксу та виплавку сталі на десятки мільйонів тонн. Підвищують продуктивність праці порівняно з традиційними металорізальними у вісім-десять разів електроімпульсні та електроіскрові способи обробки матеріалів. Споживає менше електроенергії установка для ультразвукової обробки деталей, що використовує явище авторезонансу, при цьому якість і швидкість її роботи набагато більші.

Винахід учених Харківського фізико-технічного інституту — спосіб покриття металорізальних інструментів за допомогою іонного бомбардування титаном —

допоміг збільшити стійкість інструментів у десять разів, продовжити термін їх роботи, знизити споживання енергії на 30 %, підвищити якість обробки.

Ультразвуковий портативний прилад «Зонд-3», створений в Івано-Франківському інституті нафти й газу, дозволяє прохідникам успішніше долати дуже великі утруднення, що виникають при бурінні, заощаджувати час, кошти, енергію.

Перекачування нафти трубопроводами дає економію в два-три рази й екологічно значно безпечніша, ніж інші види транспортування.

Використання газу замість нафтопродуктів у автотранспорті могло б заощаджувати щороку до 10 млн. т моторного палива (тобто близько 20 млн. т нафти). При цьому чистіше стало б повітря, оскільки токсичність відпрацьованих газів у двачотири рази менша, ніж бензину чи мазуту.

Світове визнання здобула електрошлакова технологія лиття сталі, розроблена українськими вченими. У разі використання одержується продукція найвищої якості, на кожній тонні готових виробів економиться до 2,3 т металу, набагато покращуються умови праці, собівартість знижується в п'ять-шість разів.

Значний комплексний ефект дало б також широке використання нових способів зварювання, розроблених також в НАН України, електрошлакового, дифузійного, електронно-променевого та шляхом вибуху.

Старі технології різних виробництв орієнтовані не на утилізацію, а на скидання відходів у відвали. Із величезного обсягу щорічно піднятих із земних глибин гірських порід ми використовуємо на виробництво готової продукції менше 5 %, решта марнується. Нині у відвалах накопичено десятки мільярдів тонн гірських порід, вони займають сотні тисяч гектарів землі, забруднюють довкілля. На утримання відвалів і звалищ витрачається до 20—25 % вартості виробництва продукції.

Підрахунки академіків В. Ласкоріна та М. Мельникова показали, що за рахунок комплексного використання сировини, яка видобувається, індустрія колишнього СРСР могла б одержувати на 25—30 % більше основної продукції, а допоміжна коштувала б (разом з витратами на рекультивацию) в два-чотири рази дешевше. З технічних причин ми втрачаємо нині третину добутої енергії.

За рахунок використання закуплених вітчизняних ліцензій на нові технології розливки сталі, сухого гасіння коксу, утилізації тепла відпрацьованих газів доменних печей у чорній металургії в Японії енерговитрати на 20—30 % нижчі, ніж у нас.

Цікавим є ще й такий факт. Нині в Німеччині з металобрухту виплавляється близько 75 % сталі, а найближчим часом в усіх країнах Спільного ринку планується в такий спосіб переробляти весь металобрухт, оскільки тонна сталі з нього в сім-двадцять разів дешевша за одержану з первинної сировини — залізної руди.

Якщо різко скоротити виробництво первинної сталі (а воно переважно зосереджене в Україні й 70—80 % її використовується в добувній та переробній промисловості), то певні відомства втратять щорічно мільярди карбованців.

Металобрухту нині в Україні — кілька мільярдів тонн, цього вистачило б на роботу підприємств чорної металургії на десятки років. Екологічний і економічний ефект від цього був би дуже значний.

У перспективі ефективним було б широке впровадження нових мембранних технологій водоочищення.

Нарешті, надзвичайно важливим є використання енергозберігаючих заходів, які вже сьогодні могли б допомогти вдвоє скоротити виробництво первинних енергетичних ресурсів — вугілля, нафти, газу, урану. Адже нині, за підрахунками наших вчених, використовується лише близько 20 % енергії, що міститься в енергетичних ресурсах, які ми видобуваємо, а втрачаємо 80 %.

Ще й досі вихід продукції із заготовленої в нас сировини становить близько однієї третини (з трьох знижених дерев використовується лише одне).

Якщо втрати мінеральних добрив, що йдуть на село, зменшити лише на 1 %, економія становитиме до 270 тис. т щорічно (а це додатково — понад 1 млн. т зерна за рахунок вилучених коштів). Економія 1 % енергоресурсів забезпечить народне господарство енергією для виплавки сталі в електродугових печах протягом десяти місяців, вироблення целюлози, паперу, картону — протягом року, міський електротранспорт працюватиме два роки. Майже 80 % відходів теплоенергетичної, гірничої, металургійної, коксохімічної промисловості можна використовувати як будівельні матеріали та для інших потреб.

Застосування вторинних ресурсів у народному господарстві дає прибуток у мільярди карбованців, але якщо в Японії нині переробляються майже 70 % відходів, у нас — не більше 5 %.

Слід зауважити, що найчистішими технологічними процесами є ті, що виконуються рослинними й тваринними організмами. Тому біотехнології є одними з найперспективніших для одержання корисних речовин і елементів, очищення вод, газорозподілу, переробки відходів, добування енергії (тепла), білкових речовин, ліків тощо.

2.8. Новітні галузі екології

Бурхливий розвиток екологічної кризи в усіх регіонах нашої планети змусив перейти до активних дій задля врятування біосфери та генофонду людства науковців усіх спеціалізацій, мобілізувати весь розумовий потенціал людства, залучити до вирішення цієї гострої загальнолюдської проблеми найновіші методи досліджень усіх наук, визначити шлях більш детального й поглибленого вивчення всіх складових проблем, об'єднати для цього зусилля й кошти не лише в межах окремих націй, держав, а й усього світу.

Величезним є значення стабільності взаємозв'язків, які налагоджувалися між усіма компонентами екосистем біосфери протягом тисячоліть, воно виявилось й головним фактором їхнього саморегулювання та самовідновлення. Коли це стало відомим не лише окремим фахівцям-науковцям, а й широкій громадськості, виникли й активно розвиваються нові напрями наукових екологічних досліджень.

Результати цих досліджень вкрай необхідні для всебічного, глибокого аналізу причин, напрямів, перспектив і швидкості розвитку екологічної катастрофи, визначення шляхів її відвернення, гальмування й подолання.

Ці напрями визначалися в міру того, як ставали відомими нові факти негативного антропогенного впливу на природне середовище. Про деякі з них — природні та штучно викликані пожежі, вирубка лісів, розорювання степів, масове знищення окремих видів рослин та тварин — знали з давніх-давен, про інші (необґрунтована науково меліорація, перехімізація сільськогосподарських угідь) довідалися пізніше. А такі факти, як кислотні дощі, розростання міст до багатомільйонних мегаполісів, непередбачені негативні наслідки «атомізації» енергетики, небезпека від зростаючого забруднення Космосу й, нарешті, страшні екологічні

наслідки мілітаристської діяльності, стали відомими зовсім недавно.

Виникла потреба детального вивчення цих факторів, їх ролі та місця серед інших причин погіршення екологічної ситуації в регіонах і на планеті в цілому.

Визначилися нові напрями досліджень, нові елементи структури екологічних знань: урбоекологія, мілітаристична екологія, екологія Космосу, радіоекологія, правова та політична екологія (національна й міжнародна екополітика), екологічний менеджмент та маркетинг, теорія штучних екосистем, екологічна токсикологія, основи біоіндикації, теорія заповідної справи.

Цікавими й перспективними є нові екологічні галузі в геоекологічних науках: геоекоекоінформатика, екологія і туризм, екологія геоаномальних зон, дистанційний (аерокосмічний) геоекомоніторинг. Розвиваються нові форми екологічного картування (складання ландшафтно-екологічних, різних медико-екологічних, радіоекологічних карт).

Дуже важливими напрямами є стандартизація в галузі охорони довкілля й раціонального природокористування, а також екологічні технології утилізації відходів.

2.9. Правові основи природокористування

Сьогодні, коли людина завдає дедалі більшої шкоди природному середовищу, коли екологічні катастрофи різного масштабу завдають людству значних економічних втрат, виникла потреба їх оцінювати не лише для визначення обсягів шкоди та покарання винних, відшкодування збитків, завданих природі, а й для прогнозування ситуації, оптимізації втручань у природні процеси та коригування законів про охорону природи. Настав час, коли людина зрозуміла: якщо не буде досягнуто збалансованості подальшого розвитку нашої цивілізації та гармонізації взаємовідносин людства й природи, катастрофа глобального масштабу неминуча.

Правовою основою охорони природи є закон регіонального (внутрішньодержавного) та міжнародного значення. В цих законах наведено обов'язкові для всіх громадян вимоги, спрямовані на забезпечення нормальних умов функціонування екосистем біосфери та раціональне використання людиною природних ресурсів. Виконання цих законів забезпечується різними методами: від виховних (особливо для дітей) і просвітницьких (лекції, плакати, популярна література) до штрафів, адміністративних і кримінальних покарань правопорушників. Слід наголосити, що в колишньому СРСР важливих природоохоронних законів було прийнято багато, але більшість їх не виконувалася, що й призвело до того сумного становища в природі, яке ми маємо сьогодні. Виснажуючи природу України, центральні та республіканські відомства не дбали про її відновлення, й навіть ті невеликі кошти, які асигнувалися на природоохоронні заходи, з року в рік не використовувались.

Загострення екологічної кризи в Україні, яка дуже сильно постраждала від нераціонального, незбалансованого господарювання, перевищення природних ресурсів, милітаризації та аварії на Чорнобильській АЕС, змусило Верховну Раду й уряд України прийняти термінові рішення щодо впровадження заходів економічного, науково-технічного, інформаційного, організаційного та правового характеру, спрямованих на подолання кризової екологічної ситуації і збалансування (оптимізації) взаємовідносин людини й природи. У 1991 р. Верховна Рада України прийняла Закон про охорону навколишнього природного середовища, в 1993 р. окремі його положення було уточнено й деталізовано.

Цілий ряд постанов і нормативно-правових рішень прийнято місцевими Радами народних депутатів, якими, зокрема, встановлено обсяги платежів і штрафів за забруднення навколишнього середовища підприємствами, організаціями, кооперативами та окремими громадянами.

Цілий ряд законів і нормативних актів, спрямованих на охорону природи і раціональне використання природних ресурсів, були прийняті і регіональними міжнародними організаціями, такими, як СНД, ООН, Європейське Економічне Співтовариство (ЄЕС), Організація країн-експортерів нафти (ОПЕК) та ін. Зокрема, слід згадати такі міжнародно-правові акти ООН, прийняті більшістю країн світу, як Декларація та Програма Дій Людства у XXI ст., прийнята на міжнародному екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., Конвенція з морського права (1984 р.), Монреальський протокол щодо обмеження використання речовин, що руйнують озоновий шар Землі (1987 р.) та ін.

На державному й міждержавних рівнях створено ряд організацій, зобов'язаних слідкувати за виконанням цих законів і проводити моніторинг природного середовища й окремих його компонентів. В Україні контроль за станом природного середовища й виконання природоохоронних актів здійснюють Міністерство охорони природи,

Міністерство охорони здоров'я, Комітет із гідрометеорології, система Державних санітарно-епідеміологічних станцій та ін.

Зростання масштабів антропогенної діяльності викликало необхідність запровадження особливого виду правової діяльності — проведення *екологічної експертизи, оцінки* впливу екологічно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище. В Україні така експертиза проводиться при вирішенні питань про будівництво екологічно небезпечних об'єктів, розробці проектів реконструкції (розширення, технічного переозброєння) підприємств та інших об'єктів, що можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища, режим використання природних ресурсів, здоров'я та життя людей, а також матеріалів на створення нової техніки, технології, матеріалів, речовин і продукції, в тому числі й тих, що закуповуються за кордоном.

Обов'язковому аналізу й оцінці повинні підлягати матеріали, пов'язані з розміщенням особливо небезпечних видів господарської та іншої діяльності. Це об'єкти атомної промисловості й енергетики, біохімічного, біотехнічного й фармацевтичного виробництва, нафтохімії, нафтопереробки, хімічної промисловості, металургії, целюлозно-паперової промисловості та об'єкти, пов'язані з обробкою, транспортуванням, зберіганням і похованням небезпечних промислових відходів (особливо радіоактивних), виробництвом і застосуванням мінеральних добрив, пестицидів, вибухових речовин, ракетного палива тощо. Сюди ж відносять і види науково-дослідної діяльності, в процесі якої використовуються у великих кількостях токсичні речовини, природні й створені методами генної інженерії та селекції організми, особливо бактерії та віруси.

Очевидно, що сьогодні такий перелік недостатній, тому органам, на які покладено здійснення екологічної експертизи, надаються відповідні повноваження щодо поповнення й затвердження такого переліку.

Дедалі зміцнюється співробітництво між країнами світу в галузі охорони природного середовища. У 1989 р. було опубліковано документ «Правові принципи охорони навколишнього середовища й стійкого розвитку», підготовлений спеціальною Комісією міжнародної групи експертів-юристів за завданням ООН. Він є зведенням правових принципів охорони довкілля й стійкого розвитку. Найважливішими положеннями цього документа є:

1. Усі люди мають основне право на навколишнє середовище, сприятливе для їх здоров'я й благополуччя.

2. Держави оберігають і використовують навколишнє середовище й природні ресурси в інтересах сучасного та майбутніх поколінь.

3. Держави підтримують екосистеми та екологічні процеси, необхідні для функціонування біосфери, оберігають біологічне розмаїття й дотримуються принципів збереження максимальної стійкості продуктивності в ході використання живих природних ресурсів та екосистем.

4. Держави встановлюють відповідні норми охорони навколишнього середовища, здійснюють моніторинг змін якості цього середовища, а також публікують усі дані щодо цього.

5. Держави проводять попередні екологічні оцінки або вимагають їх виконання в зв'язку з запропонованими видами діяльності, які можуть значною мірою вплинути на навколишнє середовище чи використання природних ресурсів.

6. Держави своєчасно інформують усіх осіб, яких може значною мірою торкнутися запланована діяльність, надають їм доступ до інформації і забезпечують відповідну процедуру в адміністративних і судових справах.

7. Держави забезпечують умови, за яких збереження природного середовища розглядається як невід'ємна частина планування та здійснення діяльності в галузі розвитку, і надають допомогу іншим державам, особливо тим, що розвиваються, для підтримки діяльності для охорони довкілля та стійкого розвитку.

8. Держави виявляють добру волю в стосунках з іншими державами з метою здійснення зазначених прав і обов'язків.

У цьому документі наведено також права й обов'язки щодо природних ресурсів і екологічних порушень (розумне й рівноправне використання, попередження та пом'якшення наслідків, суворя відповідальність, недопущення дискримінації, спільний обов'язок співробітництва в галузі транскордонних екологічних проблем, обмін інформацією, екстремальні ситуації та ін.), а також щодо відповідальності держав і мирного врегулювання конфліктів.

3. ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1. Основні риси екологічної системи «Земля»

Космонавт Юрій Гагарін, що першим із людей побачив рідну планету з висоти космічної орбіти, не міг стримати свого захвату, вигукнувши: «Яка прекрасна наша Земля!» Окутана тонким блакитним серпанком атмосфери, як коштовний діамант, сяє вона на фоні чорного вакууму Космосу. Ось там, біля полюсу, видно білі крижані поля, ось за ілюмінатором космічного корабля пропливають вершини Гімалаїв, потім потяглись нескінченні океанічні простори, вкриті білими спіралями циклонів. Ось корабель перетнув межу дня і ночі — термінатор — і все вкрила оксамитова чорнота. Та за хвилину очі пілота призвичаїлись до темряви, і він бачить далеко внизу палахкотіння тропічної грози, а потім, як жар перегорілого багаття, скупчення вогнів великого міста. І знову корабель наближається до термінатора, спалахує райдужна смуга атмосфери, з-за Землі виринає кошлате сліпуче Сонце...

Перші люди, що побували в Космосі, розповідають про те особливе, ні з чим незрівнянне почуття, що виникає при спостереженні нашої Землі здаля. Ось що каже американський астронавт Джім Ірвінг, що побував на Місяці: «Глянувши вниз, я побачив свої сліди на місячному пилу, а ось коли задер голову вгору, то побачив Землю. Вона виявилась зовсім маленькою.

Коли відлітали від Землі, вона ставала все меншою: величиною з баскетбольний м'яч, потім — з бейсбольний, потім — як м'яч для гри в гольф... Вигляд рідної планети вразив нас. Вона була схожа на різдвяну іграшку, підвішену в Космосі. Така незахищена — здавалось, досить лише доторкнутись — і вона розсиплеться».

Земля — унікальна планета Сонячної системи, й унікальність її полягає перш за все в тому, що на ній існує життя. Поки що ні на знімках інших планет, що передали наші космічні станції, ні в пробах місячного чи марсіанського ґрунту жодних ознак органічного життя не виявлено. Дуже вірогідно, що його там нема. На самій же Землі життя існує завдяки поєднанню кількох сприятливих астрономічних факторів. Серед них — це велика маса Землі (6×10^{21} т), достатня для утримання навколо себе захисного шару атмосфери, досить сильного магнітного поля, що захищає земних жителів від згубної дії космічної радіації, наявність великої кількості води, життєво необхідної для життя тощо. Чи не найбільш дивує й орбіта Землі. Американський вчений М. Харт підрахував, що якби відстань між Землею й Сонцем була лише на 5 % меншою, або на 1 % більшою, життя на ній було б неможливим — у першому разі на планеті було б надто жарко (як на Венері), в другому — надто холодно, й Земля постійно перебувала в умовах глобального льодовикового періоду (як Марс).

Наша Земля — дуже активна планета. Змінюються, хоч і повільно, обриси її материків і океанів, руйнуються, розсипаючись на порошок, цілі гірські хребти, й натомість здійснюються нові, вивергаються вулкани, землетруси прокочуються через великі райони, міняється клімат. Безперервно змінюються важливі параметри навколишнього середовища — температура повітря й води, їхній хімічний склад, вологість ґрунтів і вміст у них життєво необхідних компонентів тощо. Безперервно оновлюється жива природа — тварини, рослини, мікроорганізми. Утворення живої речовини та її розклад — це дві сторони єдиного процесу, що має назву — *біологічного кругообігу хімічних елементів*. Розрізняють великий (біосферний) кругообіг і малі кругообіги різних рівнів (наприклад, кругообіг речовин в океані, озері чи лісі). Кругообіг хімічних елементів на Землі відбувається переважно за безпосередньої участі живих організмів. Вперше це було доведено В. І. Вернадським у вигляді закону міграції хімічних елементів: «Міграція хімічних елементів на земній поверхні та в

біосфері в цілому здійснюється або за безпосередньої участі живої речовини (біогенна міграція), або в середовищі, геохімічні властивості якого (O_2 , CO_2 , H_2O і т. д.) зумовлені живою речовиною — як тією, що в наш час складає біосферу, так і тією, що діяла на Землі протягом всієї геологічної історії».

З екологічної точки зору найважливішими є кругообіги таких речовин, як кисень, вуглекислий газ, вода, азот, сірка, фосфор, які є основними компонентами живої речовини. Жива речовина значно прискорила й змінила кругообіги в біосфері цих речовин.

Основним рушієм кругообігу речовин у біосфері є енергія Сонця, деяку (незначну) роль відіграє також внутрішня енергія Землі. В процесі кругообігу жива речовина поглинає енергію, в процесі ж її розпаду ця енергія повертається в навколишнє середовище. Живий організм є відкритою системою, його не можна відокремити від навколишнього середовища. Щоб зберегтися й розвиватися, організм повинен мати вищий рівень організації, ніж навколишнє середовище. Це досягається зниженням рівня його ентропії. В екології ентропією системи називають кількість в системі зв'язаної енергії, яка не може бути використана для будь-якої роботи. Набуваючи вищого рівня організації у порівнянні з навколишнім середовищем, організм знижує рівень своєї ентропії за рахунок підвищення рівня ентропії середовища.

Крім кругообігу хімічних елементів, у природі спостерігається й кругообіг енергії. Енергія Сонця, що засвоюється зеленими рослинами, частково консервується у вугіллі, торфі, нафті, а також витрачається на вивітрювання глибинних гірських порід, таких, як базальти, граніти тощо. В утворених внаслідок вивітрювання глинах запасється сонячна енергія, й, отже, знижується рівень ентропії. У подальшому за рахунок тектонічних опускань земної кори глини та інші пухкі осадові породи потрапляють у глибокі зони Землі, де внаслідок високих тисків і температур із них вивільнюється запасена сонячна енергія, відбуваються процеси їх переплавлення й перетворення у вивержені породи, наприклад граніти, і цикл кругообігу енергії завершується.

Зелені рослини засвоюють від 0,1 до 1 % сонячної енергії, що доходить до них. Рослиноїдні тварини споживають лише 10 % акумульованої рослинами енергії, решта її розсіюється у вигляді тепла. В свою чергу хижаки засвоюють теж лише 10 % енергії, накопиченої травоядними тваринами, тобто всього близько 0,001 % сонячної енергії, що падає на Землю. Схематично це явище можна зобразити у вигляді так званої піраміди енергії.

Крім кругообігу речовини та енергії, величезну роль в біосфері мають інформаційні зв'язки. Інформативні сигнали енергетичне дуже слабкі й самі не можуть викликати якоїсь відчутної реакції, але вони містять важливі відомості в закодованій формі. Ці сигнали сприймаються, розшифровуються (здебільшого автоматично) та враховуються живими організмами. Здатність сприймати, зберігати та передавати інформацію є і в неживих об'єктів, де ці процеси здійснюються шляхом загального енергоінформаційного обміну. Обробляти, накопичувати й використовувати інформацію окремо від енергії можуть лише живі організми.

Ефективність інформаційних зв'язків у біосфері вражає. Наприклад, самець метелика шовкопряда відчуває самку на відстані 2 км. Досліди й розрахунки показали, що така надзвичайно висока чутливість не може базуватися на хімічних сигналах, скажімо, на дії якихось пахучих речовин, що їх виділяє самка. Тут має місце передача електромагнітних сигналів, причому за типом, який «батько кібернетики» Н. Вінер назвав «тим, кого це стосується».

Загалом навколишнє середовище, в якому живе людина, складається з неживої і живої компоненти. До першої входять атмосфера, гідросфера й літосфера Землі, до другої — всі її живі мешканці (рослини, тварини й мікроорганізми).

3.2. Атмосфера

Повітряна оболонка Землі, її атмосфера є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може прожити місяць, без води — тиждень, а без повітря не може прожити й двох хвилин. Атмосфера має величезне екологічне значення. Вона захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань та ударів метеоритів, регулює сезонні й добові коливання температури, є носієм тепла й вологи. Якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури на ній досягли б ± 200 °С. Через атмосферу відбуваються фотосинтез та обмін енергії й інформації — основні процеси біосфери. Атмосфера спричиняє ряд складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо). Для деяких організмів (бактерії, літаючі комахи, птахи та ін.) атмосфера є основним середовищем життя.

Основними компонентами атмосфери є азот (78,084 %), кисень (20,946 %) і аргон (0,934 %), велике значення мають також малі домішки таких газів, як CO₂, метан тощо. Крім того, атмосфера містить пари води, вміст яких коливається від 0,2 % в приполярних районах до 3 % поблизу екватора. Такий хімічний склад атмосфери мала не завжди. Первісна атмосфера Землі була схожа з атмосферами деяких інших планет Сонячної системи, наприклад Венери, й складалася майже повністю з вуглекислого газу з домішками метану, аміаку тощо. Нинішній киснево-азотний склад атмосфери є результатом життєдіяльності живих організмів. Життя, що існує на Землі, за мільярди років кардинально змінило склад її атмосфери.

Маса атмосфери колосальна — $5,15 \times 10^{15}$ т (це приблизно одна мільйонна маси Землі). Проте атмосферне повітря можна вважати лише умовно невичерпним природним ресурсом. Справа в тому, що людині необхідне повітря певної якості, а під впливом її діяльності хімічний склад й фізичні властивості повітря дедалі погіршуються. На Землі вже практично не залишилося таких ділянок, де повітря зберігає свою первісну чистоту та якість, а в деяких промислових центрах стан атмосфери став уже просто загрозливим для здоров'я.

Принаймні в 60 містах США багато десятків мільйонів людей дихають повітрям, яке не відповідає сучасним нормам і є шкідливим для здоров'я. На кожного жителя (чоловіка, жінку, дитину) щорічно випадає близько тонни небезпечних для здоров'я речовин.

Атмосфера складається з таких шарів (знизу вгору): тропосфера (до висоти 18 км), стратосфера (до 50), мезосфера (до 80), термосфера (1 000), екзосфера (1 900), геокорона (умовно до 20 000 км); далі атмосфера поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі — тропосфері. Тут же відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океану та суші. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має ще озоносфера — шар стратосфери, збагачений триатомним киснем — озоном (O₃). Цей шар міститься на висотах 20—50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії жорстокого ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Крім газів, у складі атмосфери ще є домішки так званого аерозолі, тобто дуже дрібних краплинок рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження. Серед них є сірчані (краплинки H₂SO₄), мінеральні (пил земної поверхні), вуглеводневі (сажа), морські (частинки морських солей) та ін.

За даними ЮНЕСКО, на Землі сьогодні промисловістю, енергетикою, транспортом поглинається стільки кисню, скільки вистачило б для життя більше 45 млрд. людей.

3.2.1. Парниковий ефект

Клімат Землі, що залежить головним чином від стану її атмосфери, протягом геологічної історії періодично змінювався: чергувалися епохи значного похолодання, коли великі ділянки вкривалися льодовиками, й епохи потепління (до речі, ми живемо якраз в епоху потепління, коли розтанули великі льодовикові щити в Євразії та Північній Америці). Та останнім часом вчені-метеорологи б'ють тривогу: схоже на те, що атмосфера Землі розігрівається значно швидше, ніж будь-коли в минулому. Це зумовлено діяльністю людини, яка, по-перше, підігріває атмосферу шляхом спалювання великої кількості вугілля, нафти, газу, а також роботи атомних електростанцій. По-друге, і це найголовніше, спалювання органічного палива, а також знищення лісів призводить до накопичення в атмосфері кількості вуглекислого газу. За останні 120 років вміст цього газу в повітрі збільшився на 17 %. У земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в теплиці чи парнику: він вільно пропускає до поверхні Землі сонячні промені, але утримує тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі. Це викликає розігрівання атмосфери, відоме під назвою *парникового ефекту*. За підрахунками вчених, у найближчі десятиліття середньорічна температура на Землі за рахунок парникового ефекту може збільшитися на 1,5—2 °С.

Якщо людство не зменшить обсягу забруднень атмосфери і глобальна температура буде надалі зростати, як це має місце протягом останніх 20 років, то дуже швидко клімат стане теплішим, ніж будь-коли на Землі за останні 100 000 років. Це викличе активне прискорення глобальної екологічної кризи.

У чому ж небезпека парникового ефекту? Як свідчать розрахунки й моделювання на ЕОМ, підвищення середньої річної температури викличе значні кліматичні зміни, більшість яких будуть мати для людей вкрай негативні наслідки. Парниковий ефект змінить такі критично важливі величини, як кількість опадів, шар хмар, океанічні течії, розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя вологішими, зими — коротшими й теплішими, а літо — тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони в Північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти і полярних крижаних полів. У середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, «зернові штати» США) клімат стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться.

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

Вчені не дійшли єдиної думки, при якому рості середньорічної температури настануть ці негативні для людства явища — одні метеорологи вважають критичною межею 2,5 °С, інші — 5 °С. Останнім часом тривога вчених з приводу парникового ефекту ще більш зросла. Виявилось, що крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричиняють також деякі інші гази, що входять до складу так званих малих домішок в атмосфері: метан, закис азоту, фреони, вміст яких в атмосфері за рахунок антропогенного фактора теж швидко зростає.

Моделлю парникового ефекту в масштабах планети є клімат на Венері. Її щільна атмосфера, що на 98 % складається з вуглекислого газу, за рахунок цього явища розжарена до 500 °С (температура, при якій залізо стає червоним).

3.2.2. Озонова діра в атмосфері

Життя на Землі залежить від енергії Сонця. Надходить до Землі вона у вигляді променів видимого світла, а також довгохвильових (інфрачервоних або теплових) і ультрафіолетових (УФ). УФ-випромінювання несе найбільшу енергію і є фізіологічно активним, тобто діє на живу речовину. Увесь потік УФ-променів Сонця, що доходить до земної атмосфери, умовно поділяють на три види: УФ-А (довжина хвилі 400—315 нм), УФ-В (315—280) і УФ-С (менше 280 нм). УФ-В і УФ-С надзвичайно шкідливі для всього живого випромінювання й приводять до розриву молекул білків і загибелі живих клітин. Що ж захищає нас і всю біосферу від згубної дії так званого «жорстокого ультрафіолету» (тобто короткохвильового УФ-В і С)? Це — озоновий щит Землі.

На висоті 20—50 км, як вже згадувалося, повітря містить підвищену кількість озону. Озон утворюється в стратосфері за рахунок молекул звичайного, двоатомного кисню O_2 , що поглинає жорстке УФ-випромінювання. Енергія променів УФ-В і УФ-С витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з кисню: $3O_2 \rightarrow 2O_3$ і тому до поверхні Землі вони не доходять, туди проникає лише значно ослаблений потік «м'якого» УФ-С. Від негативної дії цього випромінювання наш організм уміє захищатись, синтезуючи в шкірі шар темної речовини — меланіну (засмага). Проте ця речовина в шкірі утворюється досить повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці, коли в шкірі ще нема цього захисту, викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо.

Останнім часом вчені надзвичайно занепокоєні зниженням вмісту озону в озоновому шарі атмосфери. Над Антарктидою виявлено «дірку» в цьому шарі, де вміст його менший від звичайного на 40—50 %. Ця озонова діра з року в рік збільшує свою площу й сьогодні вона вже більша за материк Антарктиди. Озонова дірка спричинила посилення УФ-фону в країнах, розташованих в Південній півкулі, ближче до Антарктиди, перш за все в Новій Зеландії. Медики цієї країни б'ють тривогу, констатуючи значне зростання захворювань, зумовлених підвищеним УФ-фоном, таких, як рак шкіри й катаракта очей. Жителі столиці Нової Зеландії — Веллінгтона, які раніше намагалися використати кожний погожий день (котрих у Веллінгтоні не так багато буває) для відпочинку, сьогодні побоюються з'являтися на пляжі.

Тривожні повідомлення надходять і з Північної півкулі: й тут виявлено озонову діру (над Шпіцбергеном), щоправда, менших розмірів, ніж антарктична. Зниження вмісту озону в атмосфері загрожує зменшенням врожаїв сільськогосподарських рослин, захворюваннями тварин і людей, збільшенням шкідливих мутацій тощо, а якщо він зникне з атмосфери зовсім, то це приведе до загибелі всього живого на Землі.

Встановлено, що руйнуванню озонового шару сприяють деякі хімічні речовини (наприклад, окиси азоту), що потрапляють у стратосферу з висхідними повітряними течіями. Тут вони вступають у реакцію з озоном і розкладають його на кисень. Проте окисів азоту в повітрі дуже мало, вони нестійкі і серйозно не впливають на кількість озону в стратосфері. Але з'явилося інше джерело озоноруйнуючих речовин — це діяльність людини. Сучасна промисловість у все більшій кількості використовує так звані фреони (хлорфторметани, такі як $CFCl_3$, CF_2ClBr тощо). Вони широко застосовуються як холодоагенти в рефрижераторах і домашніх холодильниках, як

аерозольні розбризкувачі в балончиках з фарбою, лаком, парфумами, для очистки напівпровідникових схем тощо. Сьогодні в світі щорічно випускається кілька мільйонів тонн фреонів.

Для людини пари фреонів не шкідливі, проте вони надзвичайно стійкі й можуть зберігатись в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють в стратосферу, де під впливом УФ-випромінювання Сонця їхні молекули розпадаються, вивільняючи атоми хлору. Ця речовина діє як дуже сильний каталізатор, розкладаючи молекули озону до кисню. Один атом хлору здатен розкласти 100 тис молекул озону.

Під загрозою зникнення озонового шару керівники багатьох країн світу вирішили вжити енергійних заходів. І в 1985 р. в Монреалі урядами більшості країн світу було підписано протокол щодо охорони атмосферного озону. Вирішено до 2000-го року зменшити на 50 % споживання фреонів, а згодом і зовсім відмовитися від них, замінивши їх безпечними сполуками.

Сприяє руйнуванню озонового шару й військова діяльність, зокрема, запуски балістичних ракет, їх двигуни викидають в атмосферу багато окисів азоту. Кожний запуск ракети в Космос також «пропалює» в озоновому шарі чималу дірку, яка «затягується» лише через тривалий час.

3.2.3. Смог

У грудні 1952 р. інформаційні агентства світу передавали тривожні повідомлення з Лондона про біду, яка спіткала це велике місто. Безвітряна й дуже холодна погода привела до скупчення над містом так званого «чорного смогу» — хмари шкідливих газів, до чого спричинила посилена робота сотень котелень, в топках яких горіли вугілля, мазут і соляр. У приземному шарі повітря різко зросла кількість (до 10 мг/м³ а подекуди й більше) отруйного закису азоту й інших шкідливих компонентів. Це привело до загибелі в Лондоні близько 4 тис чоловік, десятки тисяч потрапили до лікарень, захворіли на легеневі хвороби.

Над іншим великим містом — Лос-Анджелесом — нерідко з'являється так званий «білий смог» в результаті великої загазованості території автотранспортом. Це явище серйозно шкодить здоров'ю жителів таких міст, як Нью-Йорк, Чикаго, Бостон, Токіо, Мілан, Мехіко. Найближчим часом воно може виникнути в наших найбільших індустриальних містах, до того ж ще й перевантажених автотранспортом (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Сімферополь та ін.). Сприятливими умовами для появи смогу є сонячні літні безвітряні дні.

Сьогодні 400 суперміст світу викидають в атмосферу щорічно до 3 млрд. тонн 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 в результаті складних фотохімічних реакцій у повітрі, забрудненому вуглеводнями, пилом, сажею й окисами азоту під впливом сонячного світла, підвищеної температури нижніх шарів повітря та великої кількості озону, який виділяється в результаті розпаду двоокису азоту під дією олефінів з неповністю згорілого автомобільного палива. У сухому, загазованому й теплому повітрі виникає синюватий прозорий туман, що неприємно пахне, подразнює очі, горло, спричиняє задуху, бронхіальну астму, емфізему легенів тощо. Листя деревах

в'яне, стає плямистим, жовкне. Набагато прискорюється корозія металу, руйнування мармуру, фарб, гуми, швидко псується взуття, одяг, порушується рух транспорту.

3.2.4. Кислотні дощі

Окиси сірки й азоту, що викидаються в атмосферу внаслідок роботи теплових електростанцій і 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 діють на навколишнє середовище:

- ✓ знижується врожайність більшості сільськогосподарських культур внаслідок ушкодження листя кислотами;
- ✓ вимиваються з ґрунту кальцій, калій і магній, що викликає деградацію фауни та флори;
- ✓ гинуть ліси (особливо чутливі до кислотних дощів кедр, бук і тис);
- ✓ отруюється вода озер і ставків, де гине риба, зникають комахи;
- ✓ щезають водоплаваючі птахи й тварини, що харчуються комахами;
- ✓ гинуть ліси у гірських районах (таких, як Карпати), що викликає гірські зсуви й селеві потоки;
- ✓ прискорюється руйнування пам'ятників архітектури й житлових будинків, особливо тих, що оздоблені мармуром і вапняком;
- ✓ збільшується кількість захворювань людей (подрознення очей, хвороби дихальних шляхів тощо).

Взимку поблизу ТЕС та металургійних заводів інколи випадає також кислотний сніг, який ще більш шкідливий, ніж кислотний дощ, що пояснюється більшим вмістом кислот. Райони, де випадає такий сніг, одержують відразу 4—5-місячну дозу забруднення, а під час його танення навесні відбувається процес концентрації шкідливих речовин, тому тала вода інколи містить вдесятеро більше кислот, ніж цей сніг.

Більше 230 озер в горах Адірондак штату Нью-Йорк мають критичний рівень забруднень сірчаною й азотною кислотами, принесеними кислотними дощами й снігом. Третина озер Флориди теж закислена до небезпечного для водних екосистем рівня. В такому ж стані 20 % озер штатів Массачусетс, Нью Хемпшир, Род Айленд. В такій же біді 20 000 озер півдня Швеції, сотні озер у південній Канаді. Вчені прогнозують, що до 2000 р. близько 24 000 озер канадської провінції Квебек стануть непридатними для життя.

3.2.5. Ядерна ніч і ядерна зима

Крім повільних змін клімату, людство сьогодні, на жаль, в змозі викликати його різкі катастрофічні зміни, які здатні знищити не лише людину як біологічний вид, а й усе живе на Землі. Такою катастрофою була б ядерна війна. Причому, як свідчить моделювання на ЕОМ, проведене американськими й незалежно від них російськими вченими, смертельні для людства наслідки викликав би вибух навіть не всього того колосального ядерного потенціалу, що накопичений сьогодні на Землі (за приблизними оцінками, лише у США й Росії є сьогодні 60 тис. ядерних боєголовок, кожна з яких набагато перевищує потужність бомби, скинутої в 1945 р. на Хіросіму), а локальний

ядерний конфлікт з використанням «всього» 1000 Мт ядерної вибухівки. Такий конфлікт, де б він не відбувся, неминуче спричинить метеорологічну катастрофу глобального масштабу, що матиме такі наслідки:

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

Найстрашнішим наслідком конфлікту буде саме останній. Спостереження під час експериментальних наземних ядерних вибухів показали, що кожний вибух потужністю в одну мегатонну піднімає в повітря 5 Мт пилу. Під час вибуху величезна кількість гірських порід випаровується й перетворюється на аерозольну фракцію з розмірами часток всього 1 мкм. Такий найдрібніший пил на тривалий час зависає в повітрі й надходить у стратосферу. Таким чином, вибухи потужністю 1000 Мт здіймуть у повітря 5 млрд. т найдрібнішого пилу! Крім нього, повітря буде забруднене ще мільярдами тонн сажі й попелу. В містах, де скупчено велику кількість горючих матеріалів (деревини, пластмас, фарби тощо), все горітиме, пожежі набудуть характеру ревучих вогняних смерчів колосальних розмірів (рис. 19). Такі явища спостерігалися під час другої світової війни при масових бомбардуваннях літаками союзників Гамбурга й Дрездена, коли пожежі будинків зливалися в одну вогняну «форсунку» діаметром у кілометр і висотою в багато сотень метрів. Уцілілі свідки розповідають, що висхідні течії повітря в палаючому Дрездені були такими сильними, що піднімали в повітря й всмоктували в ревуче полум'я людей, що метались на вулицях...

Пил, попіл і сажа після такого локального ядерного конфлікту за один-два тижні затягнуть небо над всією Землею. В результаті прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів! На Землі настане «ядерна ніч», що триватиме кілька місяців й викличе загибель урожаю та більшості рослинного покриву Землі.

Сильне заповнення атмосфери спричинить охолодження приземного шару повітря на 15—30 °С протягом першого місяця після конфлікту. А в деяких районах, як показало моделювання, температура знизиться на 40—50 °С. Настане «ядерна зима», що триватиме кілька місяців. Це буде обумовлене тим, що в атмосфері встановиться невластива для неї надстійка стратифікація, коли нижні її шари сильно охолонуть, а верхні — нагріються й припиняться вертикальне переміщення повітря.

За кілька місяців темряви й холоду пил і сажа поступово осядуть. Охолодження зміниться нагріванням атмосфери на 20—30° вище норми, що спричинить повені й селі, перш за все в гірських місцевостях. Неоднорідні температурні зміни над сушею й океаном викличуть ураганні вітри й снігопади в прибережних районах материків.

Люди, що вціліють після ядерних вибухів, поринуть в пекельний жах ядерної ночі й ядерної зими. Загибель рослинності й тварин, радіоактивне забруднення, вихід з ладу енергетичних систем, транспорту і зв'язку, ніч і лютий мороз, ураганні вітри викличуть такий психологічний шок, який людство не зможе пережити. Таким чином, локальний ядерний конфлікт спричинить глобальну загибель людства, а ймовірно, й

усієї біосфери. А той політик, що віддасть наказ натиснути на «ядерну кнопку», тим самим підпише сам собі смертний вирок.

Ці розрахунки вчених переконливо засвідчили, що ядерна зброя безумовно повинна бути заборонена і знищена. Ми, українці, можемо пишатися тим, що наша держава усвідомила це раніше за інших, заявила про свій без'ядерний статус і вивозить ядерну зброю за межі своєї території.

3.2.6. Тютюновий дим

Є ще один вид забруднення повітря, що в сотні тисяч разів перевищує забруднення від будь-якого металургійного чи хімічного комбінату, проте люди свідомо вдихають таке повітря. Мова йде про паління. Людина, що палить сигарету, вдихає повітря, забруднення якого в 384 000 (!) разів перевищує всі гранично допустимі норми. Людина, що палить сигарету в абсолютно чистій атмосфері, зазнає такого шкідливого впливу, ніби перебуває в умовах, де забруднення в тисячі разів перевищує допустиме. Вчені кажуть, що вдихати тютюновий дим у чотири рази шкідливіше, ніж вихлопні гази безпосередньо з вихлопної труби автомобіля.

У тютюновому димі, крім слабого наркотику — нікотину, міститься цілий «букет» (близько 200) особливо отруйних речовин, таких, як чадний газ, бензпірени (речовини, що спричиняють рак легенів) та багато інших. Треба ще наголосити, що протягом останніх десятиліть тютюн став набагато отруйнішим, ніж, скажімо, в XIX ст. Це спричинюється високою гігроскопічністю тютюнових листків, які активно поглинають із повітря шкідливі домішки, кількість яких сьогодні дедалі зростає.

Такої атмосфери, яку створює для себе той, хто палить, нема в жодному суперзабрудненому промисловому центрі. Щорічно на Землі від хвороб, спричинених палінням, вмирає 1,5 млн. людей. Лише в США, де палить 29 % дорослого населення, щорічно від хвороб, викликаних цією шкідливою звичкою, вмирає 390 тис. людей, а витрати на лікування захворювань, пов'язаних із палінням, разом зі збитками від зумовлених ними простоїв виробництва, становлять від 50 до 100 млрд. доларів щорічно. З огляду на це багато фірм перестали брати на роботу людей, що палять.

Особливої шкоди завдає паління жіночому організму. Як показали дослідження американських медиків, 80 % обстежених ними жінок, що протягом 20 років випалювали 26 і більше сигарет щодня, померли від хвороб серця. Навіть 1—4 сигарети в день збільшують ризик захворювань серця жінок в 12,4 рази. Абсолютно неприпустиме паління для вагітних жінок — це в 100 % випадків приводить до ненормального розвитку дитини, народження мертвих дітей або дітей з розумовими й іншими відхиленнями тощо. Та й жінка, котра палить, виглядає просто неестетично. Недарма видатний російський письменник А. Чехов сказав: «Поцілувати дівчину, що палить,— це все одно, ніби поцілувати попільничку».

Поширенню паління серед молоді сприяє барвиста іноземна реклама. А між тим така реклама в США давно заборонена, і взагалі палити на Заході стало не модно, а на людей, що палять, дивляться, як на «бампкінів» (тобто на тупих, неосвічених).

3.2.7. Шумове, вібраційне та електромагнітне забруднення атмосфери

Під шумом розуміють неприємні та небажані звуки, що заважають нормально працювати, сприймати звук, відпочивати. Це одна з форм фізичного забруднення природного середовища, до якого організми пристосувались не в змозі. Він дуже

шкідливо впливає на здоров'я людей, знижує їхню працездатність, викликає глухоту, захворювання.

Шум — це сукупність звукових хвиль, тобто періодичні (коливальні) зміни тиску повітря, які вимірюють такими параметрами, як інтенсивність (або сила звуку), спектр, часові інтервали.

Інтенсивність шуму визначається зміною рівня тиску повітря (енергетична характеристика). Для визначення інтенсивності шуму встановлено логарифмічну шкалу, кожний ступінь якої відповідає зміні інтенсивності шуму в 10 разів і називається белом на честь винахідника телефону А. Бела. На практиці користуються більш зручною одиницею — децибелом (дБ), яка становить 1/10 бела. Приклади інтенсивності шумів наведено в таблиці. Так, для порівняння звук інтенсивністю 140 дБ викликає фізичний біль, який при подальшому посиленні стає нестерпним.

Таблиця 1

Джерело шуму	Відстань до джерела, м	Сила, дБ
Шелест листя, тихий шепіт	1	10—15
Цокання будильника	1	30
Струмінь води з-під крана	1	40—45
Працююча друкарська машинка	1	50
Працюючий телевізор	4	80—95
Вантажівка, що їде по вулиці	7	90—95
Мотор вертольота	10	110
Відбійний молоток	1	120

Спектр звуку — це його складові, прості гармоніки коливань, що мають певну частоту, фазу й амплітуду. Вухом людини сприймає звук частотою від 16 до 20 000 Гц. Звукові хвилі нижчі за 16 Гц частоти називають *інфразвуковими*, а вищі за 20 кГц — *ультразвуковими*. Хоча такі звуки й не сприймаються вухом людини, вони не менш, а (на деяких частотах і за певної інтенсивності) навіть більш шкідливі для організму. Особливо небезпечні нечутні інфразвуки, частота яких збігається з резонансними частотами внутрішніх органів людини (серця, печінки тощо).

Часові інтервали звуку — це сума коротких імпульсів коливань, що характеризуються певною протяжністю (часом) і амплітудою. Виділяють імпульсні та безперервні звуки.

Джерелами шуму в навколишньому середовищі є всі види транспорту, працюючі машини й механізми, промислові об'єкти, гучномовні пристрої, ліфти, телевізори й радіоприймачі, музичні інструменти, юрби людей та окремі особи. Особливо сильне джерело шуму — мотоцикл з несправним або відірваним глушителем.

Такий мотоцикл, що з ревом летить вулицею сплячого міста, здатен розбудити 100 тис. людей. Непогано було б замислитися такому любителю-рокеру, перш ніж

мчати нічним містом,— адже десь там за вікнами квартир сплять натруджені за день люди, є хворі, маленькі діти...

Інше джерело шкідливого шуму — сучасні рок-ансамблі. Спостереження фахівців свідчать, що в концертних залах, де вони виступають, в перших рядах інтенсивність звуку сягає від 100—110 до 118—120 дБ. Лікарі встановили, що після кожного такого концерту «важкого року» близько 10 % слухачів дістають необоротні пошкодження внутрішнього вуха (нервових закінчень), які вже ніколи не відновлюються. І самі рок-музиканти, як встановлено медиками, через 10—15 років інтенсивних концертів стають глухими й страждають від різних нервових і серцево-судинних хвороб.

Експерти визначили, що в індустріальне розвинених регіонах середній рівень шумів, що все негативніше впливають на довкілля, кожні 10 років зростає вдвоє.

Давно відома негативна дія сильних звуків. Одним з середньовічних покарань була жорстока страта жертви звуками від могутнього дзвона, коли приречений помирав у страшних муках від нестерпного болю у вухах. Відтоді, як існують війни, відомо, що масові бойові крики (типу «Урагх!» татаро-монгольської орди, що потім стало «Ура!» в російській армії), барабанний бій тощо викликали у воїнів протилежної сторони жах, бажання втекти, пригнічення. Сьогодні вчені знайшли цьому пояснення. Гучні звуки, шуми, постріли з гармат, «важкий рок» збуджують людину, спричиняють виділення в кров великої кількості гормонів, зокрема адреналіну, що сприяє виникненню почуття небезпеки, жаху. Після концертів деяких популярних рок-музикантів, як відомо, слухачі часто перезбуджуються, стають агресивними, нервовими, вчиняють бійки й погроми в залах.

З давніх-давен відомий позитивний вплив гармонійної спокійної, лагідної музики. Це й поширені в усьому світі колісанки — тихі, ніжні, монотонні наспіви, і зцілювання нервових хвороб заспокійливим дзюркотінням струмкової води, лагідним шумом морських хвиль або пташиним співом, це й сучасна музична терапія — різні оздоровчі процедури, що супроводжуються спокійною симфонічною або блюзовою музикою з сольною грою на саксофоні, скрипці, флейті або арфі.

Вібрації — це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, пневмоподрібнення порід чи шляхового покриття, роботи в шахтах з відбійним молотком тощо). Тривалі вібрації завдають великої шкоди організму — від сильної втоми до так званої «вібраційної хвороби» шахтопрохідників, струсу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності, нервової системи тощо. Для зменшення вібрацій і захисту від неї людей використовують різні віброізолюючі кожухи навколо механізмів, пружні основи й опори, віброгасні рукавички, прокладки й килимки.

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликав забруднення природного середовища електромагнітними випромінюваннями (поллями). Головними їх джерелами є радіо-, телевізійні й радіолокаційні станції, високовольтні лінії електропередач (ЛЕП), електротранспорт, трансформаторні станції. Особливо небезпечні потужні військові радіолокаційні станції, напруженість поля біля антен яких така висока, що нерідко гинуть (смажаться заживо) птахи, що залітають в поле їхньої дії.

Мірою забруднення електромагнітними полями є напруга поля (В/м). Електричні поля високої напруги завдають шкоди перш за все нервовій системі людини. Так, напруга поля 1000 В/м спричиняє головний біль і сильну втому, більші значення

викликає безсоння, неврози, тяжкі захворювання. В районах радіостанцій і військових радіолокаційних станцій рівень електромагнітних випромінювань перевищує гігієнічні норми в 4—8 разів, а поблизу потужних ЛЕП (понад 1000 кВ) — у 20 разів.

3.2.8. Заходи боротьби з забрудненнями атмосфери

Основними й найбільш дієвими методами боротьби з забрудненнями атмосфери є економічні. В багатьох розвинених країнах діє продумана система заохочувальних і заборонних заходів, які допомагають уникнути забруднень. Фірми, що впроваджують безвідхідні технології, новітні системи очисних фільтрів тощо, отримують значні податкові пільги, що дає їм переваги над конкурентами. У той же час ті фірми, що забруднюють атмосферу, змушені платити дуже великі податки й штрафи. У багатьох країнах, крім державних санітарно-епідеміологічних служб, за станом атмосфери слідкують також численні громадські організації («зелені» товариства). У Швейцарії, наприклад, власник фабрики може отримати таке повідомлення: «Ваша фабрика забруднює повітря понад встановлені норми. Якщо Ви не встановите очисних фільтрів і не ліквідуєте забруднення, наша екологічна організація розпочне в пресі кампанію проти Вашої продукції, в результаті чого збитки Вашої фірми перевищать ті витрати, які Вам потрібні для встановлення системи очищення». Як правило, такі попередження діють дуже ефективно, оскільки отримати ярлик забруднювача природного середовища в цій країні рівноцінно швидкому економічному краху — ніхто не буде купувати продукції «брудної» фірми.

Велике значення має виховна й просвітницька робота. В тій же Швейцарії дітям із самого раннього віку пояснюють, що для їхньої країни, де нема практично ніяких корисних копалин, чисте повітря, чисті озера і ріки є основним національним багатством. Всім відомі гірські швейцарські курорти з їхнім кришталево-чистим повітрям, сліпучо-білими лижними трасами, небесною блакиттю гірських озер. Кожний швейцарець із молоком матері сприймає любов до своєї прекрасної країни, і для нього блюзнірством є сама навіть думка про те, що можна зазіхати на цю красу й чистоту.

Існують також організаційні, технологічні й інші засоби боротьби з забрудненнями атмосфери.

1. Зменшення кількості ТЕС за рахунок будівництва більш потужних, забезпечених новітніми 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 з цього економічну вигоду. Наприклад, Франція забезпечує свої потреби в сірчаній кислоті за рахунок SO_2 , що вловлюється з відхідних газів її ТЕС (власних родовищ сірки, з якої в інших країнах виготовляється сірчана кислота, у Франції нема).

2. Очищення вугілля до його надходження в топку ТЕС від піриту (сірчаного колчедану, FeS_2). Це стає дедалі необхіднішим у зв'язку з надходженням в топку ТЕС вугілля чимраз нижчої якості зі значним вмістом піриту. Ефективне очищення вугілля зменшує вміст сірчанних окислів у димах ТЕС на 98—99 %.

3. Заміна вугілля та мазуту для ТЕС екологічно чистішим паливом — газом. ТЕС, що працюють на природному газі, крім CO_2 і окислів азоту (останні теж можна вловити з диму), не викидають в повітря шкідливих газів.

4. Регулювання двигунів внутрішнього згорання в автомобілях, установка на них спеціальних каталізаторів, що нейтралізують чадний газ до CO_2 , заміна шкідливого

етильованого бензину (який забруднює повітря свинцем) на екологічно менш шкідливий.

5. Озеленення міст і селищ.

6. Правильне планування житлових і промислових районів у межах міста, їх треба розташовувати якомога далі один від одного, а між ними обов'язково створювати зони зелених насаджень, а автомобільні траси з напруженим рухом (особливо вантажівок) планувати за межами житлових районів.

7. Використання звукопоглинаючих матеріалів при будівництві житлових і промислових будинків.

8. Проведення ЛЕП за межами сіл і міст.

3.3. Гідросфера

Гідросфера, або водяна оболонка Землі,— це її моря й океани, крижані шапки приполярних районів, ріки, озера й підземні води. Запаси води на Землі величезні— $1,46 \times 10^9$ км³, тобто 0,025% усієї маси Землі. Проте абсолютна більшість цієї колосальної маси — це гірко-солоня морська вода, непридатна для пиття та технологічного використання. Прісна вода на планеті становить лише 2 % від її загальної кількості, причому 85 % її зосереджено в льодовикових щитах Гренландії й Антарктиди, айсбергах і гірських льодовиках. Лише близько 1 % прісної води — це річки, прісноводні озера й деяка частина підземних вод; саме ці джерела й використовуються людством для своїх потреб.

Як свідчать космонавти, при погляді на Землю з висоти космічної орбіти око бачить в основному два кольори: білий колір хмар і льодових полярних шапок і блакитний колір Світового океану, що вкриває 71 % поверхні нашої планети; морська вода — найпоширеніша на Землі речовина.

Вода виконує дуже важливі екологічні функції:

1) це головна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми, такі, як медуза чи огірок, містять у собі від 98 до 99 % води);

2) основний механізм здійснення взаємозв'язків усіх процесів у екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси);

3) головний агент-переносник глобальних біоенергетичних екологічних циклів;

4) води Світового океану є основним кліматоутворюючим фактором, основним акумулятором сонячної енергії і «кухнею» погоди для всієї планети;

5) один із найважливіших видів мінеральної сировини, головний природний ресурс споживання людства (людство використовує її в тисячу разів більше, ніж нафти чи вугілля).

Величезну роль відіграє гідросфера в формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, ерозії, карсту тощо), в переносі хімічних речовин, забруднювачів довкілля.

Для багатьох організмів вода є середовищем їхнього життя. Хімічний склад морської води дуже схожий на склад людської крові — містить ті ж хімічні елементи й приблизно в тих же пропорціях. Це — один з доказів того, що предки людей, як і інших ссавців, колись жили в морі.

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

Хімічний склад підземних вод дуже різноманітний. За мінералізацією вони змінюються від прісних, що використовуються для пиття й водопостачання, до мінералізованих і навіть до ропи з солоністю 600 ‰; деякі мінералізовані підземні води мають лікувальні властивості.

Основним джерелом водопостачання для людства є річковий стік. Перше місце за цим показником посідає Бразилія з її гігантською повноводою річкою Амазонкою. Річковий стік України складає в середньому 83,5 млрд. м³, а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд. м³. Він розподіляється по території нашої держави нерівномірно: 70 % стоку припадає на Південно-Західний економічний район, де мешкає лише 40 % населення. А на Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, де живе 60 % населення й зосереджені найбільш водоемні галузі народного господарства, припадає лише 30 % стоку. В зв'язку з цим у багатьох районах

півдня України відчувається гострий дефіцит води, для ліквідації якого доводиться перекидати воду каналами, будувати водосховища тощо.

Головним постачальником води для України є Дніпро. Іншими річками, що забезпечують потреби у воді, є Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя цих водних артерій залежать головним чином від стану їх приток — малих річок, яких в Україні налічується близько 63 тис. Вони мають величезне значення — досить згадати, що 90 % населених пунктів республіки розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою. А проте стан малих річок України викликає сьогодні велику тривогу. Понад 20 тис. їх вже зникло, пересохло. Це невідворотно веде до деградації великих річок, тому проблема їх збереження й оздоровлення — одна з найгостріших для нашої молоді держави.

Підземні води України мають не менше значення для забезпечення водою населення. Досить зазначити, що близько 70 % населення сіл і селищ міського типу задовольняє свої потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловини). Стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями спостерігається забруднення їх стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо. В деяких промислових районах (Донбас, Кривбас) розвиток шахт і кар'єрів негативно впливає на якість і запаси підземних вод. За рахунок багаторічної відкачки води з цих об'єктів їхній рівень дуже знизився, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла зовсім.

3.3.1. Споживання прісної води

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяються на споживачів і користувачів води. Споживачі забирають воду з джерела водопостачання, використовують її для виготовлення продукції, а потім повертають, але вже в меншій кількості й іншій якості. Користувачі води 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).

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

При застосуванні прямоточної системи вода з водного джерела надходить на промисловий об'єкт, використовується в процесі виробництва продукції, потім проходить очищення й після цього скидається у водостік чи водойму. При оборотній системі водопостачання відпрацьована вода після очищення не повертається у водойму, а знову використовується в процесі виробництва. Витрати води при такій системі значно нижчі. Наприклад, ТЕС потужністю 1 млн. кВт при прямому водопостачанні (для охолодження агрегатів) споживає 1,5 км³ води щорічно, а при оборотній схемі — лише 0,12 км³, тобто в 13 разів менше.

Кількість води (м³), необхідної для виробництва 1 т продукції, називають водоємністю виробництва. За цим показником різні виробництва дуже відрізняються. Наприклад, на виробництво 1 т прокату необхідно 10—15 м³ води, а хімволокна — відповідно 2000—5000 м³. Одним з найбільших споживачів води в промисловості є атомні електростанції. Наприклад, Хмельницька АЕС, що розташована у верхів'ях р. Горинь, повністю «випиває» воду цієї річки. А між тим ця річка колись була основним джерелом водопостачання населення й промисловості Рівненської області.

Основним споживачем прісної води між тим є сільське господарство (70 % її загального використання). Це зумовлено в першу чергу зростанням площ зрошуваного землеробства. Зрошувані землі набагато продуктивніші від незрошуваних. Сьогодні в світі зрошувані землі становлять 15 % площ усіх сільськогосподарських угідь й дають понад 50 % всієї продукції.

Питоме водоспоживання під час зрошення залежить від виду сільськогосподарських рослин, клімату, технічного стану зрошувальних систем і способів поливу. Так, якщо норми поливу ($\text{м}^3/\text{га}$) для зернових культур становлять 1500—3500, то для цукрового буряка відповідно 2500—6000, а для рису — 8000—15000.

Більша частина води (20—60 %), використаної для зрошення, безповоротно втрачається (випаровується), деяка кількість її повертається назад у водойми у вигляді так званих зворотних вод, які сильно забруднені солями.

Водопостачання населення (близько 10 % всієї споживаної людством води) 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, що означає добовий об'єм води в літрах, необхідний для задоволення потреб одного жителя міста чи села. У великих містах світу питоме водоспоживання сьогодні становить ($\text{л}/\text{добу}$): Нью-Йорк — 600, Париж — 500, Москва — 400, Київ — 333, Лондон — 263.

3.3.2. Забруднення води

У результаті діяльності людей гідросфера Землі змінюється. Серед цих змін розрізняють кількісні (зміна кількості води, придатної для використання) й якісні (забруднення води внаслідок антропогенного впливу).

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

Фізичне забруднення виникає внаслідок збільшення у воді нерозчинених домішок — піску, глини, намулу за рахунок змиву дощовими водами з розораних ділянок (полів), надходження суспензій з діючих підприємств гірничорудної промисловості, пилу, що переноситься вітром у суху погоду тощо. Тверді частки знижують прозорість води, пригнічуючи розвиток водних рослин, забивають зябра риб та інших водних тварин, погіршують смакові якості води, а то й роблять її взагалі непридатною для споживання.

Хімічне забруднення води відбувається за рахунок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) і органічного надходження (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо). Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляє у водойми, посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту, що полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній послідовній ланці харчового ланцюжка. Так, у фітопланктоні вміст шкідливої сполуки виявляється вдесятеро вищим, ніж у воді, в зоопланктоні (личинки, дрібні рачки тощо) — ще вдесятеро, в рибі, яка харчується зоопланктоном, — ще вдесятеро. А в організмі хижих риб (таких, як щука чи судак) концентрація отрути збільшується ще вдесятеро і, отже, буде в десять тисяч разів вищою, ніж у воді! Нещодавно, наприклад, було повідомлення в пресі, що вміст ртуті в балтійській трісці подекуди дорівнює 800 мг на 1 кг маси риби. Це означає, що, з'ївши п'ять-вісім таких рибин, людина одержує стільки ртуті, скільки її міститься в медичному термометрі.

Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообмінові між водою і атмосферою і знижує вміст кисню у воді; 1 т нафти здатна розпливтися плівкою на 12 км² поверхні води. Осідаючи на дно, згустки мазуту вбивають донні мікроорганізми, що беруть участь у самоочищенні води. Гниття донних осадків, забруднених органічними сполуками, продукує в воду отруйні сполуки, зокрема, сірководень, що забруднює всю воду в річці чи озері.

Основними заабруднювачами води є хімічні, нафтопереробні й целюлозопаперові заводи, великі тваринницькі комплекси, гірничорудна промисловість. Останнім часом особливе місце серед забруднювачів води посідають синтетичні миючі засоби. Ці речовини надзвичайно стійкі, зберігаються у воді роками. Більшість із них містить фосфор, що сприяє бурхливому розмноженню у воді синьо-зелених водоростей і «цвітінню» водойм, яке супроводжується різким зниженням у воді вмісту кисню, «заморами» риби, загибеллю інших водних тварин. Під час «цвітіння» Каховського та інших «фрукотворних» морів на Дніпрі стоїть сморід, а хвилі викидають на берег трупи риби, що задихнулася.

Біологічне забруднення водойм полягає у надходженні в них зі стічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибків, яєць червів і т. д., багато з яких є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки (особливо, якщо вони неочищені чи очищені недостатньо), а також стоки підприємств цукрових заводів, м'ясокомбінатів, заводів, що обробляють шкіру, деревообробних комбінатів. Особливої шкоди біологічне забруднення водойм завдає в місцях масового відпочинку людей (курортні зони узбережжя морів). Через поганий стан каналізаційних та очисних споруд останнім часом в Одесі, Маріуполі й інших містах узбережжя Чорного й Азовського морів неодноразово закривались пляжі, оскільки в морській воді було виявлено збудників таких небезпечних хвороб, як холера, дизентерія, гепатит тощо.

Теплове забруднення води спричиняється спуском у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних установок. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їх мешканців. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до 26—30 °С, діє пригнічуюче на риб та інших мешканців водойм, а якщо температура води піднімається до 36 °С, вся риба гине. Найбільшу кількість теплої води викидають у водойми атомні електростанції.

3.3.3. Очищення стічних вод

Усі природні водойми мають здатність до самоочищення. Самоочищення води — це нейтралізація стічних вод, випадіння в осадок твердих забруднювачів, хімічні, біохімічні та інші природні процеси, що призводять до видалення з водойми забруднювачів й повернення води до її первісного стану. Проте здатність водойми до самоочищення має свої межі. Нині у водойми стало надходити так багато стічних вод, а самі ці води настільки забруднені різними токсичними (отруйними) для мешканців водойм забруднювачами, що багато з водойм почали деградувати. Тому людство, якщо воно хоче мати майбутнє, повинне вдатися до спеціальних досить дорогих і трудомістких заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до стану, коли б вони стали придатними для використання. До заходів, що мають забезпечити нормальний стан водних об'єктів, можна віднести:

- ✓ нормування якості води, тобто розробку критеріїв щодо її придатності для різних видів водокористування;

- ✓ скорочення обсягів скидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів;
- ✓ очищення стічних вод.

Діючими в Україні законами передбачається, що для різних народногосподарських потреб має використовуватися вода певної якості. Недопустимо, наприклад, використовувати питну воду для охолодження блоків ТЕС, забороняється скидати у водойми стічні води, які містять цінні відходи, що можуть бути вилучені шляхом раціональної технології. Головним напрямом захисту водного середовища в промисловості є перехід підприємств до роботи за схемою замкнутого циклу водопостачання, коли підприємство після очищення власних стічних вод повторно використовує їх у технологічному циклі, й забруднені стічні води взагалі не потрапляють у водойми.

У сільському господарстві, що є основним споживачем води, слід запровадити сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна суцільного поверхневого поливу на зрошуваних землях дощуванням або крапельним поливом дозволяє отримувати ті ж врожаї при витратах води у 5—7 разів менших. Зменшення кількості пестицидів, фосфатів, нітратів у водоймах можна досягти частковою заміною хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби зі шкідниками й хворобами рослин, чітким дотриманням сівозмін, введенням більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів рослин.

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

Механічне очищення полягає у видаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, глини, намулу), а також жирів і смол. Для цього використовуються відстійники, сита, фільтри, центрифуги тощо. Сучасні передові методи на кращих зарубіжних установках дозволяють виділяти до 95 % твердих нерозчинних забруднювачів зі стічних вод.

Хімічне очищення стічних вод проводиться після їх механічного очищення. При цьому в забруднену різними сполуками воду додають спеціальні речовини-реагенти, які, вступаючи в реакцію з забруднювачами, утворюють нешкідливі або нерозчинні речовини, що випадають в осадок і видаляються.

Біологічне очищення полягає у використанні природних або штучних водойм, де в стічні води (вже очищені механічним і хімічним способами) додають спеціальні мікроорганізми, що харчуються органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, фенолами тощо), розкладаючи їх до простих нешкідливих сполук (води, вуглекислого газу, мінеральних солей).

Деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не піддаються очищенню ніякими сучасними методами, їх доводиться захороняти, закачуючи в підземні сховища. Таким чином, створюються небезпечні об'єкти, оскільки завжди існує загроза потрапляння таких отруйних вод у підземні водоносні горизонти. Інколи такі води піддають випаровуванню у відстійниках, щоб зменшити масу й об'єм відходів, які потребують поховання.

3.3.4. Охорона вод Світового океану

Стан вод Світового океану сьогодні викликає велику тривогу. Його забруднюють переважно річками, з якими щорічно надходить понад 320 млн. т солей заліза, 6,5 млн. т фосфору та ін. Дуже багато забруднень потрапляє в океани і з атмосфери: 200 тис. т свинцю, 1 млн. т вуглеводнів, 5 тис. т ртуті тощо. Близько третини мінеральних добрив, що вносяться в ґрунт, вимивається з нього дощовими водами й виноситься річками в моря й океани; лише азоту й фосфору таким шляхом потрапляє в Світовий океан близько 62 млн. т на рік. Ці речовини викликають бурхливий розвиток деяких одноклітинних водоростей, що вже не раз спричиняло так звані «червоні припливи» (хоча колір води при цьому буває й жовтим, і синьо-зеленим, в залежності від виду водорості). У «підживленій» нітратами й фосфатами морській воді ці рослини надзвичайно швидко розмножуються, утворюючи подекуди на поверхні води гігантські «ковдри» товщиною до 2 м і площею в багато квадратних кілометрів. Така ковдра діє як прес, що душить у морі все живе. Гинучи, водорості опускаються на дно, де починають гнити, поглинаючи увесь кисень з води. Це викликає загибель донних організмів.

До найбільш шкідливих забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти, їх щорічно потрапляє сюди 5—10 млн. т, головним чином в результаті втрат при добуванні нафти з морських родовищ, аварій танкерів, берегового стоку тощо. Так, внаслідок аварії танкера «Екссон валдіз», що стався в 1990 р. поблизу Аляски, в море потрапило 40 тис. т нафти. Величезні нафтові плями були рознесені морськими течіями й вітром далеко від місця аварії, забруднивши значні ділянки узбережжя, спричинивши загибель тисяч тюленів, морських птахів, риби тощо. А в 1991 р. внаслідок війни між Кувейтом та Іраком (відомої як операція «Буря в пустелі») нафта з підірваних танкерів і нафтопроводів вкрила 1550 км поверхні Перської затоки і 450 км берегової смуги, де загинула велика кількість морських черепах, дюгонів, птахів, крабів та інших тварин.

Нафтова плівка на поверхні моря пригнічує життєдіяльність морського фітопланктону, що є одним із головних постачальників кисню в земну атмосферу, порушує тепло- і вологообмін між океаном і атмосферою, губить мальків риб і інших морських організмів.

Моря й океани забруднюються також твердими відходами — промисловими й побутовими, їх в Світовому океані накопичилось вже понад 20 млн. т. Більшість із них містять сполуки важких металів та інші шкідливі речовини, що згубно діють на морську фауну й флору. В Світовий океан потрапила велика кількість радіоактивних речовин внаслідок випробувань атомної зброї, роботи атомних реакторів військових підводних човнів і криголамів, скидання контейнерів з відходами атомних електростанцій тощо. Загальна кількість радіоактивності, принесеною людиною в Світовий океан, становить $1,5 \times 10^9$ Кі, в той час як під час чорнобильської аварії в атмосферу було викинуто 5×10^7 Кі, тобто в 30 раз менше.

Найбільше забруднення Світового океану відбувається в його мілководній прибережній зоні. Шельф океану — це райони, де більшість морських організмів проводить значну частину свого життя; до того ж саме тут мільйони рибалок заробляють собі на життя, а ще більша кількість людей відпочиває.

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 із морських родовищ тощо.

Найбільш відомою з них є угода, підписана більшістю країн світу в 1982 р., що дістала назву «Хартія морів».

3.4. Літосфера

Літосфера — це зовнішня тверда оболонка Землі, що включає всю земну кору й частину верхньої мантії Землі й складається з осадкових, вивержених і метаморфічних порід. Екологічне значення літосфери величезне. По-перше, на її поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, у тому числі й людина. По-друге, верхня тонка оболонка літосфери на материках — це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основною умовою для отримання продуктів харчування людей. По-третє, літосфера є джерелом отримання корисних копалин — енергетичної сировини, руд металів, мінеральних добрив, будівельних матеріалів тощо. У межах літосфери періодично відбувались і відбуваються грізні екологічні процеси (виверження вулканів, землетруси, зсуви, селі, обвали, ерозія земної поверхні), які мають величезне значення для формування екологічних ситуацій в певних ділянках планети, а іноді призводять до глобальних екологічних катастроф.

Нижня межа літосфери нечітка й визначається за різким зменшенням в'язкості порід, збільшенням їхньої щільності й іншими геофізичними характеристиками. Товщина літосфери на континентах і під океанами різниться й становить відповідно 25—200 і 5—100 км. Найглибші шахти, пройдені людьми, сягають глибин 3—4 км, найглибша в світі свердловина (пройдена на Польському півострові) досягла глибини 12 км. Про стан і будову більш глибоких зон літосфери нам відомо лише на основі побіжних методів, таких як сейсмо- та електророзвідка, гравіметрія тощо.

3.4.1. Охорона ґрунтів

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

Найродючіші та найпотужніші ґрунти — чорноземи — формувалися протягом багатьох тисячоліть у зонах лугових степів, де був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів — 500—600 мм на рік) і оптимальні умови для розвитку багатой трав'яної рослинності. Найбільші в світі запаси чорноземів зосереджено на території України. Про їхню цінність свідчить хоча б такий факт:

у роки другої світової війни німецькі окупанти вивозили українські чорноземи залізничними ешелонами до Німеччини. Сьогодні, на жаль, запаси та якість цього неоціненного природного ресурсу в нашій державі значно зменшилися, що пояснюється варварською, непродуманою їх експлуатацією, ерозією, засоленням, відчуженням земель під кар'єри й промислові споруди тощо.

Дуже важливим компонентом ґрунту є гумус (перегній) — органічна речовина, що утворилася з решток відмерлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів, які переробляють їх, розкладають, збагачують вуглекислим газом, водою, аміаком та іншими речовинами. Ґрунтоутворення — важлива частина біологічного кругообігу речовин і енергії. Ґрунт забезпечує рослини калієм і вуглецем, азотом і фосфором тощо. Родючість ґрунту залежить від кількості цих речовин в гумусі, гумусу в ґрунті та товщини шару ґрунту. Кращі чорноземи містять до 70—90 % гумусу (в залежності від того, живий чи мертвий гумус).

Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, які крізь них фільтруються. Ґрунтово-рослинний покрив планети є

регулятором водного балансу суші, оскільки він поглинає, утримує й перерозподіляє велику кількість атмосферної вологи. Це — універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенних забруднень. Тому користуватися ґрунтом, землею слід розумно й бережно. В гонитві за врожаєм ґрунти почали орати дедалі глибше та частіше, вносити в них величезні кількості мінеральних добрив та пестицидів. В результаті на величезних площах степової і посушливої зон ґрунти втратили здатність вбирати й пропускати воду, їхня структура деградувала, вони перенасичені шкідливими хімічними сполуками. Повсюдно врожайність ґрунтів катастрофічне зменшується. Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів — нейтралізація, розсолення, збагачення гумусом тощо. Як наголошується в одній з останніх доповідей ООН, подальше існування нашої цивілізації поставлене під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, що зростає. Нині охорона й раціональне використання земельних ресурсів — одна з найактуальніших проблем.

3.4.2. Охорона земної поверхні

Площа всієї суші на Землі становить 148 млн. км²; 10 % цієї території займають льодовики Антарктиди, Гренландії. Вся решта території є вичерпними ресурсами поверхні Землі: 33,1 % цієї території займають сільськогосподарські угіддя, 30,1 % — ліси, 36,8 % — так звані «інші землі» (площі, зайняті населеними пунктами, промисловими підприємствами, транспортними магістралями тощо, а також болотами, горами, тундрою, пустелями). За рахунок 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 промисловим і цивільним будівництвом, зведенням військових споруд (аеродромів, полігонів, баз, складів тощо), видобуванням корисних копалин.

Сільськогосподарські землі — найцінніша частина земельних ресурсів, оскільки вони забезпечують людство продуктами харчування. Більша частина сільськогосподарських земель відводиться під рілля, решта — під площі багаторічних насаджень (плантації, сади, лісосмуги), луги й пасовиська. Швидко зростаюче населення Землі вимагає збільшення кількості продуктів харчування, основним постачальником яких є орні землі. А можливостей для розширення їхньої площі нині майже ніде на Землі не залишилось. Навпаки, в багатьох країнах спостерігається неухильне їх скорочення. Тому єдиним способом задоволення зростаючих потреб у продуктах харчування є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва — більші врожаї з тих самих площ. У світі є певний досвід у цій справі. Наприклад, у 50—60-х роках у деяких країнах Азії та Латинської Америки мала місце так звана «зелена революція», коли за сприяння фахівців ООН були впроваджені високоврожайні сорти рису, пшениці, інших сільськогосподарських культур, застосовані нові прогресивні технології вирощування, меліорації тощо, що дозволило різко (у три-п'ять і навіть більше разів) підвищити врожайність основних сільськогосподарських культур. Така країна, як Індія, наприклад, не лише змогла нагодувати своє населення, але навіть стала експортувати рис за кордон.

Сьогодні в посушливих районах Землі спостерігається дуже небезпечне явище *дезертизації* (опустелювання). Причиною його є вразливість природи в цих зонах,

надмірне використання земель під пасовиська, коли худоба поїдає й витоптує слабкий трав'яний покрив, а населення вирубує на дрова нечисленні дерева й кущі. В результаті різко зростає деградація ґрунтів, і територія перетворюється на пустелю. Так, за останні 50 років площа пустелі Сахара збільшилася на 650 тис. км². Фахівці ООН підраховали, що загалом у світі кожної хвилини втрачається, перетворюється на безплідну пустелю 44 га землі!

Більше 6 млн. га врожайних земель, пасовиськ і гірських луків щорічно у світі перетворюються на пустелі.

Майже 11 млн. га вологих тропічних лісів, надзвичайно важливих для життя біосфери щорічно зникає.

Ліс — надзвичайно важлива складова частина біосфери. Це один із основних поглиначів вуглекислого газу й виробників кисню, постачальник дуже цінних матеріалів (деревина, сировина для хімічної промисловості, продукти харчування тощо), поглинач пилових й газових забруднень атмосфери, охоронець поверхні Землі від водної ерозії і суховіїв.

Ліс — місце проживання багатьох звірів, птахів, комах. Він має величезне оздоровче значення, оскільки деякі дерева, такі, як біла береза, смерека тощо продукують особливі леткі речовини, так звані *фітонциди*, що вбивають хвороботворні мікроби і роблять повітря цілющим. І нарешті, ліс діє на людину заспокійливо, сприяє пробудженню у неї творчої наснаги, доброго, піднесеного настрою.

Відповідно до норм лісового законодавства, прийнятих більшістю 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 лісовими ресурсами.

3. Ліси експлуатаційні — тайга, тропічні ліси. У лісах першої та другої групи (а саме такі є на території України) забороняється проводити заготівлю деревини, тут допускаються лише так звані санітарні рубки, коли вирубуються лише хворі та всохлі дерева. А взагалі у лісоводів є старовинне добре правило: «Зрубав дерево — посади два нових!»

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

3.4.3. Рекультивация порушених земель

У результаті господарської діяльності людей виникають порушені землі, що втратили свою господарську цінність або навіть стали джерелом негативного впливу на природне середовище. Найбільше порушують землю відкриті гірничі розробки (кар'єри). У Криворізькому районі, наприклад, великі площі колись родючої землі перетворено залізорудними кар'єрами на ділянки «місячного ландшафту», де не може рости жодна рослина чи жити жодна тварина. Землі порушуються також великими

відвалами пустих порід, шлаків, звалищами сміття й побутових відходів поблизу великих міст.

Кар'єри, терикони, звалища, крім того, що займають великі площі земної поверхні, є джерелом забруднення атмосфери й гідросфери: з них вітрами розноситься пил, деякі терикони димлять, забруднюючи повітря окисами сірки, забруднені води з відвалів потрапляють у водоносні горизонти й водотоки. За рахунок інтенсивного відкачування підземних вод з шахт і кар'єрів знижується рівень підземних вод на прилеглих територіях, інколи (поблизу великих кар'єрів) підземні води щезають зовсім.

Згідно з існуючим законодавством, порушені землі повинні бути відновлені шляхом рекультивації. Це стосується, зокрема, кар'єрів, рекультивацію яких проводять ті ж гірничовидобувні підприємства, що їх створили.

Рекультиваційні роботи виконуються в два етапи: технічна рекультивація, потім біологічна. Проводячи технічну рекультивацію, порушені землі готують до подальшого їх використання: планують поверхню порушеної землі (найглибші частини кар'єрів засипають пустими породами, виположують їхні стінки), знімають, перевозять і складають у бурти родючий ґрунт (це роблять до початку заглиблення кар'єра), будують дороги, гідротехнічні й меліоративні споруди. Після планування відвали проходять період стабілізації (один-два роки), коли під дією сили тяжіння й зволоження відвальні породи ущільнюються.

Біологічна рекультивація здійснюється після технічної й передбачає заходи для поліпшення фізичних і агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях (вапнування, піскування, внесення мінеральних добрив тощо).

Розрізняють кілька видів рекультивації залежно від того, як саме планується використовувати порушені землі.

Сільськогосподарська рекультивація здійснюється в районах розвинутого сільського господарства на великих за площею відвалах чи кар'єрах. Це найдорожчий вид рекультивації, бо до земель, де мають вирощуватися сільськогосподарські культури, ставляться найбільші вимоги.

Лісогосподарська рекультивація проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними сортами дерев. Її вартість і вимоги до агрохімічних характеристик ґрунту нижчі, ніж при сільськогосподарській рекультивації.

Водогосподарська рекультивація здебільшого стосується тих кар'єрів, які після їх відпрацювання заповнюються ґрунтовими й дощовими водами. Такі штучні озера впорядковуються, зарибнюються, їхні береги озеленюються тощо.

Рекреаційна рекультивація виконується неподалік від міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською й лісогосподарською (озера в кар'єрах впорядковуються, на їхніх берегах споруджуються пляжі, бази відпочинку, висаджуються дерева й кущі і т. д.).

Санітарно-гігієнічна рекультивація проводиться з метою консервації порушених земель, припинення шкідливої дії кар'єрів, відвалів на природне середовище (скажімо, щоб звалище не забруднювало повітря й підземні води), коли з якихось причин використання порушених земель вважається недоцільним.

Будівельна рекультивація має метою підготувати порушені землі під будівництво житлових будинків, спортивних майданчиків, промислових підприємств, складів і т. д. Кар'єри при цьому засипаються відвальними породами, побутовими відходами, стінки їх виположуються, підводяться дороги, теплотраси, виконуються меліоративні (дренаж та ін.) роботи.

3.4.4. Охорона земних надр

Надра Землі використовуються людиною в кількох напрямках:

- 1) для добування корисних копалин;
- 2) зберігання рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах;
- 3) створення різних споруд, сховищ і навіть цілих заводів;
- 4) транспортних комунікацій (метро, трубопроводи);
- 5) захоронення токсичних промислових і стічних вод. Головним напрямом, звичайно, є добування мінеральної сировини.

Є два види діяльності людини, що мають особливо велике значення, оскільки від них залежить благополуччя суспільства:

це робота сільського трудівника, що виробляє продукти харчування, й робота гірника, шахтаря, що видобуває з надр Землі енергетичну й мінеральну сировину, без якої неможливе існування всіх галузей господарства. При цьому якщо виробництво харчових продуктів прямо пропорційне зростанню населення, то зростання енергомісткості й матеріаломісткості сучасного виробництва відзначається значним випередженням по відношенню до зростання населення.

Як свідчать статистичні дані, при зростанні населення в 4,5 рази потреба в енергії зростає в 12, а матеріалів, що добуваються з надр Землі, — в 9 разів.

Сьогодні, за даними ООН, з надр Землі щорічно добувається близько 20 млрд. т корисних копалин, а до 2000 р. ця кількість, за прогнозами, зросте в 4—6 рази. При цьому разом із корисними копалинами з надр піднімається на поверхню ще більше так званих «пустих порід»: їхня кількість оцінюється в 150 млрд. т щорічно. Всього ж, як вважають вчені, за всю історію людства, починаючи з бронзового віку, людством було виплавлено 16 млрд. т різних металів, у тому числі за останні 40 років — 11 млрд. т.

З середини. XVI до середини XX ст. споживання людством заліза зросло в 5000 разів. І темпи його видобування подвоюються кожні 10 років. Приріст видобування драгу: 1980 р. 40—50 тис. т: 1985 — 85—100 тис. т: 2000 р. — до 800 тис. т.

При сучасній технології добування й переробки корисних копалин лише 1—5 % речовини, що добувається з надр, використовується у вигляді продукції, все решта йде у відвали й відходи.

На скільки ж років вистачить людству наявних запасів корисних копалин і які вони, ці запаси? За даними науки геохімії, в десятикілометровій верхній товщі літосфери 99 % її маси складають 12 хімічних елементів: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C і Cl. Усі інші елементи знаходять в дуже невеликих кількостях. Між тим людство використовує всі елементи таблиці Менделєєва, проте в різних кількостях. За останні десятиліття величезного значення для економіки всіх країн набули такі корисні копалини, як нафта й газ, алюміній, титан, хром, нікель, кобальт, уран, марганець, свинець та олово. Як вважають міжнародні експерти, за тих темпів споживання, які характерні для сучасної найрозвиненішої країни світу — США — всі розвідані запаси цих корисних копалин на материках будуть вичерпані за кілька десятиліть (для деяких — за одно-два століття).

За даними ООН, ресурси 18 економічно найважливіших мінералів знаходяться на межі повного вичерпання, навіть якщо впровадити

рециклічність і відновлення. Серед них — золото, срібло, ртуть, свинець, сірка, олово, цинк, вольфрам.

Щоправда, ці прогнози не можна вважати остаточними. Слід враховувати додаткові фактори.

1. Не всі родовища корисних копалин ще відкрито й взято на облік. Особливо це стосується глибин літосфери понад 3—4 км, які вивчено ще дуже слабо. Крім того, величезні мінеральні багатства містить Світовий океан. Це й родовища нафти та газу, і залізо-марганцеві та фосфоритові конкреції, і розсипні родовища золота, платини, алмазів, рідкісних металів тощо. Сьогодні ці багатства використовуються дуже мало.

2. У зв'язку з вичерпуванням багатих родовищ, розробкою нових технологій переробки руд у ряді випадків стає економічно вигідним переробляти так звані некондиційні руди, тобто руди з низьким вмістом корисних компонентів, які раніше йшли у відвали. Так, до другої світової війни в Криворізькому залізорудному районі залізо добувалося з руд, які містили не менше 50 % цього елемента, бідніші руди йшли у відвали. Після війни кондиційними стали вважати руди з 46 % заліза. Тому стало економічно вигідним переробляти відвали, яких в цьому районі накопичилась величезна кількість. Інший приклад — родовища бітумінозних пісковиків, запаси яких у США величезні. З них можна добувати нафту, але при нинішніх цінах на цю сировину на міжнародному ринку нафта, добута з пісковиків, виявляється економічно нерентабельною. Та ось «нафтова криза», що сталася в 70-х роках, призвела до того, що вчені США впритул зайнялися технологією отримання пального з бітумінозних пісковиків. Було затрачено великі кошти на наукові дослідження, в результаті собівартість нафти, отримуваної з пісковиків, удалося знизити в кілька разів. Нафта, що добувається із «звичайних» родовищ, постійно дорожчає, і при збільшенні її вартості вдвоє порівняно з цінами 90-го року, стане економічно вигідно добувати нафту з пісковиків.

3. Великі й ще не до кінця використані можливості економії та раціонального використання ресурсів стосуються й тих родовищ, що розробляються сьогодні у світі. Йдеться передусім про зниження *кількісних і якісних* втрат корисних копалин при їх добуванні. Кількісні втрати зумовлені тим, що частина руди чи вугілля залишається недобутою під землею — в ділянках між блоками і між шахтами, в так званих охоронних ціликах (стовпах породи, що їх залишають під землею, аби запобігти обвалам покрівлі). Якісні втрати спричиняються тим, що під час добування корисної копалини частина руди змішується з пустими породами, в результаті вміст металу в руді виявляється нижчим, зростає зольність вугілля тощо.

При добуванні корисних копалин відкритим способом (кар'єрами) втрати значно нижчі (10—12 %), ніж при підземному, шахтному способі (30—40 %). Проте не кожне родовище можна розробляти відкритим способом, а крім того, при такому способі виникають інші порушення природного середовища (див. 2.4.3).

Значну економію ресурсів дають новітні технології добування корисних копалин — свердловинне гідродобування й вилуговування, підземна виплавка сірки, газифікація вугілля в надрах тощо. Дуже перспективними вважаються мікробіологічні методи добування корисних копалин: виведено такі різновиди бактерій, які, розкладаючи сульфідні й інші сполуки з дуже бідних руд, переводять деякі метали в розчинну у воді форму, звідки їх після цього можна вилучати економічно вигідним способом (так зараз добувають Zn, Mn, Au, Bi, Pb, U, Sb, Li і Ge).

4. Важливим в економії мінеральної сировини є використання *вторинних ресурсів*. Наукові розрахунки свідчать, що можна повторно використовувати до 70 % основних металів. Сьогодні ж у кращому разі промисловістю економічно розвинених

країн використовується лише 30—40 % міді, заліза й інших металів, решта безповоротно втрачається, накопичується у звалищах, розсіюється, забруднюючи біосферу. Слід врахувати, що отримання сировини з вторинних ресурсів вимагає набагато менше затрат, в тому числі й енергетичних, ніж при отриманні цієї ж сировини з первинних руд. Наприклад, скло, одержане шляхом переплавки битих скляних виробів, пляшок тощо, вимагає вчетверо менших затрат електроенергії, ніж скло, отримане з первинних ресурсів (піску, поташу й ін.). Переробка вторинних ресурсів дає прибуток. Так, американські підприємства переробляють старі пластмасові пляшки від напоїв у все що завгодно — від стовпчиків для огорож до теплих прокладок у зимових куртках. Гори зношених автомобільних шин перетворюють на ремені для вентиляторів, автодеталі і навіть нові шини. Алюміній, отриманий зі старих банок від пива, вдвоє дешевший алюмінію, який виплавляється з бокситів. До 70 % газет, що виходять у США, друкуються на папері, виготовленому зі старих газет.

5. Все ширше в господарстві починають використовуватися замітники дефіцитних ресурсів. Так, в машинобудуванні 1 т полімерних матеріалів може замінити 3 т бронзи, свинцю й інших гостродефіцитних металів. Важкі, багатотонні опори для крупних велетнів, які раніше виготовлялись з чавуну, сьогодні з успіхом замінюють бетонними. Застосування нових конструкційних матеріалів — композитів дозволило конструкторам найбільшого в світі (до речі, вітчизняного, українського) літака «Мрія» знизити його вагу на 3 т, а це дозволяє за період експлуатації кожної такої машини зекономити 18 тис. т (!) дефіцитного авіаційного пального.

Взагалі в світі спостерігається тенденція до зменшення обсягів використання природних ресурсів. Металургійні гіганти такого типу, які досі діють в Україні, пожираючи мільйони тонн руди, коксу тощо й випускаючи мільйони тонн неякісного чавуну й сталі, є вчорашнім днем промисловості. Економіка найбільш розвинених країн світу все більше починає базуватися на малотоннажному виробництві, де основними галузями є такі, як складне сучасне машинобудування, електроніка, обчислювальна техніка. Тому одним із основних завдань, що стоять перед народним господарством нашої молоді держави, є докорінна перебудова структури її промисловості, а саме — зниження частки важкої індустрії й військово-промислового комплексу й збільшення частки наукової продукції та товарів народного споживання. Це істотно зменшить енерго- й матеріаломісткість виробництва й залежність України від зовнішніх поставок ресурсів, передусім паливно-енергетичних.

Зменшення обсягів видобування мінеральних ресурсів із надр Землі досягається також їх комплексним використанням. Практично всі родовища твердих корисних копалин комплексні, тобто крім основного компоненту містять цілий ряд супутніх. Так, поліметалічні руди, крім основних металів (міді, свинцю та нікелю), містять ще Au, Ag, Pt, Sn, W, Mo, Co, As, Fe, Ba, Cd, Se, Te, In, Re та інші. Інколи цінність супутніх корисних компонентів вища, ніж основних.

Більшість залізних руд також багатоконпонентні. Це стосується, наприклад, залізних руд нашого Криворіжжя, які, крім заліза, містять також V, Cu, Co, Ni, Ge, P, S, B, Ta, Nb і Zr. Не всі ці корисні компоненти сьогодні вилучаються з криворізьких руд, хоча відповідні технології в світі існують.

Значно порушують земну поверхню гірничі розробки — шахти, кар'єри, свердловини. Підземні розробки викликають утворення пустот, тріщин у гірських породах, просідання ґрунту, обвали породи, осушування водоносних горизонтів. З гірських порід виділяються шкідливі гази (метан, сірководень), спостерігаються раптові прориви підземних вод, явища так званого «гірського удару» тощо. Проходка кар'єрів супроводжується великими штучними зниженнями рельєфу, по краях кар'єрів

розвиваються зсуви, обвали, в районах кар'єрів і шахт відбувається значне пониження рівня ґрунтових вод. Навколо родовищ, що розробляються, утворюються відвали пустих порід, терикони, що займають великі площі родючих земель. Поверхневі водотоки забруднюються мінералізованими водами, що відкачуються з шахтних горизонтів.

Відомі методи якщо не запобігання, то хоча б пом'якшення негативних наслідків цих екологічних порушень. Головним напрямом тут повинно стати якнайширше впровадження маловідходних або (в ідеалі) безвідходних технологій. Суть їх полягає в тому, що із земних надр треба брати якомога менше, а з того, що взято, вилучати якомога більше корисних компонентів. Так, при кар'єрному методі добування корисних копалин накопичується дуже багато «пустих» порід, серед яких немало таких, які самі є цінною сировиною (пісок, глина, крейда тощо). Використання цих порід для виготовлення будівельних матеріалів, вапна, цегли тощо дозволяє різко скоротити обсяги відвалів, повніше використати матеріали, на отримання яких затрачено багато праці й енергії. «Пусті» породи можна використовувати для засипання боліт, ярів, балок, тобто за їхньою допомогою отримувати нові площі корисних земель, а не вилучати з обороту старі, займаючи їх відвалами. Метан, який у великій кількості виділяється з вугільних пластів і є потенційно небезпечним забруднювачем атмосфери, може бути використаним у топках котелень, для опалювання теплиць тощо. З мінералізованих шахтних вод можуть бути вилучені такі корисні компоненти, як літій, бром, кадмій та ін. Закладання підземних штреків і штолень у шахтах тими ж «пустими» породами дозволяє запобігти просідання поверхні над шахтами; цей спосіб також дозволяє економити багато енергії, оскільки «пусті» породи в цьому випадку не потрібно піднімати на поверхню.

За даними НАН України (за станом на 1990 р.), наша держава забезпечена розвіданими запасами таких видів сировини, як залізні й титанові руди на 140 %, марганцева руда — на 175, цементна сировина — на 100, нафта — на 8, природний газ — на 22, вугілля — на 95 %.

3.5. Біосфера

Живі істоти (рослини, тварини, мікроорганізми) живуть на поверхні Землі, в її атмосфері, гідросфері, верхніх шарах літосфери, утворюючи оболонку або сферу життя — *біосферу*. Вперше цей термін вжив австрійський вчений Е. Зюсс у 1875 р., але поширився він після праць нашого видатного вченого, засновника та першого президента Академії наук України, В. І. Вернадського (рис. 17). Він довів, що живі організми відіграють дуже важливу роль у процесах, котрі відбуваються у всіх сферах Землі. «Якби на Землі було відсутнє життя,— писав учений,— обличчя її було б таким же незмінним і хімічно інертним, як нерухоме обличчя Місяця, як інертні уламки небесних світил». За мільярди років існування Землі живі істоти рішуче змінили склад її атмосфери, гідросфери й літосфери, створивши, по суті, зовсім нове середовище життя.

Людина, як біологічна істота, також є складовою частиною біосфери. Вона не може існувати в іншому середовищі, ніж те, що склалося на планеті за її довгу історію — не може дихати повітрям іншого складу, не може пити води, забрудненої шкідливими домішками, не може жити при іншому, ніж сьогодишнє, напруженні планетного магнітного поля і т. д. Негативно діє на здоров'я й психіку людини зміна звичайних умов її існування, заміна природних ландшафтів «кам'яними джунглями» міст — перенаселених, перенасичених хімічним смогом, електромагнітними полями, шумом, насильством.

Пристосовуваність живих організмів вражає. Живі бактерії виявлено в гарячих гейзерних джерелах з температурою води 98 °С, а також в тріщинах антарктичних льодовиків, де температура рідко коли піднімається вище 0°. Бактерії живуть у глибинних водах Чорного моря, насичених сірководнем, деякі бактерії виявлено навіть в атомних реакторах. Живу спору бактерії було виявлено в одній із трубок американської космічної станції, яка три роки перебувала на поверхні Місяця — вона потрапила туди з Землі й зберегла життєздатність, незважаючи на перебування в умовах космічного вакууму, різких коливань температури й високого рівня радіації.

Одним з проявів біологічної активності організмів є швидкість їх розмноження. За ідеальних умов (теоретично) вона може досягти швидкості звуку. Французький вчений К. Лінней якось підрахував, що три мухи можуть з'їсти тушу антилопи з такою ж швидкістю, як це робить лев (враховуючи швидкість розмноження мух). Одноклітинна водорість діатомея теоретично здатна за вісім днів створити масу живої матерії, що дорівнює земній, а протягом наступного дня подвоїти її.

Суша маса живої речовини на Землі оцінюється у 2—3 трлн т. Це порівняно з основними сферами планети дуже мала величина: вона в 1000 разів менша за масу тропосфери, в 10 млн. разів — земної кори і в мільярд — за масу Землі. Проте жива речовина відрізняється від неживої надзвичайно високою активністю, зокрема дуже швидким круговоротом речовин. Уся жива маса біосфери оновлюється за 33 доби, а фітомаса (тобто маса рослин) — щодня. Життєдіяльність тварин, рослин і мікроорганізмів супроводжується безперервним обміном речовин між організмами та середовищем їхнього життя, внаслідок чого всі атоми земної кори, атмосфери й гідросфери за історію Землі багаторазово входили до складу живих організмів. Образно кажучи, ми п'ємо воду, що колись входила до складу тканин юрських папоротей і кембрійських трилобітів, і дихаємо повітрям, яким дихали не лише наші далекі предки, а й, скажімо, динозаври.

Жива та нежива речовина на Землі становлять гармонійне ціле, що, власне, й називається *біосферою*. Згідно з образним виразом російського вченого М. Вассоєвича, «біосфера — це й мешканці, й дім, і ми в нім». Крім тих живих істот, що живуть

сьогодні на Землі, В. І. Вернадський включав у біосферу істоти минулих епох, від яких до нашого часу дійшли товщі гірських порід органічного походження (такі, як вапняки чи вугілля); їх вчений називав «палеобіосферами».

Живі істоти Землі складають три типи організмів (див. також 2.2):

1. *Продуценти, або автотрофи*,— організми, що створюють (продукують) органічну речовину з води, вуглекислого газу й мінеральних солей, використовуючи для цього сонячну енергію. У цю групу входять також зелені рослини, їх на Землі налічується близько 350 тис. видів.

2. *Консументи, або гетеротрофи*,— організми, що отримують життєву енергію, харчуючись рослинами чи іншими тваринами. Це травоядні тварини, хижаки, паразити, хижі рослини (такі, як росянка) та гриби. Таких організмів на Землі найбільше — близько 1,5 млн. видів.

3. *Редуценти* — організми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук — води, вуглекислого газу й мінеральних солей, замикаючи таким чином кругообіг речовин у біосфері, їх на Землі близько 75 тис. видів; це — мікроорганізми.

Вчені оцінили також кількість усіх живих особин, що населяють Землю,— 1027 (одиниця з 27 нулями після неї). Вся ця величезна маса живих істот перебуває в надзвичайно складних взаємовідносинах між собою і з неживою речовиною біосфери. Кількість можливих зв'язків між членами якої-небудь екологічної системи визначається за формулою:

$$A = \frac{N(N - 1)}{2},$$

де А — число зв'язків, N — число видів в екосистемі. Якщо, наприклад, у якійсь екосистемі знаходиться 1 тис видів, то число зв'язків і взаємозалежностей між ними буде обчислюватися як $\frac{1000 \times 999}{2}$, тобто становитиме приблизно 500 тис. Серед цих численних зв'язків є малосуттєві, а є надзвичайно важливі, незамінні. Втручання людини в біосферні взаємозв'язки, про значення яких вона здебільшого не має правильного уявлення, часто приводить до негативних наслідків. Наприклад, у 30-ті роки в Норвегії було вирішено відстріляти хижих птахів (полярних сов та яструбів), які, як вважалося, винищували багато цінних промислових птахів — полярних куріпок. Оголошені пільги та премії сприяли повсюдному відстрілу мисливцями хижих птахів. Одразу ж після цієї акції серед куріпок спалахнула епідемія, що майже повністю знищила їх популяцію. Як з'ясувалося, сови та яструби в природі виконували роль санітарів, що поїдали в першу чергу хворих, ослаблених куріпок (їх легше ловити) і таким чином запобігали поширенню епідемії.

У цілому біосфера дуже схожа на єдиний гігантський супер-організм, у якому автоматично підтримується гомеостаз — динамічна сталість фізико-хімічних та біологічних властивостей середовища та стійкість його основних функцій. З точки зору кібернетики (теорії керування), в кожному біоценозі, тобто сукупності організмів, що населяють певну ділянку суші чи водойми, є *керуюча* й *керована* підсистеми. Роль керуючої підсистеми виконують консументи. Вони не дають рослинам занадто розростатися, поїдаючи «зайву» біомасу. За травоядними пильно «стежать» хижаки, запобігаючи їх надмірному розмноженню й знищенню рослинності. Керуючою підсистемою для хижаків є інші хижаки та паразити, якими в свою чергу «керують» надпаразити (хвороботворні мікроорганізми), і т. д. Тому на Землі так багато видів живих організмів. Серед них нема «зайвих» чи «шкідливих», такі епітети їм дає людина. Особливістю зв'язків у біосфері є й те, що керуюча й керована підсистеми в

ній часто міняються місцями. Так, зменшення кількості рослинного корму спричинює зниження чисельності хижаків і паразитів через механізм зворотного зв'язку.

Біосферні зв'язки склалися протягом дуже тривалого часу. В екосистемах немає нічого зайвого, непотрібного. Тому нічого, крім обурення, не навіює картина приміського осіннього лісу, після того, як там пройшли грибники. Збираючи «корисні» гриби — маслюки, лисички, опеньки та ін., грибники пошкоджують «шкідливі» гриби — мухомори, поганки, їм невямки, що мухомори й поганки є необхідною ланкою в екосистемі лісу, оскільки їх міцелій розкладає ті органічні рештки, якими не харчуються інші гриби, отже, вони підтримують рівновагу екосистеми лісу.

Узагальнюючи результати досліджень у галузі геології, палеонтології, біології та інших природничих наук, В. І. Вернадський дійшов висновку, що біосфера — це «стійка динамічна система, рівновага в якій встановилася в основних своїх рисах... з археозою й незмінно діє протягом 1,5—2 мільярдів років». Стійкість біосфери, за Вернадським, виявляється в сталості її загальної маси (10^{19} т), маси живої речовини (10^{15} т), енергії, зв'язаної з живою речовиною (10^{18} ккал), і середнього хімічного складу всього живого. Оскільки всі функції живих організмів у біосфері не можуть виконуватись організмами якогось одного виду, а лише їх комплексом (подібно до того, як якась клітина в організмі не може діяти сама по собі, а лише в складі всього організму), то звідси випливає важливе положення, розроблене Вернадським: *біосфера Землі з самого початку сформувалася як складна система з великою кількістю видів організмів, кожен з яких виконував свою роль у загальній системі. Без цього біосфера взагалі не могла б існувати, тобто стійкість біосфери була з самого початку обумовлена її складністю.*

Вернадському належить відкриття й такого основного закону біосфери: *«Кількість живої речовини є планетною константою з часів архейської ери, тобто за весь геологічний час».* За цей час живий світ Землі морфологічно змінився невпізнанне, але ці зміни не вплинули ні на загальну кількість живої речовини, ні на її валовий склад.

3.5.1. Походження життя на Землі

Серед питань, які цікавлять науку, філософію, релігію, кожную культурну людину, найважливішими є: Що таке життя? Як воно з'явилося на Землі? Земля — єдина населена планета, чи є у Всесвіті й інші населені світи? Відповіді на ці запитання дуже важко, і перш за все тому, що ми маємо «в своєму розпорядженні» лише одну населену планету — Землю. Якби було віднайдено ще хоч би один оазис життя у Всесвіті, ми могли б багато зрозуміти хоча б шляхом порівняння.

Давно існує гіпотеза так званого *абіогенного синтезу*, яка в колишньому СРСР вважалася єдиною правильною і сприймалася, як догма. Згідно з цим уявленням на світанку геологічної історії, в первісних земних океанах, насичених різними неорганічними сполуками, в «первинному бульйоні», під впливом вулканічного тепла, розрядів блискавок і інших факторів відбувся синтез більш складних органічних сполук, аж до «цеглинок життя» — амінокислот. Молекули амінокислот випадково об'єднувались в складніші сполуки — пептиди, ті — в первісні білки, з яких і синтезувалися (знову ж таки спонтанно, шляхом випадкових сполучень) первинні живі істоти мікроскопічних розмірів.

У цієї гіпотези є суттєвий недолік: немає жодного підтвердження того, що таким шляхом могла синтезуватися хоча б одна найпростіша істота. В численних лабораторіях світу здійснено безліч спроб такого синтезу — і все марно. Тому серед

багатьох вчених є популярним **принцип Реді** (за ім'ям вченого, що його сформулював): *«Живе може виникнути лише від живого»*. Деякі видатні вчені доводять, що спонтанний (довільний) синтез складних органічних сполук з простих неможливий, тому що суперечить другому принципу термодинаміки, який забороняє перехід матеріальних систем від стану більшої ймовірності до меншої. А між тим розвиток матерії від простих органічних сполук до складних і перехід від неживої матерії до живої — це саме такий тип розвитку, «неможливий» у природі. Він може здійснюватись лише штучним шляхом, це — творчий процес.

Нищівного удару гіпотезі абіогенного синтезу завдають математичні розрахунки. Обчислено, що ймовірність самозародження живого організму з неживих блоків нічим не відрізняється від нуля. Так, Л. Блюменфельд установив, що ймовірність випадкового утворення за весь час існування Землі хоча б одної молекули ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти — однієї з найважливіших складових генетичного коду) становить 10^{-800} !

Американський вчений Вікрамасінгхе так образно висловив неможливість абіогенного синтезу: «Швидше ураган, що пронесеться над кладовищем старих літаків, випадково збере новенький суперлайнер із шматків брухту, ніж у результаті випадкового процесу виникне із своїх компонентів життя».

І палеонтологам відомо, що як би далеко ми не проникали вглиб геологічної історії, ми не можемо відшукати слідів такої ери, коли б на Землі не було життя. Сьогодні викопні рештки досить складно організованих істот — синьо-зелених водоростей, грибків — знайдено в породах, вік яких сягає 3,8 млрд. років, тобто близький до часу утворення самої Землі.

Вернадський вважав, що життя — така ж вічна основа Космосу, якими є матерія чи енергія. «Можна говорити про вічність життя й проявів його організмів,— писав він,— як можна твердити про вічність матеріального субстрату небесних тіл, їх теплових, електричних, магнітних властивостей і їх проявів. З цієї точки зору таким же далеким від наукових пошуків буде питання про початок життя, як і питання про початок матерії, теплоти, електрики, магнетизму, руху».

Вернадський вважав, що життя є явище космічне, а не суто земне. «Життя вічне, оскільки вічний Космос»,— писав учений.

3.5.2. Еволюція біосфери

Усі еволюційні теорії, починаючи з тієї, яку започаткував Ч. Дарвін, базуються на уявленні про розвиток живих організмів від простих форм до складніших. Як і у випадку зародження життя, тобто складнішої форми організації матерії з менш складної (неживої), еволюція живих систем від простих до складних довільно (самостійно) відбуватись не може — це суперечить все тому ж фундаментальному закону Природи — другому принципу термодинаміки. Так, спроби інженерів створити автоматичні пристрої, які б могли самостійно самовідтворюватись (тобто «розмножуватись») наштовхнулись на непереборну перешкоду: в процесі такого самовідтворення механічних систем неминуче має місце зменшення їх складності («виродження»). Запобігти цьому може лише творець системи — людина, яка керує процесом «розмноження» автоматів, вносячи відповідні поправки в програму відтворення.

У кібернетиці існує положення про те, що розвиток якої-небудь системи може відбуватись лише під керівництвом іншої системи. При цьому діє **правило Ешбі**: *керувана система ніколи не може бути складнішою від керуючої, вона завжди*

простіша. Це правило іноді висловлюють таким порівнянням: горщик ніколи не може бути складнішим за гончара.

Повертаючись до питання про еволюцію живих організмів на Землі, а отже, про еволюцію біосфери, ми повинні зробити логічний висновок, що ця еволюція має відбуватись під керівництвом якоїсь більш складно організованої системи і що має бути програма такої еволюції. Таку програму, справді, було відкрито. Вона записана в генетичному коді всіх живих істот — від бактерії до людини. При цьому індивідуальний розвиток будь-якої живої істоти (онтогенез), як і еволюція систематичної групи істот (філогенез), схожі на розпечатування тексту, введеного в ЕОМ за допомогою дискети. Хто ж чи Що керує розгортанням цієї програми, хто вводить «дискету» й слідкує за її зчитуванням?

Живі організми також не є самовідтворюваними. Вони відтворюють себе, входячи в набагато більш складний «суперорганізм» — біосферу і отримуючи від неї якись «керівні вказівки». Сама ж біосфера, як вважає В. Вернадський, в своєму розвитку керується інформацією, що надходить до неї зовні, з Космосу.

Вперше найтісніший зв'язок процесів у біосфері з космічними процесами встановив видатний російський вчений О. Л. Чижевський. Він довів, що живі організми реагують на електромагнітні поля й випромінювання, що надходять від Сонця та інших космічних об'єктів. Урожайність сільськогосподарських рослин, періоди масового розмноження багатьох тварин, таких як сарана, непарний шовкопряд, лемінги тощо, епідемії, піки серцево-судинних захворювань людини і багато-багато інших процесів у біосфері найтіснішим чином пов'язані з процесами на Сонці (спалахами, появою плям тощо). «Ми — діти Сонця»,— так образно висловився Чижевський.

Хоч живі істоти Землі освоїли всі види передачі й прийому інформації — зоровий, звуковий, хімічний тощо, але найбільш універсальну роль носіїв інформації відіграють електромагнітні поля, які мають такі переваги:

- ✓ поширюються в будь-якому середовищі життя — воді, повітрі, ґрунті та тканинах організмів;
- ✓ мають максимальну швидкість розповсюдження;
- ✓ можуть поширюватися за будь-якої погоди й незалежно від часу доби;
- ✓ можуть передаватися на будь-яку відстань;
- ✓ на них реагують усі біосистеми (на відміну від інших сигналів);
- ✓ можуть надходити на Землю з Космосу.

Встановлено, що чутливість організмів до електромагнітних сигналів збільшується з ускладненням будови організмів. Так, хребетні тварини набагато чутливіші до електромагнітних полів, ніж безхребетні, й тим більше — найпростіші. З ускладненням біосистем зростає їхня здатність накопичувати слабкі сигнали й сприймати ту інформацію, яку вони несуть.

Чим же зумовлена мінливість живих істот взагалі? Відомий французький натураліст XVIII ст. Ж. Ламарк вважав, що основною рушійною силою еволюції є вплив навколишнього середовища. Так, предки жирафа були короткошиїми тваринами. Потрапивши в савану, де росли дерева з поживним для них листям, жирафи «тренували» свої шиї, намагаючись їх подовжити. Вживали й давали нащадків лише довгошиї особини. Цю ідею довів до цілковитого абсурду Т. Лисенко, відстоюючи такі «революційні» думки, що пшениця може перетворитись на жито, а овес на вівсюг в залежності від умов навколишнього середовища (температури, вологості тощо).

Відкриття генетичного коду дозволило наблизитись до розгадки цієї таємниці. Виявилось, що в подвійній спіралі молекули ДНК зашифровано всі дані про організм, і згідно з розгортанням цієї програми відбувається його індивідуальний розвиток. Усі

відомості про майбутню істоту — її зріст, стать, колір очей тощо — закодовані в крихітній за обсягом і масою молекулярній структурі. Наприклад, вся інформація про кита, маса дорослої особини якого досягає 5×10^7 г, закладена в ДНК його заплідненої яйцеклітини, маса якої становить всього 5×10^{-15} г. Отже, маса кита в процесі онтогенезу зростає на 22 порядки! Такої щільності запису інформації, якої досягла природа в структурах, що керують спадковістю, сучасна обчислювальна техніка домогтися не може.

Відомо, що в процесі онтогенезу зародок повторює попередні стадії розвитку своїх далеких предків. Запліднена клітина через деякий час перетворюється на мішечок, схожий на примітивну кишковопорожнинну тварину, потім — на істоту, подібну до риб'ячого малька, пуголовка й т. д. На певних етапах зародки всіх тварин схожі один на одного, лише у деяких з них розвиток зупиняється, а решта розвивається далі. В процесі онтогенезу кожної істоти ніби прискорено прокручується програма філогенезу всього її роду. Найбільшу кількість проміжних стадій проходять зародки ссавців, в тому числі й людини.

Про цей еволюційний ряд перетворень наші предки знали задовго до Ч. Дарвіна. Ось як зображає послідовні перевтілення бога Вішну стародавня індійська книга «Втілення Вішну»: риба, черепаха, свиня, людина-лев, людина-карлик, людина з сокирою, Рама та Крішна. Цей послідовний ряд перевтілень реально зображає еволюцію людини, коли на зміну нашим риб'ячим предкам прийшла рептилія, потім ссавець, примат, гомінід (австралопітек, що був невисокого зросту), кроманьйонець («людина з сокирою»). Рама — символ сучасної людини, а Крішна, слід гадати, — ідеал майбутнього — космічна людина.

Що ж «підказує» заплідненій яйцеклітині, які стадії їй належить пройти, а на якій зупинитись? Така програма з самого початку записана саме в її хромосомах, міститься в геномі (сукупності генів) і починає реалізуватись («розгортатися») з моменту запліднення яйцеклітини (злиття її з сперматозоїдом). Будова генома високоорганізованих істот фантастично складна — в ДНК людини, наприклад, налічується 3 млн. пар нуклеотидів — складових нуклеїнових кислот. Сьогодні генетики розшифрували дуже незначну частину генома, тобто вони мають уявлення лише про мізерну частку генетичної програми.

Оскільки за правилом Ешбі керуюча система завжди складніша від керованої, можна поставити запитання: наскільки ж складнішою має бути та система, що створила й «запустила» програму розвитку живих організмів, де наперед було визначено, як саме має «розкручуватися*» спіраль еволюції? Цю керуючу систему можна назвати, в залежності від ваших уподобань, Всемогутньою Природою, Космічним Розумом, Богом — суть від цього не зміниться. Головне полягає в тому, що така керуюча програма має існувати і що земна біосфера розвивається у відповідності з її правилами й законами. І оскільки людина — це невід'ємна складова біосфери, певна стадія її запрограмованого розвитку, то вся її діяльність не повинна суперечити загальній програмі еволюції біосфери.

Таким чином, кожна жива істота народжується, розвивається, виконує притаманну їй програму життя як складова частина велетенського надорганізму — біосфери. Та, в свою чергу, є породженням космічного надорганізму — Галактики. А всі галактики є ніби клітинками над-надорганізму — Космосу. К. Ціолковський так підсумував свої роздуми про нас і наше місце в Космосі:

«Все народжено Всесвітом. Він — початок усіх речей, від нього все залежить. Людина або інші вищі істоти та її воля є лише проявом волі Всесвіту... Ми кажемо: від нас усе залежить, але ж ми самі — створіння Всесвіту... Якщо нам і вдасться виконати

свою волю, то лише тому, що нам це дозволив Всесвіт... Жоден атом Всесвіту не уникає відчуття вищого розумного життя».

Ну, а що ж породило Всесвіт? Можливо, це запитання взагалі не можна ставити. К. Ціолковський вважав, що про Причину Космосу ми можемо лише здогадуватись.

Сьогодні деякі вчені, обговорюючи керівну роль Космосу в еволюції біосфери, вживають термін «космічне інформаційне поле». В. Вернадський говорив про космічні випромінювання, які керують розвитком біосфери. У стародавніх індійських книгах згадується про «вібрації Космосу». Християни вірять у Святий Дух, що сходить із небес на Землю, деякі інші релігії згадують «астральний промінь» тощо. Всі ці терміни, по суті, виражають одну й ту ж думку — Космос керує еволюцією земної біосфери, яка є його невід'ємною складовою часткою.

3.5.3. Еволюція людини

Поява на Землі Розуму, носієм якого є людина, докорінно змінила хід еволюції біосфери. Перехід від «нерозумної» форми живої матерії до Розуму був таким же революційним стрибком, як і перехід від неживої матерії до живої. Як же оцінювати цю подію (тобто появу на Землі Розуму)? Адже дехто з учених розглядає людину, як своєрідну «помилку Природи», хворобливе відхилення від «норми», яке виникло на Землі випадково.

Зовсім іншої думки був В. І. Вернадський, який був переконаний, що поява на Землі носія Розуму підготовлена всією попередньою її геологічною історією. «Людина,— писав він,— є геологічною силою більшого значення, ніж ми це собі уявляємо. І ця сила, створена усім попереднім життям, не може ні щезнути, ні повернути назад».

Але чому саме людина стала носієм Розуму? Чому не стали розумними, скажімо, мурашка чи слон? Згадаймо, що письменники-фантасти населяють інші планети розумними квітками (К. Саймак), собаками (А. і Б. Стругацькі) чи навіть мислячим океаном протоплазми (С. Лем). Проте, на думку видатного палеонтолога й письменника І. Єфремова, в земних умовах розумною могла стати лише людина. Цьому сприяли особливості будови її організму — великий складний мозок, випрямлене, вертикальне положення тіла, наявність двох типів кінцівок — нижніх для пересування (ніг) і верхніх (рук), здатних брати й утримувати предмети, користуватись знаряддям тощо. Дуже важливо також, щоб голова мислячої істоти не була знаряддям, не була обтяжена рогами, могутніми щелепами тощо, які не дають розвинути мозкові — саме таку будову має голова людина. Тобто, на думку Єфремова, основні риси будови людини найбільше відповідають організму, здатному стати розумним.

Коли ж і як саме людина виділилася з тваринного світу й стала людиною? Новітні наукові дані підтверджують думку Дарвіна, що найближчими нашими родичами є людиноподібні мавпи. Генетичні дослідження показали, що за своєю будовою молекули ДНК людини, шимпанзе й горили різняться менше ніж на 2 %. За біохімічними показниками крові найближчим нашим родичем слід вважати карликового шимпанзе-бонобо, який в невеликій кількості ще зберігся в тропічних лісах Конго. Бонобо дуже близький за своїми анатомічними даними до австралопітеків — мавполюдей чи людиноподібних мавп, кістки яких вчені знаходять у східній частині Африки (Ефіопія, Танзанія). Жили ці примати приблизно 4—6 млн. років тому. Об'єм їх мозку становив 400—600 см³, тобто був меншим від необхідного мінімуму для розумної істоти, який вченими приймається в 700—750 см³. Проте ходили вони прямо, на нижніх кінцівках, будова яких нічим не відрізнялась від людської стопи, й дуже

вірогідно, що вже вміли виготовляти й користуватись найпримітивнішими кам'яними знаряддями — чопперами, поряд з палицями й кістками тварин.

Еволюцію далеких предків людини вивчено ще недостатньо. Антропологи вважають, що на зміну австралопітекам прийшли представники роду гомо, до якого належить і людина сучасного типу, а саме *гомо габіліс* (людина вміла), *гомо еректус* (людина випрямлена), потім *архантропи* (неандерталець і синантроп). Та ніхто з цих істот, за сучасними даними, нашим прямим предком не був, зокрема й неандерталець, який таким довго вважався. Це — бічні, тупикові гілки еволюції. Людина сучасного типу, кроманьйонець, з'явилася протягом останнього, вюрмського зледеніння, як вважається, близько 30 тис. років тому. Ці люди практично нічим не відрізнялись від сьогоднішніх, але хто був їхнім безпосереднім предком — невідомо.

Еволюція людини за своїми темпами та наслідками не має аналогів серед інших представників тваринного світу. Наприклад, коню знадобилось 60 млн. років, щоб стати тим, чим він є нині (його палеогеновий предок гіппаріон мав п'ятипалі кінцівки й розміри собаки). Як пише американський дослідник Е. Томас, «щось дивне й нереалістичне є у відтвореній картині, де тварина, що лазила по деревах, за 3 мільйони років стала двоногою, зуміла створити машини, що плавають по воді, котяться по суходолу, літають у повітрі, в той час як її мляві кузени все ще стрибають із гілки на гілку».

Примати виділилися з тваринного світу завдяки своєму крупному мозку й випрямленому положенню тіла. Але справжніми людьми вони стали тоді, коли створили область абстрактних понять — математику, релігію, живопис, музику. Головним критерієм розвитку людини є її здатність існувати в світі ідеального — оцінювати прекрасне, відрізнити хибне від істинного, створювати абстракції. Не досягши цього стану, наші далекі предки були лише проміжною ланкою між тваринами й людьми.

Деякі абстрактні поняття були доступними вже неандертальцям. Як свідчать археологічні розкопки, вони ховали своїх небіжчиків, виконуючи при цьому певні обряди: клали в могилу їхні особисті речі, прикрашали їх квітами тощо, а отже, у них вже існували якісь примітивні релігійні культури, зокрема, віра в загробний світ. Що ж до кроманьйонців, то численні археологічні знахідки свідчать, що їм були доступні всі галузі абстрактних понять, відомих нам сьогодні. 20—30 тис. років тому ці люди створювали прекрасні зображення, цілі «картинні галереї» на стінах печер, вирізали з мамонтової кістки скульптурні зображення людей і тварин, створили досить складні місячно-сонячні календарі, виконували складні релігійні ритуали. У них були навіть музичні інструменти ударного типу, виготовлені з кісток мамонта (знайдені, зокрема, археологами на стоянці цих людей на території сучасного села Межиріч Черкаської області).

Еволюція людини незвичайна. На відміну від всіх інших організмів людина не пристосовується до природи, а ніби відокремлює себе від неї. Знаряддя праці, одяг, житло, вогонь — все це прийоми, за допомогою яких вона відгороджується від навколишнього середовища, створює своє власне стабільне середовище. Тому людині не потрібно змінювати свій організм, її фізична еволюція практично зупинилася. Зберігаючи своє внутрішнє середовище, людина в дедалі більших масштабах змінює середовище зовнішнє. Сьогодні, на жаль, обсяги цих змін стали такими, що вже загрожують існуванню самої людини.

Антропологи й фізіологи помітили таку дивну особливість будови людського організму: потенційні можливості її мозку набагато перевищують її фізіологічні потреби. Сучасного рівня складності мозок людини досяг задовго до того, як виникли культура та цивілізація. Ось як оцінює цей факт польський вчений Т.Білецький:

«Кінцевий результат еволюції гомінід, розум сучасної людини, значно перевищує вимоги примітивного збирально-мисливського способу життя й примітивної громадської організації, що були характерними для гомінід протягом майже всього плейстоцену; в цьому випадку наслідок абсолютно не відповідає причині». Тобто сучасного рівня складності мозок людини досяг задовго до того, як виникли культура й цивілізація. Схоже на те, що еволюція людини заздалегідь передбачала майбутні потреби гомо сапієнс і наділила його таким «комп'ютером», який чомусь не використовується на повну силу, а можливо, буде задіяний у майбутньому. Але ж еволюція не створює нічого непотрібного, такого, що не було б зумовлене вимогами природних умов і потребами самого організму. За деякими оцінками, мозок сучасної людини використовує лише близько 2 % своїх потенціальних можливостей.

Мимоволі виникає припущення, що десь має існувати програма, за якою потенційні можливості мозку повинні «розблоковуватися» в певний час. Цей факт ще раз свідчить про те, що Розум не міг виникнути спонтанно, не могла нерозумна істота сама по собі стати розумною, це — творчий процес, такий же, як і виникнення живої матерії з неживої. Таким чином, принцип Реді можна доповнити іншим принципом: *«Розумне — лише від розумного»*. За правилом Ешбі, розум людини міг бути створеним лише набагато складнішим за нього Космічним Розумом. Або, як сказано в Біблії: *«Народжене від плоті є плоть, а народжене від Духа є дух»* («Євангеліє від Іоанна»).

Припущення, що світ створено якоюсь вищою моральною силою, змінює наші уявлення про місце людини в природі, мету її існування, сам спосіб її дій на планеті.

3.5.4. Ноосфера

Людина в біосфері Землі виступила в ролі нової сили, нового фактора. Нині людина оволодіває і вже оволоділа величезними 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 В. І. Вернадський, — що вона — житель планети й може, повинна мислити й діяти в новому аспекті, не лише окремої особи, сім'ї або роду, держав або їх союзів, але й в планетному аспекті».

Зараз складаються зовсім нові взаємовідносини в системі людина — біосфера. Земля, що завжди здавалася людині неосяжною, безкрайньою, величезною, сили якої викликали в неї благоговійний трепет, були грізним нагадуванням про слабкість гомо сапієнса, сьогодні вже такою не є. Хоча сліпі 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. Наприклад, за рахунок роботи тисяч радіостанцій, телестанцій, релейних ліній тощо Земля сьогодні випромінює енергії в радіодіапазоні (на метрових хвилях) більше, ніж Сонце. Щорічно людство лише в сільському господарстві перевертає, перелопачує своїми плугами та луцильниками масу ґрунту, в 200 разів більшу, ніж увесь пісок, глина, намул, які виносяться в океан усіма ріками Землі. Людство стало провокувати справжні землетруси — за рахунок підземних ядерних вибухів, а також будівництва крупних водосховищ у сейсмічно небезпечних зонах. Сьогодні людина використовує не лише всі елементи таблиці Менделєєва, але й створила нові, яких раніше не було на Землі, наприклад, плутоній.

Усе, добуте з надр Землі, людина розсіює на поверхні, колосально прискорюючи переміщення хімічних елементів у біосфері Землі, порушуючи ті біогеохімічні цикли,

що склалися протягом мільйонів років. Запаси енергетичної сировини, металів тощо, які природа накопичувала в своїх коморах протягом цілих геологічних періодів, людина розтрачує 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 50 000 нових хімічних речовин, не властивих природі й здебільшого шкідливих для живих істот.

Люди продовжують і далі діяти в тому ж напрямі, не усвідомлюючи того очевидного факту, що Земля, на якій вони розвинулись до сучасного рівня,— це маленька планета з обмеженими ресурсами і дуже вразливим режимом. Вона вимагає до себе тим обережнішого і дбайливішого ставлення, чим ширшими стають можливості людей порушувати цей режим.

50 років тому В. І. Вернадський висунув тезу про те, що біосфера Землі закономірно й неминуче перейде в нову якість, стане *ноосферою* (від грец. *ноос* — розум). На його думку, людина перебере на себе керівництво всіма процесами в біосфері, спрямує її розвиток у бажаному для себе напрямі. На зміну «дикій» біосфері повинна прийти нова оболонка — ноосфера, тобто якісно новий стан біосфери, переробленої, перебудованої розумом людини і її працею.

Сьогодні можна констатувати, що біосфера справді різко змінюється під впливом технологічної діяльності людини, дедалі більше замінюється *техносферою*, в якій дехто з учених ще недавно схильний був бачити початок формування ноосфери, передбачуваної Вернадським. Але сьогодні стало ясно, що наступ техносфери супроводжується такими змінами природного середовища, які почали вже загрожувати самому існуванню людини на Землі. Відбувається прискорене, прогресуюче руйнування основних життєво важливих ланок біосфери, що може викликати її повну деградацію й загибель, що автоматично означатиме загибель людства, оскільки люди не можуть існувати в іншому середовищі, ніж те, в якому вони з'явилися та існували. Отже, все активніше рухаючи вперед «технічний прогрес», людство лише погіршує загальну ситуацію в біосфері і своє власне в ній становище.

На думку деяких вчених, серед причин цієї глобальної екологічної кризи, що насувається, головними є дві: надмірне зростання населення Землі і надмірне споживання ним основних природних ресурсів.

За підрахунками екологів, для тварин із масою тіла, що перевищує 1 кг, зокрема для ссавців (у тому числі й людини), існує певне порогове значення споживання — не більше 1 % продукції біоти. Якщо якийсь вид починає споживати більше, рівновага в біоті порушується, вона дезорганізується й може зовсім зруйнуватись. Оскільки біосфера Землі дуже велика, то до недавнього часу порушення рівноваги в будь-якій із її біот компенсувалось іншими біотами. Але сьогодні людина своєю діяльністю охопила всі біоти, всі континенти й моря Землі. Наприкінці ХХ ст. людина стала споживати (їжі для себе і своїх сільськогосподарських тварин, деревини і т. п.) більше 10 % того, що продукується всією біосферою Землі. Біота континентів уже не в змозі компенсувати шкоду, якої завдає їй людство.

Справа ще більше погіршується тим, що до появи на Землі людини всі процеси в біосфері базувалися на використанні відновних ресурсів. Сьогодні людство 90 % енергії для своїх потреб отримує з невідновлюваних джерел (спалює нафту, вугілля, газ тощо). Використання цього типу ресурсів викликає такі порушення в біосфері, з якими вона неспроможна боротися. Наприклад, у природі немає механізмів нейтралізації радіоактивного забруднення, викликаного діяльністю АЕС. Не може природа також компенсувати шкоду, заподіяну будівництвом гідроелектростанцій, коли великі ділянки суші затоплюються водою.

Порушені людством біоти самі стають джерелом забруднення природного середовища. Наприклад, за рахунок надмірного внесення в ґрунти мінеральних добрив і пестицидів порушується склад і життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, що викликає посилене надходження в атмосферу метану й вуглекислого газу. З цієї причини, а також за рахунок швидкого зведення лісів біота континентів почала виділяти в атмосферу стільки CO₂, скільки його надходить туди ж від згоряння мінерального палива.

Нереальною виглядає й мрія Вернадського про те, що людина може перебрати на себе керування всіма процесами в біосфері, спрямувати їх у «розумне русло». Адже загальна кількість живих організмів у біосфері — 10²⁷ — не може бути суттєво скорочена, інакше біосфера втратить свою стійкість, збалансованість усіх процесів і вийде зі стану гомеостазу. Тому, якщо ми хочемо створити систему для керування біосферою, вона повинна бути (за правилом Ешбі) складнішою від самої біосфери. За підрахунками російського вченого В. Горшкова, для цього всю поверхню Землі (включаючи її океани!) довелося б вкрити шаром ідеальних комп'ютерів розміром із бактерію з комірками пам'яті молекулярних розмірів і програмами, складнішими за генетичні програми розвитку мільйонів видів живих істот! Годі й казати, що таке завдання не під силу людині. Але навіть якби людство й могло створити таку суперскладну керуючу систему, то вона, за підрахунками, поглинала б 99 % енергії, яку виробляє людство, а на його власні потреби залишився б лише 1 %. А саме стільки енергії, як вже згадувалось, людство може споживати сьогодні, не порушуючи стійкості біосфери. То чи є взагалі сенс ставити питання про керування всією біосферою?

Отже, ідея ноосфери, як керованої людством біосфери, виглядає утопією, такою ж, як, скажімо, ідея побудови комунізму. Якщо людство хоче мати майбутнє, то воно, як складова частина біосфери, не повинне руйнувати її, не намагатися перебрати на себе «керівництво» цією суперскладною системою, бо це абсолютно для нього нереальне завдання і до того ж недосяжне. Ми повинні жити в гармонії з природою і діяти згідно з народним прислів'ям «будуй хатку по достатку». Конкретно це полягає у необхідності виконання двох основних умов:

1. *Перехід на енергоспоживання, засноване виключно на відновних ресурсах і на безвідходних технологіях.* Зупинити прогресуюче руйнування біосфери можна лише у випадку, якщо антропогенне навантаження на біосферу впаде нижче порогового рівня, біоти повернуться в природно врівноважений стан і зможуть компенсувати шкоду, якої їм завдають люди. Енергоспоживання у зв'язку з переходом на відновні ресурси доведеться знизити на 90 %. Але природа людини така, що вона ніколи не відмовиться від того рівня споживання, який є сьогодні. Ніхто не згодиться відмовитись від телебачення, комп'ютерів, не переселиться з сучасної квартири, скажімо, в печеру... Тому при скороченні енергоспоживання на 90 % на таку ж величину доведеться знизити загальну чисельність людства. Отже, іншою обов'язковою умовою виживання для людства є

2. *Скорочення кількості населення Землі приблизно в 10 разів проти сучасного рівня.* Це потрібно робити поступово, пропорційно в різних країнах і при обов'язковому збереженні малочисельних народів.

На жаль, доводиться констатувати, що обидві умови виживання й збереження людства й біосфери сьогодні не лише не виконуються, а людство продовжує діяти в прямо протилежному напрямі: населення Землі продовжує зростати по експоненті, все більш стрімкими темпами продовжується розтринькування, грабування природних ресурсів і руйнування біосфери. «Машина прогресу» продовжує набирати обертів... Енергоджерела, засновані на відновних ресурсах (сонячна енергетика, вітрові

електростанції тощо) сьогодні неконкурентоздатні в порівнянні з «традиційними» (ТЕС, АЕС тощо), а всі спроби запровадити у всесвітньому масштабі заходи щодо обмеження народжуваності, планування сім'ї наштовхуються на опір населення країн, що розвиваються, і релігійних кіл (про що свідчать результати конференції ООН з питань демографії, яка проходила в Каїрі в 1994 р.).

Тому основне завдання на сьогодні полягає у вихованні людей, особливо молоді, для усвідомлення тієї простої істини, що всі наші плани, дії й вчинки мають не суперечити законам природи, а узгоджуватись з ними. Треба також мати на увазі, що часу для такої перебудови загального світогляду людей залишилось не так уже й багато перед лицем глобальної екологічної кризи, що насувається.

3.5.5. «Біосфера-2»

У 1991 р. група американських дослідників проводила експеримент, що дістав назву «Біосфера-2». У пустельному районі штату Арізона споруджено комплекс ізольованих від навколишнього природного середовища приміщень зі скляним дахом і стінками (ззовні надходила лише сонячна енергія). У цих приміщеннях було створено п'ять поєднаних одна з іншою біот: вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото й море (басейн глибиною 8 м з живим кораловим рифом). У «Біосферу-2» було переселено 3800 представників фауни й флори, причому головним критерієм відбору була користь, яку вони могли приносити людям (вживатись в їжу, очищати повітря, давати ліки тощо). У «Біосферу-2» була включена й техносфера, що мала житлові й робочі приміщення, розрахована на вісім чоловік, спортзал, бібліотеку, город, ферму й численне технічне устаткування (дощувальні установки, насоси для циркуляції води й повітря, комп'ютерна установка з численними датчиками, що мала вести моніторинг життєво важливих параметрів комплексу).

Метою експерименту, розрахованого на два роки, було створення замкненої екосистеми, своєрідної міні-біосфери, яка б функціонувала на основі самозабезпечення й була б незалежною від «Біосфери-1» (так автори називають «велику» біосферу, тобто біосферу Землі). У цю міні-біосферу повинна була органічно увійти міні-техносфера з дослідниками. Автори мріяли досягти штучно підтримуваного в системі гомеостазу, тобто основних життєво важливих параметрів (температури, вологості тощо). Відходи одної біоти мали бути ресурсами для іншої. Іншими словами, проект мав здійснити (хай і в невеликому масштабі) мрію В. І. Вернадського про перехід до керування людиною всіма процесами в біосфері.

Експеримент закінчився невдало — менше як за півроку дослідників евакуювали з «Біосфери-2» назад, до рідної «Біосфери-1». Бажаної керованості процесів і збалансованості техносфери й «Біосфери-2» досягти не вдалося; більше того, основні параметри системи, зокрема, вміст у повітрі вуглекислого газу, склад мікроорганізмів у ґрунтах тощо вийшли з-під контролю. Коли вміст CO₂ у повітрі досяг небезпечного для здоров'я людей рівня і ніякими заходами знизити його не вдалося, експеримент довелося припинити.

Крах експерименту «Біосфера-2» наочно показав, що повна збалансованість усіх процесів, кругообіг речовини й енергії, її стан гомеостазу можливі лише в масштабах Землі, де ці процеси відпрацьовувались протягом багатьох мільйонів років. І ніякі комп'ютери не в змозі перебрати на себе керівництво системою, складність якої набагато вища за їхню власну — це суперечить правилу Ешбі й другому закону термодинаміки. Підтвердилася також справедливність принципу, сформульованого

американським математиком Дж. Нейманом: «Організація системи нижче певного мінімального рівня призводить до погіршення її якості».

Таким чином, зусилля людства повинні бути спрямовані на збереження «Біосфери-1», дуже складної, збалансованої системи, стійкість якої сьогодні порушується техносферою. Нам потрібно намагатись не «перебирати на себе керівництво біосферою» (це в принципі неможливо), а діяти так, щоб «не заважати природі» (яка, ще раз нагадаємо закон Б. Коммонера, «знає краще»).

3.5.6. Охорона рослинного й тваринного світу

Охорона флори. Рослинний світ, або флора, дуже чутливо реагує на зміни екологічних факторів і є чітким показником обсягу антропогенного впливу на природу. Рослини — найбільш беззахисні перед діяльністю людини, й з урахуванням сучасного стану біосфери їх охорона стала нині важливим комплексним міжнародним завданням. У 1948р. при ООН було створено спеціальну постійну Комісію з охорони щезаючих видів рослин і тварин, а згодом — Міжнародну Червону книгу, куди заносяться всі рослини та тварини, яким загрожує вимирання. У 1982 р. Закон про Червону книгу прийнято і в Україні. Сьогодні до неї занесено понад 800 видів рослин і тварин з метою їх охорони і збереження, >« кільки їм серйозно загрожує вимирання або знищення через людську діяльність.

Червона книга... Ідея її створення належить відомому англійському зоологу професору Пітеру Скотту. Червона книга — це зібрання фактів про унікальних представників флори й фауни нашої планети, над якими нависла загроза зникнення. Міжнародна Червона книга складається з кількох солідних томів. До неї внесено близько 300 видів і підвидів ссавців, майже 300 видів птахів, більше 100 видів плазунів. 40 — земноводних, понад 250 видів судинних рослин. У ній є також і «чорний список» тварин і рослин, що зникли з планети, починаючи з 1600 р.

Нині на земній кулі близько 20-25 тис. видів рослин знаходиться на грані зникнення.

Природні умови України сприяли розвитку дуже багатой та різноманітної флори. Тут зростає близько 5 тис. видів рослин природної флори та близько 1 тис. видів культурної та заносної флори. Найбагатшою є флора Карпат та Криму (близько 2 тис. видів).

200 років тому життєдайні ліси вкривали більше половини всієї площі України, сьогодні — лише 14 %. Незважаючи на величезне екологічне значення лісу й прийняття постанов і законів щодо його охорони, в Поліссі та Карпатах ліси, як і раніше, по-хижацьки знищуються, а відтворення лісового фонду здійснюється дуже повільно й недостатньо. Слід зазначити, що останнім часом ліси через перевантаження відпочиваючими, з їх дикунським ставленням до природи, винищення рідкісних лікарських рослин, ягід, грибів, вирубування дерев, спричинені людьми пожежі втрачають свої оздоровчі та рекреаційні властивості. Ліс не витримує напливу людей у густонаселених районах, страждає, хворіє й гине від промислових забруднень, внаслідок діяльності нафтовиків, будівельників, гірників.

За даними ООН, щорічно на планеті вирубується понад 3 млрд. м³ лісу, й ця цифра до 2000 р. зростає в 1,5 рази. Особливо тривожить доля Амазонських і Сибірських лісів, що відіграють найважливішу роль в очищенні атмосфери Землі.

Через значні негативні антропогенні зміни стану довкілля у наступні 20—30 років щодня зникатиме з Землі близько 100 видів рослин і тварин: загальна кількість зникаючих видів наблизиться до 1 млн.

Основними заходами захисту лісів є такі: раціональне (з урахуванням екологічної ситуації) обмежене їх вирубування; висаджування нового лісу на місці вирубаного; повна переробка деревини й супутньої сировини з метою збільшення виходу продукції з одиниці площі; раціональне збереження ягідних, кормових, лікарських, технічних рослин; проведення селекції та насінневих дослідів для створення видів лісової флори, продуктивніших і стійкіших до хвороб і забруднень середовища; створення лісозахисних і водоохоронних лісосмуг, рекреаційних і заповідних лісових і лісопаркових зон і масивів; боротьба з кислотними дощами; підвищення рівня екологічної освіти та виховання свідомого ставлення населення, особливо молоді, до лісу.

Іншим важливим компонентом природи України є степи. В нашій державі вони майже на 100 % розорані (крім заповідників).

Колись високопродуктивні, багаті гумусом степові чорноземні ґрунти України в наш час значно виснажені через екстенсивне господарювання, інтенсивне випасання худоби, неправильну меліорацію, переуцільнення важкою сільськогосподарською технікою, перехімізацію.

Велике значення в Україні мають болота — важливий гідрологічний і кліматичний регулятор Полісся, зона поширення багатьох рідкісних і цінних видів рослин (зокрема, реліктів льодовикового періоду). Масове науково не обґрунтоване осушення боліт, що розпочалося з 50-х років ХХ ст., викликало значне пониження рівня ґрунтових вод, всихання навколишніх лісових масивів, зникнення деяких цінних болотних трав. Нині, коли життя показало хибність політики масового осушення болотних масивів, змінюється оцінка ролі боліт. Розпочато роботи для їх збереження, охорони й відтворення. Кілька боліт оголошено заповідними — вони виконують функції еталонів болотних екосистем.

Особливу групу флори становлять *агроценози*. Це площі, зайняті культурними рослинами, тобто тими їх видами, що культивуються людиною. Кількість цих рослин не перевищує 1500 видів, але на Землі вони займають велику площу — 1,5 млрд. га. Культурні рослини — це молода група видів, їх вік становить усього 2,5—4 тис. років (жито, овес, буряк), а такі культури, як каучуконос гевея, хінне дерево, обліпіха та інші — зовсім молоді, вони були окультурені кілька сот років тому. *Агроценози* — це досить вразливі ділянки Землі. Величезні площі, зайняті монокультурами, роблять їх вразливими до хвороб і шкідників через генетичну одноманітність; монокультури також сильно виснажують ґрунти, сприяють переабрудненню їх хімікатами й продуктами життєдіяльності рослин.

Охорона фауни. Біомаса тварин становить лише 2 % всього живого, 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). Найчисленнішою групою є безхребетні, які становлять приблизно 99 % біомаси тварин на Землі; їхнє значення в біосфері величезне, особливо в кругообігу речовин і трансформації енергії. Найважливішу роль відіграє найчисленніший і найрізноманітніший клас безхребетних — комахи, їх налічується близько 1 млн. видів (в Україні 25 тис.). Вони виконують опилення рослин, є їжею для птахів, звірів, беруть участь у формуванні ґрунтів, розкладанні рослинних і тваринних решток, впливають на склад повітря, вод і ґрунтів.

З давніх-давен тварини були для людей не лише джерелом основних продуктів харчування (м'ясо, молоко, мед тощо), з їхньої шкіри виготовляли одяг, із кісток — знаряддя праці, а також технічну, лікарську сировину, прикраси.

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

З 1970 по 1990 р. число видів, яким стало загрозовувати вимирання, зросло від 92 до 550.

З 1970 р. кількість африканських слонів зменшилася з 4,5 млн. до 500 000.

Особливо небезпечним є швидке зведення тропічних лісів, що є ареалом життя дуже багатьох видів тварин. За останню тисячу років з лиця Землі зникло понад 100 видів звірів, 140 видів птахів, на великих ділянках Світового океану через деградацію середовища й хижацький вилов риби майже зовсім зникло 25 видів найцінніших промислових риб, під загрозою вимирання перебувають кити й дельфіни.

За останні 3 тис. років лише в Північній Америці винищено ссавців 50 видів, птахів 40; в XVII—XIX ст. на Галапагоських островах знищено 10 млн. слонової черепахи. Аналогічні події мали місце й в Австралії — 10 тис. років тому тут були винищені гігантські сумчасті гризуни (завдовжки до 4 м), гігантський кенгуру, лев, страус: такі ж масові винищення мали місце в Новій Зеландії й на Мадагаскарі.

Таке ж становище характерне і 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 рідкісними стали лебеді, кажани, корсаки, соколи, деякі види риб і раків. У той же час вченим вдалося переселити в Україну (в основному на території заповідників) зубра, лань, муфлону, куріпку-кеклика, деякі види риб (скажімо, білого амура й товстолобика) тощо.

Як вважають спеціалісти, з подальшим зростанням населення, забруднень промисловості, енергетики й транспорту, особливо в тропічних і субтропічних регіонах, до кінця XX ст. буде щородини вимирати один з видів живих істот Землі. З 1980 р. до 2000 майже 1 млн. видів не зможе витримати антропогенного тиску.

Серед найважливіших заходів щодо охорони тваринного світу слід назвати такі: виховання з дитинства природоохоронної свідомості у людей; найсуворіша боротьба з браконьєрством, посилення інспекторського контролю в лісах, охорона від епідемій і антропогенних забруднень; розселення в зручні для існування місця; контроль за кількістю хижаків. Крім того, потрібні ретельне дослідження рідкісних і зникаючих видів, причин їх вимирання, розробка наукових основ для поліпшення ситуації, екологічних прогнозів на основі результатів екологічного моніторингу.

Велике значення має також рекультивація порушених людиною ландшафтів, відновлення ґрунтів, пасовиськ, луків, лісів, водойм згідно з науково обґрунтованими далекоглядними планами, активний розвиток заповідної справи.

Заповідна справа. Сучасні ретельні еколого-економічні розрахунки й моделювання, виконані вченими різних країн, свідчать, що більш-менш нормальне

функціонування і самовідновлення біосфери будь-якого регіону можливе лише за 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.* Територія заповідника повністю вилучається зі сфери господарської діяльності — тут забороняється жити людям, проводити будь-яку господарську діяльність, вирубувати ліс, косити сіно, добувати будь-які корисні копалини, прокладати транспортні шляхи тощо.

За своїм значенням заповідні території поділяються на біосферні заповідники міжнародного значення, державні й національні заповідники та парки, заказники, заповідні ландшафти, ділянки та об'єкти.

Мета створення заповідників — підтримання екологічної рівноваги, збереження еталонів недоторканої природи, проведення наукових досліджень характеру взаємозв'язків між екологічними факторами екосистем для збереження й відтворення ландшафтів. Заповідники є найкращою формою збереження генофонду нашої планети.

В Україні створено 12 державних заповідників — у тому числі два біосферних міжнародного значення — Асканія Нова та Чорноморський; крім того, ведуться переговори про створення міждержавного заповідника Карпати, що буде охоплювати території Українських, Польських і Словацьких Карпат, 1576 заказників, 2642 пам'ятники природи, 559 заповідних урочищ.

3.5.7. Природні ресурси

Людина в своєму житті й діяльності користується природними ресурсами. До них належать: біологічні (повітря, вода, харчові продукти), мінеральні й енергетичні (руди металів, нафта, вугілля тощо), кліматичні, простір для життя, генетичний фонд.

Ці природні ресурси поділяються на *невичерпні* (енергія Сонця, океану, вітру, а також умовно повітря й вода) та *вичерпні*, куди входять *відновлювані* (рослинний і тваринний світ і родючість ґрунтів) і *невідновлювані* (життєвий простір, корисні копалини й енергія рік).

Біологічні ресурси необхідні для життя людини, задоволення її фізіологічних потреб. Такі з них, як повітря й вода, могли б вважатися невичерпними, настільки вони великі за масою. Проте людині потрібні повітря й вода певної якості, а сьогодні в зв'язку з антропогенним забрудненням і повітря, і вода в багатьох ділянках Землі вже втратили свою первісну чистоту, а то й стали малоприсдатними чи й зовсім непридатними для життя. Харчових продуктів для надміру зростаючого населення Землі вже стало невивистачати, до того ж вони в багатьох районах Землі теж стають все більш забрудненими пестицидами, хімічними сполуками, шкідливими для життя, радіонуклідами. Крім усього, як вже вказувалось вище, існує певна межа використання продукції біот, певна «норма» для людства, яку воно сьогодні все більше порушує.

Мінеральні й енергетичні ресурси — головне джерело матеріального виробництва людського суспільства. Основою енергетики сьогодні є спалювання викопного вуглеводневого палива (вугілля, нафти, газу). Це — хибний шлях розвитку, який приводить до швидкого розтрачування багатств, що їх природа накопичувала протягом тривалого часу, до інтенсивного забруднення біосфери і, крім того, ставить перепону розвитку людства, бо ці ресурси на Землі обмежені і значною мірою вичерпані. Те ж саме стосується й багатьох родовищ металічних руд. Це одна з причин глобальної екологічної кризи, що загрожує сьогодні людству.

Що ж до *кліматичних ресурсів*, то слід зазначити, що люди живуть у всіх кліматичних зонах Землі — від полярних широт до тропіків. Проте в екстремальних кліматичних умовах людина змушена витратити багато сил і ресурсів для забезпечення свого життя. Згадаймо, як живуть ескімоси Гренландії чи бушмени в пустелі Калахарі. Все їхнє життя — це безперервна виснажлива боротьба за існування. Набагато сприятливіші для життя людини середні широти Землі з помірним кліматом, чергуванням зими з її бадьорими морозами та теплого літа. Але під впливом антропогенної діяльності клімат на Землі теж змінюється, причому в несприятливому для людини напрямі.

Життєвий простір людина використовує для спорудження жител для себе, промислових підприємств, використовує його для вирощування сільськогосподарських продуктів тощо. Освоюється простір і у вертикальному напрямі: збільшується висота будинків у містах, використовується підземний простір (шахти метро, трубопроводи). Як встановлено вченими-екологами, для збереження біосфери частина поверхні суші (3—5 %) має бути абсолютно недоторканою людиною, «дикою» (заповідники). Близько 30 % площі суші має бути в стані, наближеному до первісного природного (ліси, заказники, національні парки). Із тих 65 %, що залишається, половина має відводитись під виробництво продуктів харчування і лише близько 30 % людина може використовувати для спорудження міст, сіл, промислових підприємств тощо. Треба сказати, що в деяких районах Землі, зокрема й в Україні, такі науково обґрунтовані пропорції використання життєвого простору порушено — надто багато земель зайнято кар'єрами, містами, промисловими спорудами.

Генетичний фонд — це сукупність видів рослин і тварин Землі. Як вже було показано, видовий склад живих організмів Землі сформувався протягом її тривалої геологічної історії. Серед мільйонів видів організмів немає «непотрібних» чи «шкідливих» — кожен із них виконує свою роль у біосфері, кожен — унікальне творіння природи. Зникнення будь-якого виду живих істот — це непоправна втрата для генетичного фонду Землі, оскільки вид, який щез, вже ніколи не зможе відродитись. А між тим, організми, непотрібні нам сьогодні, чи навіть «шкідливі», мають невідомі нам потенційні можливості, про які ми можемо навіть не здогадуватися. Згадаймо, наприклад, отруйних змій. Хто з хлопчаків (а то й дорослих), вгледівши гадюку, не хапається за камінь чи палицю, щоб неодмінно вбити «цього гада»? Але ті ж гадюки, наприклад, винищують безліч мишей, пацюків, ховрахів та інших шкідників, що псують, поїдають дуже багато зерна та інших продуктів харчування. А отрута змій — безцінна сировина для виробництва ліків, і сьогодні суха отрута деяких змій на міжнародному ринку цінується дорожче золота!

Рідкісні й вимираючі види рослин і тварин повинні особливо ретельно охоронятися. Для цього в місцях їхнього проживання організують заповідники, де середовище має залишатися в недоторканому людиною вигляді. Ці види заносяться в Червону книгу, а насіння рослин і статеві клітини тварин зберігають у спеціальних генетичних сховищах або банках. Один з найвідоміших таких банків — Насінневий фонд, було створено в 20—30-ті роки в Ленінграді видатним російським генетиком М. І. Вавіловим. Цей учений та його послідовники зібрали по всьому світу тисячі зразків насіння дикоростучих злаків, у тому числі предків пшениці жита, ячменю та інших цінних рослин. Сам Вавілов трагічно загинув у сталінських таборах, але його учні в умовах блокадного Ленінграда, пухнучи й помираючи від голоду, зробили неможливе — зберегли це безцінне зібрання генетичного матеріалу.

4. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮДСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

4.1. Енергетика

Основою розвитку людської цивілізації є енергетика, або паливно-енергетичний комплекс. Від стану енергетики залежать темпи науково-технічного прогресу та виробництва й життєвий рівень людей. Темпи зростання виробництва енергії в світі сьогодні перевищують темпи приросту населення, що обумовлене індустріалізацією, зростанням енергозатрат на одиницю продукції в сільському господарстві й гірничорудній промисловості тощо.

Джерела енергії, що їх використовує людство, поділяються на *відновлювані* й *невідновлювані*. До перших належать енергія Сонця, вітру, гідроенергія рік, внутрішнє тепло Землі, морських припливів і відпливів тощо, а до других — викопне мінеральне паливо, ядерна енергія. Відновлювані джерела енергії не змінюють теплового балансу Землі, оскільки при використанні їх людиною має місце лише трансформація одних видів енергії в інші (скажімо, енергія Сонця перетворюється спочатку на електроенергію, а лише потім переходить у тепло). Використання ж невідновлюваних джерел енергії спричинює додаткове нагрівання атмосфери й гідросфери. Це небезпечно, бо може викликати небажані наслідки для клімату Землі, розподілу на ній суші й моря, вплинути на тваринний і рослинний світ. Отже, є теплова межа, яку людство не повинне переходити, оскільки інакше це буде загрожувати йому катастрофічними наслідками. За розрахунками вчених, небезпечна межа настане в разі використання людством невідновлюваних джерел енергії у кількості, що перевищить 0,1 % потужності потоку сонячної енергії, яка надходить на Землю, тобто в кількості, більшій 100 млрд. кВт. Сьогодні людство виробляє енергії на базі невідновлюваних джерел потужністю в 10 разів менше гранично допустимої межі. Якщо такі темпи росту виробництва енергії на базі невідновних джерел збережуться й надалі, то допустимої теплової межі буде досягнуто десь в середині XXI ст. Проте людство продовжує нарощувати темпи виробництва енергії на базі невідновних джерел, і нині 70 % усієї енергії воно отримує за рахунок спалювання вугілля, нафти й газу, близько 7 % — за рахунок роботи атомних електростанцій.

При енергетичних розрахунках використовується спеціальна одиниця — 1т умовного палива (ТУП), яка дорівнює 1 т кам'яного вугілля, або 2,5 т бурого вугілля, або 0,7 т нафти, або 770—850 м³ природного газу (залежно від його складу). Теплота згоряння 1 ТУП становить 29 330 кДж/кг. В масштабних прогнозних розрахунках використовується також умовна одиниця Q, що дорівнює 36 млрд. ТУП. За даними геологів, світові запаси (розвідані) мінерального палива становлять: вугілля — 17,7, нафти — 3, газу — 2, урану — 3,7 умовних одиниць. Якщо мінеральне паливо й далі буде спалюватись такими ж темпами, як це робиться сьогодні, то всі його запаси будуть вичерпані, як показують розрахунки, за 130 років.

Треба також наголосити, що спалювання мінерального палива — надзвичайно нераціональний метод отримання енергії. Ця сировина, особливо нафта, є дуже цінною для хімічного синтезу — сьогодні з нафти отримують сотні цінних матеріалів — синтетичні тканини й каучук, пластмаси, добрива, фарби та ін.

Крім вуглеводневого палива й урану, в природі є ще один вид невідновлюваної енергетичної сировини, яку дехто вважає сировиною майбутнього. Це — дейтерій, або важкий водень, потенційне паливо для термоядерних реакторів, поки що не створених. Запаси цієї сировини, присутньої у водах Світового океану, оцінюються в 1900 Q. Проте на шляху до використання термоядерної енергетики є великі перепони. По-перше, промислові термоядерні установки не створено, невідомо, наскільки вони

будуть ефективними, економічними й головне — безпечними. По-друге, для таких установок потрібен інший компонент — тритій, якого в природі нема — він отримується штучно із значними затратами енергії, або літій — метал, запаси якого на Землі дуже незначні. І, нарешті, по-третє, термоядерні електростанції, навіть якщо їх і буде створено, матимуть ті ж обмеження, що й теплові, тобто виробництво енергії на них не зможе наращуватись необмежене через теплову межу.

Запаси енергії відновлюваних джерел становлять: вітер — 0,4, морські припливи і хвилі — 0,2—0,3, внутрішнє тепло Землі — 0,2, сонячне випромінювання — 2000 умовних одиниць.

Забезпечення паливом — одна з найзлободенніших проблем незалежної України. За даними українських вчених, наша держава забезпечена власним вугіллям на 95 %, нафтою — на 8 і природним газом — на 22 %.

4.1.1. Екологічний вплив ТЕС

Виробництво електроенергії на ТЕС супроводжується виділенням великої кількості тепла, тому такі станції намагаються будувати недалеко від великих міст і промислових центрів для використання (утилізації) цього тепла. У зв'язку з обмеженістю світових запасів мінерального палива вчені й технологи продовжують працювати над поліпшенням параметрів енергоблоків, підвищенням їх ККД, що дає змогу більш економічно витратити паливо. Так, значна економія палива сприяє збільшенню одиничної потужності енергоблоків. Сьогодні ТЕС обладнані енергоблоками на 1000—1200 МВт. Сучасна технологія дозволяє підвищити цю потужність до 3000 МВт, що збереже палива на кілька відсотків. Подальше зростання потужності блоків (до 5000 МВт) можливе у разі розробки так званих *криогенних генераторів*, які охолоджуються зрідженим гелієм.

Знизити питомі витрати палива можна й шляхом підвищення ККД генераторів на ТЕС. Нині ККД досяг своєї межі близько 40 %, але можливе подальше його збільшення (за розрахунками до 60 %) за рахунок впровадження перспективних магнітогідродинамічних (МГД) генераторів, дослідні зразки яких сьогодні проходять випробування в ряді країн.

Спалювання мінерального палива супроводжується значними забрудненнями природного середовища. Розглянемо головні з них.

Забруднення атмосфери газоподібними й пиловими викидами. В результаті спалювання вуглеводневого палива в топках ТЕС, а також двигунах внутрішнього згоряння в атмосферу викидається вуглекислий газ, концентрація якого зростає приблизно на 0,25 % за рік. Це небезпечно, бо може викликати в майбутньому розігрівання атмосфери за рахунок парникового ефекту (див. 2.2.1). З труб ТЕС і вихлопних труб автомобілів у атмосферу викидаються також окиси сірки й азоту, які є причиною виникнення кислотних дощів (див. 2.2.4). Атмосфера забруднюється також дрібними твердими частками золи, шлаку, неповністю згорілого палива (сажею). Для зменшення шкоди від цих забруднень вугілля очищають від сполук сірки перед його спалюванням у топках ТЕС, вловлюють з диму ТЕС окиси сірки й азоту за допомогою фільтрів, установок типу «циклон» тощо. Для зменшення токсичності вихлопних газів автомобілів застосовують регулювання двигунів, впроваджують «екологічно чисті» марки пального, встановлюють на автомобілях спеціальні каталізатори, що допалюють чадний газ до вуглекислого тощо.

Радіоактивне забруднення. Оскільки разом з вугіллям у топках ТЕС потрапляє кількість пустих порід (сланців), що містять домішки природних радіоактивних

елементів, частинки золи, що вилітають із труб ТЕС, є слаборадіоактивними. Отже, має місце радіоактивне зараження атмосфери й земної поверхні. Щоправда, воно не таке шкідливе, як радіоактивне забруднення від АЕС, тому що вугільні породи містять такі природні ізотопи (урану, торію тощо), які існували в біосфері мільйони років і до яких живий світ пристосувався — більшість рослин і тварин не накопичують цих ізотопів у своєму організмі на відміну від штучних радіонуклідів, які викидають АЕС. Існуючі методи очищення газів від частинок золи дозволяють зменшити цей вид забруднення в 100—200 разів, таким чином зменшуючи радіоактивне забруднення від ТЕС до майже фонового рівня.

Забруднення земної поверхні відвалами шлаків і кар'єрами. Після спалювання в топках ТЕС вугілля залишається багато твердих відходів (шлаку, золи). Ці відвали займають великі площі землі, забруднюють підземні й поверхневі води шкідливими речовинами. Ще більші ділянки землі порушують величезні вугільні кар'єри. Так, шлакові відвали, терикони пустих порід і відпрацьовані кар'єри лише в Донбасі займають площу 50 тис. га, яка постійно збільшується. Зменшення шкоди від такого забруднення досягається утилізацією шлаків і пустих порід, з яких виготовляють будівельні матеріали, засипають ними яри, болота та кар'єри при їх рекультивациі. Значний ефект дають економічні методи, зокрема, введення високої оплати за порушення земель, особливо родючих. Такі обмеження в більшості західних країн призвели до відмови використання кар'єрів у сільськогосподарських районах, оскільки плата за землю виявляється вищою, ніж та вигода, яку може дати відкритий метод розробки родовища.

4.1.2. Екологічний вплив АЕС

У 1988 р. за даними міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) в 26 країнах експлуатувалося 416 ядерних енергоблоків, що виробляли близько 16 % усієї електроенергії світу. Деякі країни, наприклад Франція, основну ставку зробили саме на АЕС — у цій країні АЕС виробляють близько 70 % всієї електроенергії. Але ряд країн (Швеція, Данія, Австрія, Філіппіни) заявили про свій намір повністю відмовитись від АЕС і демонтувати ті ядерні блоки, які там працюють сьогодні. Палкі суперечки особливо посилились після трагічної катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 р. Одні вчені, енергетики й політичні діячі відстоюють тезу про те, що без атомної енергетики людство не зможе обійтись й що слід лише зробити все можливе, щоб звести ризик аварії на АЕС до мінімуму. Як довід на користь АЕС, наводять дані про те, що АЕС використовує мало «палива» порівняно з ТЕС (добова витрата мазуту на електростанції потужністю 2000 МВт — 8,3 тис. т, вугілля — 10 тис. т, урану — 180 кг). Вітчизняні енергетики-атомники довгий час також доводили, що електроенергія, яка виробляється на АЕС, дешевша тієї, яку виробляють ТЕС, і що АЕС, мовляв, менше забруднюють природне середовище, ніж ТЕС.

Противники АЕС (а їх кількість значно зросла після аварії на Чорнобильській АЕС і розсекречування матеріалів, пов'язаних з діяльністю колишнього Мінатоенерго) стверджують, що цей метод одержання енергії повинен бути якомога швидше заборонений з огляду на ту шкоду й потенціальну смертельну небезпеку для біосфери, яку він несе.

Доведено, що «дешевизна» атомної енергетики (яка, за даними колишнього Мінатоенерго, була в СРСР втричі дешевшою, ніж у розвинених країнах Заходу) — це була свідомо фальсифікація. Справа в тому, що проектувальники вітчизняних АЕС не включили у вартість «атомного» кіловата такі витрати, як переробка й поховання

радіоактивних відходів, що, за оцінками фахівців, становить понад 75 % вартості всього паливного циклу АЕС. Не було враховано також вартості демонтажу АЕС, а між тим кожна АЕС через 25—30 років роботи має бути зупинена, розібрана або похована, оскільки радіоактивність її агрегатів й обладнання перевищить усі допустимі норми. А вартість демонтажу АЕС, за оцінками західних спеціалістів, дорівнює вартості її будівництва. Не були враховані й інші витрати, пов'язані з експлуатацією АЕС, зокрема, з вимогами безпеки її роботи (на АЕС, що функціонують в розвинених країнах, ці вимоги набагато серйозніші, ніж на наших). Все це показує, що вартість «атомного» кіловата насправді виявляється втриє дорожчою від «газового» і вдвоє — від «вугільного». Як пишуть німецькі експерти в цій галузі, «атомна енергія дешева лише там, де безпека стоїть на другому місці, й доти, поки людство мириться з тим, що його сьогоденне марнотратне ставлення до електроенергії загрожує майбутнім поколінням пекельним радіоактивним жахом».

Найголовнішим є те, що атомна енергетика настільки згубно впливає на біосферу, а аварія на АЕС, якої неможливо уникнути на 100 %, яких би заходів не було вжито, настільки небезпечна для людства, що відстоювати цей метод отримання енергії не лише неприпустимо, але й аморально.

Справа в тому, що ядерна енергетика на урані запускає в біосферу Землі новий згубний для неї ядерний процес, що змінює склад хімічних речовин й накопичує в природі вкрай небезпечні нові види опромінювання.

Паливний енергетичний цикл АЕС передбачає добування уранової руди й вилучення з неї урану, переробку цієї сировини на ядерне паливо (збагачення урану), використання палива в ядерних реакторах, хімічну регенерацію відпрацьованого палива, обробку й захоронення радіоактивних відходів. Усі складові цього циклу супроводжуються надзвичайно небезпечним забрудненням природного середовища.

Забруднення починається на стадії добування сировини, тобто на уранових рудниках. Після вилучення урану з руд залишаються величезні відвали слабо радіоактивних «пустих» порід — до 90 % добутої з надр породи. Ці відвали забруднюють атмосферу радіоактивним газом радоном, дуже небезпечним, бо, як доведено медиками, він спричинює рак легенів.

Кількість радіоактивних відходів зростає на стадії збагачення уранової руди, з якої виготовляються спеціальні тепловиділяючі елементи (твели), які надходять на діючу АЕС. У реактор типу РБМК (сумно відомий після аварії на Чорнобильській АЕС) завантажуються близько 180 т таких твелів, які в результаті роботи реактора перетворюються на високорадіоактивні відходи, смертельно небезпечні для всього живого. АЕС — це, по суті, підприємство, яке поряд з електроенергією виробляє велику кількість надзвичайно небезпечних речовин. Лише в США за станом на 1986 р. накопичилося близько 12 000 т таких відпрацьованих твелів, а до 2000 р. до них додасться ще 40 000 т цього пекельного матеріалу.

Відпрацьовані твели кілька років зберігаються на території АЕС у спеціальних басейнах з водою, поки їх радіоактивність трохи знизиться, після чого їх у спеціальних поїздах перевозять на фабрику для регенерації ядерного палива. Тут твели обробляють, вилучивши з них той уран, що ще не «вигорів», і виготовляють з нього нові твели.

Прихильники атомної енергетики довго твердили, що великою перевагою АЕС є те, що відпрацьоване паливо можна багаторазово переробляти й знову використовувати в реакторі, доки не «вигорить» увесь уран. Насправді вже після другого такого циклу регенерації залишки палива у твелах насичуються великою кількістю сторонніх ізотопів і продуктів розщеплення, що не дозволяє знову використовувати їх у реакторі. «Вигоряє» лише 2 % урану, що був у твелі першого

циклу. Натомість твел перетворюється на надзвичайно високорадіоактивний матеріал, який потрібно десь зберігати сотні й тисячі років.

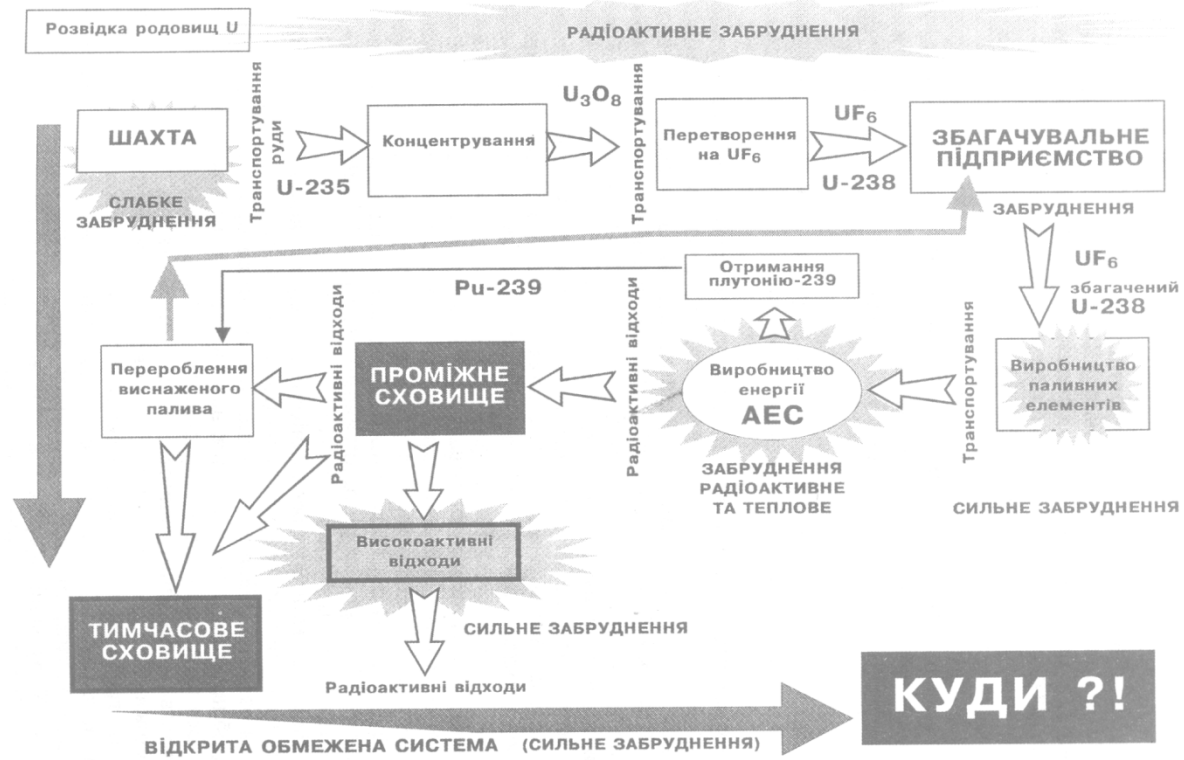


Рис. 32. Основні стадії процесів ядерної енергетики та забруднення довкілля радіоактивними речовинами

Радіація має таку особливість: все, що стикається з радіоактивним матеріалом, саме стає радіоактивним. Стають радіоактивними, а отже, й небезпечними для всього живого, машини, контейнери, обладнання, приміщення, навіть одяг обслуговуючого персоналу. Все це потрібно десь захоронити на багато років. Але надійних методів зберігання радіоактивних відходів не існує. Радіацію неможливо якось зупинити, «вимкнути» чи знищити — ці матеріали треба десь надійно й безпечно для біосфери зберігати сотні років, поки не розпадуться радіоактивні ізотопи. А серед них багато таких, період піврозпаду яких обчислюється тисячами років. У процесі зберігання контейнери з відходами не повинні стикатися з підземними водами, приміщення, де вони переховуються, потрібно вентилувати (сотні років!), бо за рахунок виділення тепла з відходів контейнери нагріваються до 200 °C і можуть потріскатися. Всі ці сховища треба надійно охороняти, щоб виключити проникнення в них сторонніх людей чи зловмисників.

Сказане цілком стосується і самих АЕС. Через 25—30 років експлуатації все їхнє обладнання, апаратура, ємкості, приміщення, транспортні засоби тощо стають настільки радіоактивними, що їх потрібно демонтувати й захороняти на сотні років. А на захоронення лише одного реактора потрібно близько 40 га землі.

«Нема жодного іншого енергоносія,— пише німецький вчений Е. Гауль,— використання якого залишало б хоч приблизно стільки відходів, скільки дає ядерна енергетика, й немає таких відходів, які за ступенем небезпечності хоча б віддалено нагадували продукти розщеплення».

Працюючі АЕС продукують сотні радіоактивних речовин, яких раніше не було в біосфері, й до яких живі істоти не пристосовані. Так, під час вибуху на Чорнобильській АЕС в атмосферу надійшло близько 450 типів радіонуклідів. Серед них багато

довгоживучих, таких, як цезій-137 (період піврозпаду 30 років) і стронцій-90 (27—28 років). Вони за своїми хімічними властивостями дуже схожі на калій і кальцій, що відіграють значну роль в біохімічних процесах. Живі організми не можуть відрізнити цих ізотопів і накопичують їх, що є причиною найнебезпечнішого внутрішнього опромінення, яке викликає хворобу і мутації.

Штучний елемент плутоній, який накопичується в реакторах — це найбільш токсична (отруйна) речовина, яка будь-коли створювалась людиною. Одного фунта (450 г) плутонію достатньо, щоб вбити 10 млрд. людей. А його нині накопичено в ядерних боеголовках, відпрацьованих твелах тощо тисячі тонн!

Період піврозпаду плутонію, найнебезпечнішого радіонукліду, перевищує 20 тис. років, а накопиченої кількості цієї суперотрути достатньо для вбивства тисяч трильйонів людей.

Накопичення в природі невластивих для неї радіоактивних речовин надзвичайно шкідливо діє на біосферу. В зонах, забруднених після аварії на ЧАЕС, вже сьогодні спостерігаються масові аномалії у рослин (гігантизм листя дерев, спотворення деяких рослин до такого стану, що важко визначити їх вид), народження нежиттєздатних мутантів у тварин (поросят без очей, лошат з вісьмома кінцівками тощо). Чорнобильська катастрофа викликала пригнічення імунної системи у людей і тварин, у результаті чого ускладнився перебіг таких захворювань, як грип, запалення легенів, збільшилася смертність від «звичайних» захворювань.

«Мирний атом» з усією гостротою поставив питання про відповідальність учених, про такі поняття, як совість, людяність, порядність, про те, чи маємо ми право заради сьогоденних ілюзорних вигод ризикувати здоров'ям і життям майбутніх поколінь.

Слід додати, що АЕС призводять також до сильного теплового забруднення природного середовища, особливо гідросфери. Лише невелика кількість тепла, що його виділяють працюючі реактори, може бути утилізована й перетворена в електроенергію. Левова його частка у вигляді гарячої води й пари викидається у водойми і повітря. Так, Хмельницька АЕС, розташована у верхів'ях р. Горинь, майже повністю «випиває» цю річку, яка колись була основним джерелом водопостачання населення Рівненської області.

4.1.3. Екологічний вплив ГЕС

ГЕС у наш час виробляють близько 20 % електроенергії в світі. Деякі країни з гірським рельєфом і швидкими ріками (Норвегія, Таджикистан, Киргизстан) в основному забезпечують свої потреби в електроенергії за рахунок ГЕС. У порівнянні з ГЕС і АЕС гідроелектростанції мають певні переваги: зовсім не забруднюють атмосфери. Затоплюючи водосховищами порожисті ділянки рік, ГЕС поліпшують роботу річкового транспорту, а працюючи в парі з ТЕС,— роботу енергосистеми, беручи на себе навантаження в часи максимального (пікового) споживання електроенергії, оскільки агрегат ГЕС можна ввести в дію дуже швидко, на відміну від агрегатів ТЕС, яким потрібно кілька годин для розігріву й виходу на робочий режим (або ж потрібно утримувати один з агрегатів у «гарячому» режимі, витрачаючи дефіцитне паливо).

Разом з тим ГЕС, особливо ті з них, що побудовані на рівнинних ріках, завдають великої екологічної шкоди. Наприклад, водосховищами на Дніпрі затоплено величезні площі родючих земель: Київським — 922 км². Канівським — 675, Кременчуцьким — 2250, Дніпродзержинським — 567, Дніпровським — 410, Каховським — 2155 км². У

сумі це становить майже 7 тис. квадратних кілометрів — чверть території Бельгії. Важко підрахувати колосальну вартість тієї сільгосппродукції, яка не одержана Україною внаслідок затоплення цієї величезної площі найродючіших в Європі земель. Із затоплених площ довелося відселити жителів сотень сіл, прокласти нові комунікації й дороги тощо. Пішла під воду значна кількість історичних і ландшафтних пам'яток.

У місцевостях, розташованих поруч із водосховищами, спостерігається підйом рівня ґрунтових вод, заболочування територій і виведення з сівозміни значних площ землі. На водосховищах тривають обвали берегів, які на окремих ділянках відступили вже на сотні метрів. Греблі перетворили Дніпро на низку застійних озер, які мають слабкий водообмін і самоочищуваність і перетворюються на вловлювачів промислового бруду.

Дуже потерпають від гребель на річках мешканці рік — планктон і риба. Риба не може проходити через греблі до місць своїх звичних нерестовищ, які до того ж ще й стають непридатними для нересту внаслідок затоплення. Багато риби й планктону гине в лопатках турбін. Водосховища, переабруднені стоками й добривами, що змиваються з полів, улітку нерідко «цвітуть», що викликає масову загибель риби й інших мешканців водойм.

Якщо підрахувати всі ці збитки від ГЕС на рівнинних ріках, стає ясно, що твердження гідробудівників про «найдешевший кіловат», який нібито дають ГЕС, не відповідають дійсності. Сьогодні утверджується думка, що будувати ГЕС раціонально лише в гірських районах. Можливо навіть, що в майбутньому доведеться спускати воду з деяких «рукотворних морів», споруджених на тому ж Дніпрі.

4.1.4. Відновлювані джерела енергії

Енергія вітру. За підрахунками вчених, загальний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання електроенергії у всьому світі. Проте використовується лише мізерна частка цієї енергії. Але так було не завжди. За даними статистики, до революції в кожному другому селі в Україні працював вітряк. Проте парова машина, а потім двигун внутрішнього згоряння витіснили цих скромних трудівників. Відомо також, що до появи пароплавів усі морські перевезення здійснювались вітрильниками.

Можливості використання цього виду енергії в різних місцях Землі неоднакові. Для нормальної роботи вітрових двигунів швидкість вітру не повинна в середньому за рік падати нижче 4—5 м/с, а краще, коли вона становить 6—8 м/с. В Україні такими зонами є узбережжя Чорного моря, особливо Крим, а також Карпати й південні степові райони.

Піонером будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) у нашій країні був видатний український вчений та інженер, один з основоположників космонавтики Ю. Кондратюк. Побудована ним у 1931 р. поблизу Севастополя ВЕС потужністю 100 кВт забезпечувала струмом міську мережу понад 10 років.

Нині на Заході, особливо в Данії та США, серійно випускаються ВЕС потужністю від 1,5 до 100 кВт, діє також кілька експериментальних ВЕС потужністю до 30 тис. кВт.

Під час роботи ВЕС навколишнє середовище не зазнає забруднень. Єдині негативні впливи — це низькочастотний шум (гудіння) працюючих ВЕС та ще спорадична загибель птахів, що потрапляють у лопасті вітрогенераторів.

Думка інженерів і вчених повертається і до давно, здавалось би, забутих вітрильників. Відомий океанолог Ж.-І. Кусто, наприклад, недавно спроектував

спеціальні металеві вітрила, що встановлено на кораблі, їх застосування дозволяє економити значну кількість пального під час трансокеанічних плавань цього корабля.

Енергія морів і океанів. Світовий океан містить колосальні запаси енергії. Це, по-перше, енергія сонячного випромінювання, поглинута океанською водою, що виявляється в енергії морських течій, хвиль, прибою, різниці температури різних шарів води і, по-друге, енергія тяжіння Місяця й Сонця, що викликає морські припливи й відпливи. Використовується цей екологічно чистий потенціал ще дуже мало.

Сконструйовано морські хвильові електростанції, що використовують енергію коливання морської води. Метрової висоти хвиля забезпечує від 25 до 30 кВт енергії, навіть хвиля висотою всього 35 см може обертати спеціальну турбіну й давати струм. Одна з перших хвильових електростанцій потужністю 350 кВт успішно діє ось уже 25 років поблизу норвезького міста Бергена. Працюють також перші морські електростанції, що використовують енергію припливів і відпливів — на узбережжі Ла-Маншу у Франції потужністю 240 тис. кВт та в Кольській затоці (Росія) — 400 кВт. А на тихоокеанському острові Науру діє електростанція потужністю 100 кВт, що використовує різницю в температурі нагрітого тропічним сонцем поверхневого шару води й холодного придонного.

Енергія внутрішнього тепла Землі. З заглибленням в Землю зростає температура (в середньому на 30 °С на 1 км, а у вулканічних районах — значно швидше). За оцінками геологів, у земній корі до глибин 7—10 км загальна кількість тепла в п'ять тисяч разів перевищує теплоємність усіх видів мінерального палива, що є на Землі. Теоретично лише 1 % цього тепла достатньо для забезпечення всього людства енергією на найближчі чотири тисячі років. Та на практиці це джерело енергії використовується ще дуже мало. Найкращі результати досягнуто в районах активної вулканічної діяльності, таких, як Ісландія, Камчатка, Гавайські острови, де близько до поверхні залягають термальні води. Через свердловини гаряча водяна пара надходить у турбіни й виробляє електроенергію. Відпрацьована гаряча вода йде на обігрівання теплиць, приміщень тощо. В холодній Ісландії в оранжереях, що обігріваються теплом підземних вод, навіть вирощують банани, а столиця цієї країни Рейк'явік вже понад 40 років цілком обігрівається цим джерелом тепла.

В Україні досі немає установок такого типу, хоч перспективними зонами для використання геотермальної енергії є Карпати, Закарпаття й Крим.

При використанні геотермальної енергії виникає проблема відпрацьованих підземних вод. Часто вони бувають сильно мінералізованими, і їх не можна спускати у ріки. Тому відпрацьовані води знову закачують у підземні горизонти для повторного використання. З деяких таких розсолів добувають йод, бром, літій та деякі інші елементи.

Енергія Сонця. Сонце — найпотужніше джерело екологічно чистої енергії і в майбутньому людство повинне зосередити свої зусилля на розробці методів її утилізації. Головною перешкодою тут є розсіяність сонячної енергії — на широті України, наприклад, на кожний квадратний метр поверхні за рік надходить близько 1900 кВт сонячної енергії. Утилізація сонячної енергії стримується також високою вартістю установок, а звідси й високою собівартістю енергії, яка сьогодні значно перевищує собівартість 1 кВт у ТЕС.

Нині існують такі напрями використання сонячної енергії: одержання електроенергії; побутового тепла; високотемпературного тепла в промисловості; на транспорті. Найбільших успіхів досягнуто в таких країнах, як США, Туркменістан, Франція, причому головним чином у галузі так званої «малої енергетики».

Для отримання електроенергії використовується кілька методів, найбільш перспективним з яких вважається метод безпосереднього перетворення сонячного

випромінювання на електричну енергію за допомогою напівпровідникових фотоелектричних генераторів (сонячних батарей). ККД найсучасніших їх типів становить близько 25—30 %. Сьогодні такі батареї через високу вартість використовуються ще мало — на космічних супутниках і станціях, в ретрансляторах, навігаційних маяках, телефонних установках у пустельних місцевостях, для живлення невеликих радіостанцій, у мікрокалькуляторах, електронних іграшках тощо.

Електроенергію отримують також за допомогою паротурбінних генераторів. Одна з таких сонячних електростанцій (СЕС) споруджена в Криму поблизу Керчі потужністю 1200 кВт. Це станція баштового типу. В центрі кола діаметром 500 м встановлено 70-метрову башту з парогенератором на верхівці. Башту оточують 1600 рухомих дзеркал. Стежачи за допомогою ЕОМ за рухом Сонця, вони спрямовують його промені на парогенератор, нагріваючи в ньому воду до пари з температурою 300 °С. Пара рухає турбіну з генератором.

СЕС не забруднюють середовища. Щоправда, майбутні потужні СЕС на сонячних батареях будуть займати великі площі землі. Проте на Землі є близько 20 млн. км² пустель, де землі непридатні для сільського господарства, потік сонячної енергії найвищий і кількість хмарних днів протягом року мінімальна. Для задоволення енергетичних потреб людства (за теперішнього ККД батарей) достатньо зайняти батареями від 1 до 3 млн. км² пустель, тобто всього 5—15 % цих земель.

Сонячна енергія використовується також для отримання побутового тепла (100—150 °С) — для опалювання приміщень, готування їжі, сушіння фруктів, опріснення води тощо. Розроблено досить зручні пристрої для таких потреб (наприклад, параболічне дзеркало-піч діаметром 1,5 м, у фокусі якого трилітровий чайник з водою закипає за 10 хв.). Для промислових цілей (плавлення проб металів, вирощування кристалів з розплаву тощо) створено сонячні печі, в фокусі дзеркала яких температура сягає 3800 °С. Одна з таких установок діє у Франції.

Сонячна енергія може використовуватися й на транспорті — для енергоживлення автомобілів, невеликих суден і навіть літаків. З площі кількох квадратних метрів (дах мікроавтобуса) можна зібрати енергію для живлення акумуляторів, що рухають автомобіль. У 1982 р. такий автомобіль, не витративши й краплі бензину, перетнув Австралію, подолавши за два місяці відстань у 4000 км. На літаку, верхня площина крил якого вкрита сонячними батареями, було здійснено переліт через Ла-Манш.

Біоенергетичні технології. Життя та діяльність людей супроводжується великою кількістю органічних відходів (побутове сміття, каналізаційні стоки, відходи виробництва сільськогосподарської продукції, деревообробки тощо). Звалища навколо великих міст займають величезні площі (так, міське звалище поблизу Нью-Йорка за об'ємом уже досягло 25 пірамід Хеопса!), забруднюють повітря й воду. А між тим розроблено технології, що дозволяють отримувати з цих відходів енергію — сконструйовано, наприклад, установки, де такі відходи спалюються, даючи тепло і електроенергію, а також різні корисні матеріали (скло, метали тощо).

Існує й інша перспективна технологія переробки відходів — за допомогою метанобактерій. Ці мікроорганізми активно розмножуються в будь-яких органічних рештках, продукуючи в результаті своєї життєдіяльності цінну енергетичну сировину — біогаз (суміш метану й чадного газу). Технологія отримання біогазу дуже проста. Бетонні ємкості або колодязі будь-якого об'єму заповнюють гноєм, сміттям, листям, тирсою тощо. Ємкість повинна бути щільно закрита, щоб не було доступу кисню. Газ, що утворюється в результаті бродіння, відводять у приймальний пристрій або безпосередньо в газову плиту. Після процесу бродіння залишається добриво — знезаражене, без запаху, більш цінне, ніж звичайний гній.

Найширшого визнання така технологія набула сьогодні в Китаї та Індії, де діють мільйони таких установок. А в Румунії проведено успішні дослідження з використанням біогазу як палива для тракторів.

Останнім часом починають дедалі ширше розробляти технології одержання пального для двигунів внутрішнього згорання з органічних речовин, які продукуються рослинами. Так, у Бразилії з відходів виробництва цукру з цукрової тростини отримують технічний спирт, який використовується як пальне для автомобілів (причому його вартість нижча, ніж у бензину, а забруднює повітря таке пальне менше, ніж бензин або соляр). В Австралії успішно виготовляють так звану «зелену нафту» — продукт переробки спеціальних мікроскопічних водоростей, які вирощуються в штучних басейнах.

Для України особливе значення має технологія одержання пального з ріпакової олії. Ріпак, ця невибаглива рослина, може давати до 1 т олії з гектара, причому його можна вирощувати на землях, непридатних ні для чого іншого — наприклад, на полях зрошення, де нейтралізуються каналізаційні стоки, і навіть на землях 30-кілометрової зони навколо Чорнобильської АЕС (як встановлено вченими, радіонукліди не накопичуються в ріпаковій олії). Ріпакову олію можна або безпосередньо заливати в баки дизельних двигунів (які, щоправда, з цією метою треба модернізувати), або ж з неї можна виготовляти спеціальне дизельне пальне — «блакитний ангел», що повністю здатне замінити соляр, але при цьому воно екологічно чистіше і дешевше; нарешті, цю олію можна додавати в соляр (до 20 %), що не змінює ні енергетичних, ні екологічних показників двигунів.

4.1.5. Енергозбереження

Енергозбереження, впровадження нових технологій, що потребують менших затрат енергії, має бути основним напрямом подальшого розвитку народного господарства. За розрахунками вчених, зниження питомої енергомісткості національного доходу України вдвоє збереже споживання енергії в 2000 р. у порівнянні з сьогоднішнім рівнем. І це завдання цілком реальне. Наприклад, у США завдяки великій увазі, яку було приділено енергозбереженню після нафтової кризи 1973 р., споживання енергоресурсів за десять років після кризи зменшилося на кілька відсотків порівняно з рівнем 1973 р., валовий же суспільний продукт країни за цей період зріс на 25 %.

Проте до останнього часу заклики до дбайливого, господарського використання сировини, енергоресурсів, які періодично лунали в нас зі шпальт преси, у виступах вчених тощо, не давали бажаних результатів при соціалістичному ладі, коли все було «наше» й нічого «мого», коли виробник був відчужений від власності, і у нього не було жодних стимулів економити ресурси, матеріали, сировину. Доки земля та все, що є на ній, не матиме справжнього хазяїна, доти заклики до економії ресурсів залишаться «голосом волаючого в пустелі».

А між тим ми маємо величезні резерви для економії. Наведемо деякі приклади. Так, в більшості країн світу на освітлення витрачається близько 13 % виробленої електроенергії. А в Україні питомі витрати електроенергії, що йде на світло, у 1,5 рази вищі, ніж в західних країнах. Причина полягає в тому, що у нас переважають дуже неекономні джерела світла — лампи розжарення, які перетворюють на світло лише 5—8 % енергії. В розвинених же країнах переважають люмінесцентні лампи, корисна віддача яких 20 %, а найновіших типів — до 30 %. Розрахунки свідчать, що масове впровадження таких ламп заощадило б майже 70 % електроенергії.

Надзвичайно багато енергії споживає наша побутова техніка. Якби вітчизняні телевізори, пральні машини, пилососи тощо мали такі ж показники, як найкращі зразки світової побутової техніки, економія електроенергії була б такою, що Україна могла б відмовитися від усіх АЕС на її території. Автомобіль «Жигулі» витрачає від 8 до 10 л бензину на 100 км, тоді як у більшості зарубіжних легкових автомобілів цей показник становить від 4,3 до 5,9 л, а шведська компанія «Вольво» розробила модель, що споживає всього 3,6 л на 100 км. Неважко уявити, яку економію дефіцитного пального мала б наша країна, якби наблизилась характеристики своїх автомашин до цих показників.

Україна дістала у спадщину від СРСР надзвичайно неефективну, енергоємну й матеріалоємну промисловість. Наприклад, для отримання 1 т цементу ми витрачаємо 274 кг умовного палива, а японці — 142. Питомі затрати енергії у чорній металургії Японії на 20—30 % нижчі, ніж у нас, причому, як не парадоксально — головним чином за рахунок впровадження таких передових технологій, як безперервна розливка сталі, сухе гасіння коксу, утилізація тепла газів доменних печей. Ці технології були розроблені у нас, японці придбали ліцензії на їх застосування і мають із цього неабияку вигоду, а у вітчизняній металургії вони майже не впроваджені.

Крупним споживачем енергії є сільське господарство. Такі незграбні «мастодонти», як трактор К-700, не лише пожирають велику кількість пального, а й сильно порушують ґрунти. Дуже багато пального споживають наші зернозбиральні комбайни, які до того ж втрачають дуже багато зерна. Щоб отримати 1 кг засобів хімічного захисту рослин, треба затратити близько 4 л умовного пального. На гектар саду за існуючих норм опилення витрачається понад 1 т пального. А між тим селекціонери сьогодні вивели сорти яблунь та інших плодкових дерев, стійкі до грибкових захворювань. Сад із таких яблунь потребує лише профілактичної обробки й у три рази менше хімікатів.

Інший аспект цієї проблеми — морально-етичний. Наше марнотратне ставлення до енергетичних і матеріальних ресурсів багато в чому викликане ставленням до природи та її багатств як до чогось такого, що призначене задовольняти наші потреби й примхи. Мало хто з людей замислюється над доцільністю такого стану речей, коли ми, не відчуваючи жодних докорів сумління, викидаємо на смітник ще зовсім справні речі заради більш модних чи таких, що мають кращий дизайн. Ми оточуємо себе безліччю маловживаних, а то й зовсім невживаних речей. Але ж на їх виготовлення витрачаються дорогоцінні ресурси, енергія. Вся система реклами побудована на цих споживацьких інстинктах: нас настирливо закликають купувати все нові «престижні» моделі одягу, автомобілів, зубної пасти тощо. І багато хто весь сенс свого життя вбачає в гонитві за новими й новими «благами». Ніяка економія ресурсів й енергії не допоможе, якщо людина не усвідомить необхідність самообмеження матеріальних потреб і задоволення натомість потреб духовних, запитів, гідних імені гомо сапієнс. Коли видатного астронома, вченого й мудреця В. А. Амбарцумяна якийсь недоброзичливець запитав на лекції: «А для чого взагалі потрібна ваша астрономія?» той відповів спокійно: «Людина відрізняється від свині тим, що інколи піднімає голову вгору й дивиться на зорі».

4.2. Промисловість

Промисловість, або індустрія, — одна з основних галузей матеріального виробництва, без якої неможливе існування сучасної цивілізації. В промисловості більшості країн світу зайнята основна кількість працездатного населення, промислові підприємства (фабрики, заводи, рудники тощо) постачають сировину й виробляють основні види продукції. Від її розвитку значною мірою залежать рівень економіки країни, задоволення потреб населення, обороноздатність, рівень національного доходу тощо. За характером виробництва промисловість поділяють на добувну й обробну, а за економічним призначенням і використанням продукції — на групу «А» (виробництво засобів виробництва) й групу «Б» (виробництво предметів споживання). Незалежній Україні в спадщину від СРСР дісталась неприродна, спотворена система промисловості, в якій гіпертрофовано високу частку займають гірничодобувна, металургійна й хімічна промисловість групи «А», що складається з «соціалістичних супергігантів» із застарілими технологіями виробництва, надзвичайно матеріало- й енергоємного, що дає продукцію, як правило, низької якості й сильно забруднює природне середовище. А між тим сьогодні в розвинених країнах світу на перше місце виходять наукоємні виробництва, такі як мікроелектроніка, обчислювальна техніка, малотоннажне виробництво надчистих матеріалів тощо.

Гострота екологічної проблеми в Україні значною мірою обумовлена підвищеним антропогенним навантаженням на природне середовище в результаті нераціональної структури економіки, в якій основну роль відіграють саме такі «брудні» промислові галузі, як металургійна, мінерально-сировинна й паливно-енергетична. Сьогодні на межі екологічної кризи опинилися Придніпров'я, Придністров'я, Донбас, Кривбас, Північний Крим, узбережжя й акваторії Чорного й Азовського морів. Це є наслідком незадовільного вирішення важливих природоохоронних проблем, нарощування виробничих потужностей без відповідного врахування можливих екологічних змін, невиконання промисловими підприємствами природоохоронного законодавства, відсутності дійових економічних важелів, недостатньої уваги до питань управління охороною природи.

Займаючи менше 3 % території колишнього СРСР, Україна виробляла майже 20 % його суспільного продукту. Питома вага виробництва засобів виробництва (групи «А») в її промисловості перевищує 70 %. Десятиліттями в республіці пріоритет віддавався розвитку таких ресурсо- й енергоємних виробництв, як гірничо-металургійна, енергетична, нафтохімічна. До того ж ці підприємства роками не модернізувались, виробничі процеси на них застаріли. Так, на металургійних підприємствах Донбасу з 31 прокатного стану 16 зношені на 100 %, 6 цехів — від 75 до 95 %; 48 % коксових батарей вичерпали свій граничний строк дії. Морально й фізично зношені й застарілі підприємства особливо сильно забруднюють природне середовище і екологічно небезпечні.

Серед промислових підприємств найбільше забруднюють природне середовище гірничо-металургійні. Недаремно список найбільш забруднених міст світу очолюють такі російські металургійні центри, як Нижній Тагил, Магнітогорськ і Челябінськ, а серед наших — Дніпродзержинськ, Маріуполь і Запоріжжя. Найбільшої шкоди ці підприємства завдають повітряному басейну, спричиняючи появу кислотних дощів, а також земельним ресурсам, утворюючи кар'єри, відвали-шламонакопичувачі тощо (один гектар металургійних шлаків у відвалах отрує близько 5 га сусідніх земель, виділяючи в атмосферу сірчані й інші гази і пил), а також сильне теплове забруднення середовища. Дуже забруднюють атмосферу й нафтохімічні комбінати, а хімічні різних типів і целюлозно-паперові — повітря й воду.

Основні методи очищення й знезараження забрудненого повітря, води, ґрунтів описані в розділі 2. Усі ці методи очищення промислових забруднень досить дорогі і не дають 100 %-ного результату, тому що з наближенням до цієї межі кожен відсоток досягнутого очищення коштує дорожче й дорожче, і нарешті цей процес стає настільки дорогим, що економічно себе не виправдовує. Тому в більшості західних країн існує така практика: забруднене повітря, вода і т. д. очищуються до певної межі (визнаної економічно прийнятною), після чого очищене повітря змішується з природно чистим, так, щоб вміст забруднень не перевищував ГДК, і така суміш викидається в атмосферу.

Проте в зв'язку зі зростаючими об'ємами промислового виробництва забруднення йде такими темпами, що невдовзі для розбавлення вже не вистачатиме ні повітря, ні води. І це не перебільшення. Наприклад, у високорозвиненій промисловій країні Німеччині розроблено й впроваджено досить прогресивні методи вилучення сірчаних газів з димів металургійних і целюлозно-паперових підприємств. Завдяки цьому вміст SO₂ у промислових викидах за період з 1980 по 1993 р. вдалось скоротити на 65 %. Але кількість шкідливих викидів зростає такими темпами, що за прогнозами в 2000 р. на території цієї країни в повітря буде викинуто 36 млн. т NO₂ і 17 млн. т SO₂. Існуючими методами очищення й новими, що розробляються, сумарний викид цих шкідливих газів вдасться скоротити до 29 млн. т. Для розбавлення цієї кількості забруднень до норми потрібно буде 260 млн. км³ повітря, що дорівнює 500-метровому його шару над усією Земною кулею! Оскільки повітря забруднюють промислові підприємства аж ніяк не однієї лише Німеччини, то висновки, як кажуть, можуть бути однозначні: індустріальний шлях розвитку, який сьогодні проходять більшість країн світу й який базується на прогресуючому використанні природних ресурсів, є тупиковим. Якщо людство хоче мати майбутнє, воно мусить відмовитися від сучасних промислових технологій, хай навіть й «найпередовіших», забезпечених суперсучасними методами очищення. Для подальшого нарощування промислових потужностей і об'ємів виробництва Земля вже занадто мала.

Деякою альтернативою, що може пом'якшити шкідливі наслідки суперіндустріалізації і відтягти в часі граничну межу індустріального етапу розвитку людства, є перехід на безвідходні виробництва, основані на замкнених циклах (водопостачання, повітропостачання тощо). Певні успіхи в цьому напрямі є, зокрема, й в Україні. За даними НАН України, в 1992 р. в нашій республіці діяло понад 150 підприємств, цехів і виробництв, що використовували замкнену систему водопостачання (Стахановський завод феросплавів. Верхньодніпровський гірничо-металургійний комбінат та ін.).

Дуже великі резерви природних ресурсів, у тому числі й для промислового виробництва, обіцяє впровадження переробки вторинних ресурсів у більш повних об'ємах, ніж це робиться сьогодні (див. 2.4.4).

Проблема утилізації відходів. Некероване зростання кількості населення, активний розвиток виробництва та обсягів споживання, а також відсутність ефективних технологій переробки відходів виробництва та побутових відходів призвели до того, що наприкінці ХХ ст. на нашій планеті нагромадилася така кількість відходів, яка стала загрожувати здоров'ю людей і довкіллю. Уряди країн здебільшого не мають навіть об'єктивної інформації про обсяги нагромаджених відходів і викидів, ступінь їх токсичності та особливості впливу на живі організми. За даними ООН, щорічно 5,2 млн. чоловік, у тому числі 4,0 млн. дітей, вмирають від хвороб через неправильне видалення відходів і стічних вод, особливо в регіонах великих міст. Дуже активно зростає кількість твердих побутових відходів. Так, у 1990 р. у колишньому СРСР за рік накопичувалося понад 60 млн. т різноманітного міського сміття. Щоб вивезти його з міст на звалища, витрачалося понад 350 млн. крб. Кількість відходів

щорічно зростає на 5—6 %. У США на збирання та перевезення твердих побутових відходів та їх переробку щорічно витрачаються мільярди доларів.

Раніше більшість відходів (крім скла та металобрухту) спалювалася. Зараз це заборонено, оскільки при спалюванні в атмосферу виділяється велика кількість небезпечних для здоров'я людей речовин. У більшості розвинених країн переробляється від 30—50 % (Європа) до 60—75 % (США, Японія) твердих побутових відходів; у країнах, що розвиваються,— 7—10 %, у Росії та Україні — всього 3—5 %. До 2025 р. кількість відходів, за прогнозами спеціалістів, збільшиться в чотири-п'ять разів, а вартість їх переробки та зберігання — в два-три рази. Отже, утилізація відходів — глобальна екологічна проблема.

Особливо актуальним є питання транспортування, зберігання, переробки та поховання радіоактивних відходів. Те, що нині ці питання не вирішуються, є однією з головних причин призупинення розвитку атомної енергетики. Радіоактивні відходи дуже небезпечні, особливо високоактивні (щорічно їх утворюється близько 10 000 м³). Вартість видалення та поховання їх є найвищою порівняно з вартістю інших відходів.

На Всесвітньому екологічному форумі в Ріо-де-Жанейро, що відбувся в 1992 р., проблемі радіоактивних відходів було приділено велику увагу, запропоновано практичні рекомендації для її вирішення.

Дедалі гостріше постає проблема відходів в Україні. Звалища навколо великих міст щорічно поглинають близько 1500 га землі, яка стає небезпечним джерелом отруєння довкілля. Із звалищ у повітря та ґрунтові води потрапляє багато токсичних речовин — важких металів, лаків, фарб, гуми, пластмас. Вони є розсадником хвороботворних бактерій; тут утворюються токсичні гази, виникають небезпечні для довкілля пожежі.

Проблему звалищ може вирішити будівництво сучасних відхо-допереробних заводів із ефективними технологіями утилізації, спалювання, виготовлення корисної речовини (хоча нині не існує жодної технології, яку можна вважати екологічно чистою), а також рекультивация звалищ й використання тисяч гектарів звільнених від бруду площ землі. Здійснити це можна лише за умов взаємодопомоги країн, співробітництва, взаємоконтролю та виконання відповідних міжнародних угод і конвенцій.

Міжнародна торгівля відходами. У Декларації ООН про Навколишнє Середовище (§ 26) записано, що держави відповідають за те, щоб діяльність на їх територіях не завдавала шкоди довкіллю в інших державах. Але, на жаль, цього принципу часто не дотримуються, і не лише у випадках транскордонного перенесення шкідливих речовин повітряними потоками або річками з одного регіону в інший. Останнім часом розпочалася торгівля токсичними відходами, яка набула міжнародних масштабів.

Сьогодні більшість індустріальне розвинених країн шукають бідні країни, що розвиваються, щоб використати їх території для дешевого скидання своїх токсичних відходів виробництва.

Щоб обійти законодавчі акти, які забороняють безконтрольне поховання токсичних відходів, а також не витрачати великих коштів на їх переробку, виробники відходів розвинених країн переправляють їх у країни з недосконалим екологічним законодавством або в яких є впливові злочинні елементи, що йдуть на все заради наживи, навіть на погіршення стану навколишнього середовища свого краю.

Експорт токсичних відходів затримує розвиток екологічно чистих технологій і виробництв. Жадоба наживи призвела до того, що в 1990 р. близько 25 хімічних

підприємств Західної Європи та США звалили понад 11 000 т ртутно-свинцевих відходів в Іспанії в районі Амадена, переправили 8000 контейнерів із токсичними речовинами в Нігерію. Організації Грінпіс відомо понад тисячу спроб експорту смертоносних відходів по всьому світу. Сформувалася міжнародна мафія, що наживає великі капітали на цьому бізнесі. Часто платня за дозвіл на поховання відходів у кілька разів перевищує національний прибуток невеликих країн Африки, Азії, Південної чи Центральної Америки, й їхні керівники погоджуються на екологічні злочини. Але в 1992 р. вже 80 держав заборонили ввезення до себе токсичних відходів. Україна не увійшла до їх числа. Тому лише за останні два роки відомо близько 40 спроб поховати на її території токсичні речовини (230 т промислових відходів, понад 100 т хімікатів, непридатних для використання, 390 т пластикових упаковок тощо). У 1994 р. в Україну у великих кількостях почали надходити імпортні пестициди, багато з яких заборонені на Заході й використовуються в нас через відсутність відповідних законів, низькі вимоги до якості пестицидів, жадобу та екологічну неосвіченість наших бізнесменів.

Аналогічні явища спостерігали в 1993 р. в Росії, наслідком чого є виявлення отруєнь ґрунтів, людей в кількох регіонах. Розпочато судові справи проти деяких іноземних компаній.

Зрозуміло, що надзвичайно важливим є вдосконалення нашого екологічного законодавства, посилення контролю за імпортом токсичних речовин і відходів шляхом залучення до цього широкої громадськості. Але найкращий спосіб позбутися відходів — це не виробляти їх взагалі.

4.3. Сільське господарство

Це — одна з найголовніших галузей матеріального виробництва людства, що забезпечує його харчовими продуктами рослинного й тваринного походження, а багато галузей промисловості — сировиною.

Коли в часи неолітичної революції землероби почали вирощувати перші одомашнені рослини (це було за 7—8 тис. років до н. е.), населення Землі складало всього близько 4 млн. чоловік. Сьогодні така кількість людей народжується за 10 днів. Якщо подібні темпи зростання населення збережуться і в майбутньому, то трудівникам сільського господарства світу, щоб нагодувати населення Землі, за перші два десятиліття XXI ст. потрібно буде виробити стільки харчових продуктів, скільки їх було виготовлено за попередні 10 000 років людської історії! Як вже вказувалось в розділі 2.5.4, переспоживання людством продукції біосфери вище критично допустимої межі — 1 % (а вже сьогодні людство споживає близько 10 % цієї продукції) неминуче викличе дезорганізацію й руйнування біосфери. Тому глобальною умовою виживання людства є зниження споживання, а отже, зниження кількості населення приблизно в 10 раз у порівнянні з сучасним рівнем.

Основу сільськогосподарського виробництва становить рослинництво. Серед кількох сотень культурних рослин, що культивуються на різних материках, основну кількість харчової продукції (за масою) дають такі рослини, як рис, пшениця, кукурудза, картопля, овес, ячмінь, цукрова тростина, соя, сорго, маніок, батат. Потрібно наголосити, що в природі існує величезна кількість їстівних рослин, які або взагалі не використовуються людьми, або ж використовуються надзвичайно обмежено (скажімо, нечисленними місцевими племенами). Лише в зоні вологих тропічних лісів ботаніки й етнографи зібрали відомості про 80 000 видів таких рослин! Оскільки площа тропічних лісів скорочується з катастрофічною швидкістю, людство може в найближчому майбутньому втратити це величезне багатство, так і не скориставшись ним.

Інша екологічна небезпека, що чатує на людство,— це збіднення генетичного фонду рослин і тварин. Так, відомо 28 видів пшениці (5 дикоростучі і 23 культурні). Протягом історії з цих видів селекціонерами виведено близько 22 000 сортів пшениці. Звичайно, користуються найбільш врожайними сортами. І як наслідок, величезні площі займають генетичне одноманітні рослини, так звані монокультури. Вони дають змогу за короткий час досягти максимальних врожаїв. Але будь-які несприятливі зміни в природному середовищі (кліматичні зміни, поява нових збудників хвороб чи шкідників) можуть завдати величезної шкоди монокультурі, а то й цілком знищити її на великих площах. Історія сільського господарства переповнена подібними прикладами. Так, в 1970 р. врожай кукурудзи в США був знищений на половині плантацій від Флориди до Техасу новим патогенним грибок. Оскільки більшість полів було засіяно одним сортом кукурудзи, епідемія поширилася зі швидкістю лісової пожежі, і загальні збитки фермерів досягли 1 млрд. доларів. А в 1845 р. врожай картоплі — основного продукту харчування в Ірландії — був знищений грибковим захворюванням, збудник якого було випадково завезено з Мексики. Від голоду тоді вимерло близько 1 млн. ірландців.

Впровадження монокультур, зведення тропічних лісів, урбанізація, будівництво великих водосховищ, що заливають тисячі гектарів земель, та інші негативні прояви антропогенної діяльності викликають небезпечне збіднення генофонду (або так звану «генетичну ерозію») планети. За підрахунками ботаніків, до середини XXI ст. можуть зникнути 250 000 видів рослин.

Гонитва за максимальними врожайми, порушення правил агротехніки, застосування важких сільськогосподарських машин, неправильна меліорація, перевипаси худоби та ін. ведуть до втрати основного багатства людства — родючих ґрунтів. Вчені встановили, що для створення ґрунтового шару товщиною 18 см природі потрібно в середньому від 1400 до 7000 років. Людина ж здатна виснажити, знищити шар ґрунту такої товщини за один-два сезони. Підраховано, що в порівнянні з тими 1500 млн. га земель, що використовуються в наш час для вирощування сільськогосподарських культур, майже 2000 млн. га земель було втрачено, виведено з сівозміни, перетворено на пустелі за історичний період. Сьогодні, за даними ЮНЕП, щорічно через вітрову й водну ерозію, будівництво міст, доріг, аеродромів, кар'єрів, промислових об'єктів у світі губиться від 5 до 7 млн. га родючих земель. Величезної шкоди завдано землям України. За 1980—1990 рр. Україна втратила 463 тис. га сільськогосподарських угідь. На 9 % знизився за останні 20 років вміст гумусу в ґрунті. Від водної ерозії у нас потерпає 29 % ріллі, 10 млн. га земель на півдні республіки періодично вражається пиловими бурями.

Загалом же основні екологічні небезпеки, що нависли над сільським господарством, фахівці ООН за основними регіонами світу розподіляють таким чином:

- ✓ Європа — промислове забруднення земель, знищення лісів;
- ✓ Північна Америка — широке розповсюдження монокультур;
- ✓ Південно-Західна Азія — перенаселення, перевипас худоби, загроза генофонду;
- ✓ Південно-Східна Азія — зведення тропічних лісів, «генетична ерозія»;
- ✓ Південна Америка — знищення тропічних лісів, зникнення традиційних сортів культурних рослин;
- ✓ Африка — перенаселення, знищення тропічних лісів, перевипас худоби, опустелювання.

Інша дуже серйозна проблема полягає в перехімізації сучасного сільського господарства. На зміну апробованій віками схемі землекористування земля — зерно — гній — земля прийшла неприродна, виснажуюча ґрунти схема земля — зерно — мінеральні добрива — зерно — більше мінеральних добрив і т. д. При цьому засвоєння хімічних поживних речовин, що містяться в мінеральних добривах, культурними рослинами в середньому не перевищує 40 %. Інші ж 60 % вимиваються з ґрунту, надходять до водойм і є джерелом їх небезпечного забруднення. Надмірне використання мінеральних добрив, зокрема азотних, викликає небезпечно для здоров'я людини збільшення в харчових продуктах нітратів і викликаних цим небезпечних захворювань.

Для захисту врожаїв від шкідників сучасне сільське господарство все більше використовує засоби хімічної боротьби — так звані пестициди хлорорганічного, фосфорорганічного й іншого складу.

Навантаження пестицидів при вирощуванні культур на ґрунті стає нестерпним. Так, при вирощуванні озимої пшениці в ґрунт інколи вносять до 6—10 кг пестицидів на гектар землі, овочевих культур — 45—50, плодових — 165 кг/га! Але ж на отруєній землі не може вирости неотруєний колос, неотруєний коренеплід!

Величезна кількість речовин, які пропонує сучасна хімія для сільського господарства — мінеральні добрива, пестициди, антибіотики, гормони, стимулятори й інгібітори розвитку, кормові дріжджі й багато інших — врешті-решт потрапляють в організм людини й загрожують не лише нам, а й нашим нащадкам. До того ж комахи й інші шкідники сільського господарства швидко звикають до хімічних засобів боротьби з ними, з'являються різновиди шкідників, на які отрута вже не діє, й потрібно збільшувати її дозу або застосовувати нові, більш отруйні засоби.

Близько 500 видів шкідників вже виробили імунітет проти одного чи кількох видів отрутохімікатів, частина — до всіх без винятку. За прогнозами науковців, вже на початку XXI ст. всі основні вороги врожаю (шкідники, бур'яни, збудники захворювань) стануть несприйнятливими до хімічних засобів захисту рослин. То навіщо ж отруювати землю?!

Розуміючи тупиковий шлях подальшого нарощування хімізації і так вже перехімізованого сільськогосподарського виробництва, деякі сільськогосподарські організації, господарства, фермери як на Заході, так і у нас стають на шлях так званого альтернативного сільського господарства. Його прихильники проголошують своє намагання досягти вирішення таких завдань:

- ✓ зміна сучасного землеробства шляхом його «екологізації» й «біологізації», тобто землеробство має бути нешкідливим для природного середовища й забезпечити споживача чистими продуктами харчування;
- ✓ розвиток землеробства на основі максимальної утилізації всіх відходів, що утворюються в господарстві;
- ✓ підвищення рентабельності господарства, забезпечення його виживання.

Основна суть альтернативного землеробства полягає в повній або частковій відмові від синтетичних мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту й кормових добавок. Комплекс агротехнічних засобів базується на строгому дотриманні сівозмін, запровадженні в них бобових культур для збагачення ґрунту азотом, застосуванні гною, компостів і сидератів, проведенні механічних культиваций й захисту рослин біологічними методами.

В альтернативному землеробстві ґрунт розглядають майже як живий організм зі складними фізико-хімічними й біологічними процесами. Прихильники альтернативного землеробства вважають, що удобрювати потрібно не рослини, а ґрунт, і виходять із принципу: «Від здорового ґрунту — до здорових рослин, тварин і людини». Ця концепція значною мірою відповідає шанобливому ставленню до землі-годувальниці, яке здавна було притаманне українському землеробу старих часів і збереглося донині серед справжніх трудівників сільського господарства України.

Прихильники альтернативного землеробства для підживлення рослин використовують лише «натуральні» добрива; крім гною й компосту, кісткове борошно, доломіт, вапняк, розмолотий до борошна базальт, глауконітовий пісок, золу водоростей, рибну емульсію тощо. Для боротьби з шкідниками й хворобами застосовуються теж лише природні засоби — тютюновий пил, часник, піретрум, відвари кропиви, полину тощо. Вітається широке застосування біологічних методів боротьби з шкідниками; за рахунок розведення комах — ворогів цих шкідників, бактеріальних і вірусних препаратів проти шкідників тощо.

Незважаючи на нижчий рівень урожайності та вищу трудомісткість альтернативного землеробства, його продукція користується дедалі більшим попитом у населення. Люди згодні платити більше за продукцію з гарантією високої якості й безпеки.

4.4. Транспорт

Наш час характеризується небаченими масштабами розвитку транспортних перевезень — як вантажів, так і пасажирів. Значна частина цих перевезень є безпосередньою складовою частиною процесу виробництва — промислового й сільськогосподарського. Надзвичайна мобільність властива й людям. Зростають швидкість і вантажопідйомність автомобілів, літаків, суден. Зростають масштаби транспортних перевезень, а разом і масштаби екологічної шкоди, якої вони завдають природі. Один з екологічних законів Б. Коммонера (див. розділ 3.5) гласить, що за все потрібно платити — за зростаючий об'єм вантажоперевезень, за швидкість і комфорт — великою кількістю пального й матеріалів, забрудненням практично всіх земних сфер. Так, лише один сучасний реактивний пасажирський літак протягом восьмигодинного польоту з Європи в Америку «з'їдає» від 50 до 75 т кисню, викидаючи в атмосферу десятки тонн вуглекислого газу, окисів азоту й інших шкідливих сполук. Легковий автомобіль «Волга» забирає з повітря кисню в 100 разів, а вантажівка ЗІЛ-130 у 200 разів більше, ніж одна людина. Автомобілі є винуватцями 40 % забруднень атмосфери великих міст, у тому числі й Києва. Підраховано, що якби з'єднати всі вихлопні труби автомобілів, які бігають вулицями Києва, в одну трубу, то утвориться зловісний кратер діаметром 25 м, з якого вивергається 110 тис. т шкідливих газів на рік. Справа погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря — саме в зоні нашого дихання, особливо наших дітей. До того ж наші вітчизняні автомобілі екологічно набагато «брудніші» багатьох західних моделей: вони витрачають більше пального на 100 км, а отже, більше й забруднюють повітря, використовують етильований бензин, їхні двигуни часто бувають погано відрегульованими і дають більше шкідливих викидів тощо.

Мережа автомобільних і залізничних доріг займає великі площі землі, яку можна було б використати більш доцільно — скажімо, для вирощування сільськогосподарських рослин чи лісу. Так, для прокладки навіть найпростішої дороги шириною 4 м на кожні 2,5 км траси потрібно вирубати 1 га лісу! Набагато більшу смугу землі займають сучасні шестирядні швидкісні автотраси. Дорожні насипи часто є причиною підтоплення ґрунтовими водами й заболочування прилеглих ділянок. На дорогах гине велика кількість диких тварин — звірів, які потрапляють під колеса, птахів, що стикаються з машинами.

Значного забруднення водному середовищу завдають крупно-тоннажні вантажні судна, особливо нафтові танкери. Аварії таких танкерів уже викликали не одну екологічну катастрофу — згадаймо катастрофи танкерів «Амоко кадіс» чи «Екссон валдіз». Зростаючі об'єми перекачування нафти, нафтопродуктів, природного газу тощо системою трубопроводного транспорту пов'язані з укрупненням діаметра труб і застосуванням все більших тисків при перекачуванні, що загрожує великомасштабними аваріями (недавній вибух бензопроводу в Челябінській області чи величезна площа земель, забруднена нафтою, котра витекла із порушеного нафтопроводу в республіці Комі на півночі Росії).

Негативно впливають на озоновий шар атмосфери висотні польоти літаків і космічні запуски, польоти військових балістичних ракет. Підраховано, що 100 запусків підряд космічного «човника» Спејс Шаттл (його двигуни дуже негативно впливають на озоновий шар) могли б майже повністю зруйнувати захисний озоновий шар атмосфери Землі.

4.5. Військова справа

Однією з найганебніших рис людської цивілізації є війни. Підраховано вченими, що за останні 6000 років люди жили в мирі всього 292 роки. Вони «звикли» до війни й поки ще не дуже глибоко усвідомили, що в сучасній війні, якби вона була розв'язана, переможців не буде.

Військова діяльність, сам характер ментальності військових спрямовані на те, щоб чинити шкоду біосфері, перш за все людині, тому ця діяльність має суто антиекологічний характер.

Війни, за підрахунками вчених, забрали життя 3640,5 млн. людей. В цих війнах були знищені матеріальні цінності на фантастичну суму 115,13 квінтільйонів доларів. Населенню Землі для забезпечення всім необхідним цього вистачило б на кілька тисяч років!

У першу світову війну (1914—1918 рр.) було втягнуто 38 країн. Бойові дії велись на території 4,1 млн. км². Було мобілізовано 74 млн. чоловік. Загинуло 9,5 млн. чоловік, 20 млн. померло від ран і хвороб. У часи першої світової війни вперше було застосовано хімічну зброю — нею було вражено 1,3 млн. чоловік.

Друга світова війна (1939—1945 рр.) охопила вже 61 державу — понад 80 % населення Землі. Військові дії велись на території в 22,6 млн. км². Мобілізовано 110 млн. чоловік. Загинуло 55 млн. чоловік, матеріальні збитки від війни склали, за неповними даними, 316 млрд. доларів (у цінах 1938 р.). Вперше було застосовано атомну зброю проти мирного населення японських міст Хіросіма й Нагасакі, здійснено перші спроби ведення бактеріологічної війни японськими військовими.

Уже під час другої світової війни стало ясно — гинуть не лише люди, гине або негативно змінюється середовище життя. І хоча спеціальної мети — завдати противнику екологічної шкоди — тоді не ставилось, деякі воєнні дії часів другої світової війни можна розцінювати саме так (руйнування німцями дамб в Голландії, знищення лісів і посівів у Польщі, Норвегії, Франції й СРСР, штучне створення вогненних смерчів авіацією союзників під час бомбардування Гамбурга й Дрездена).

Схоже на те, що дві світові війни нічому не навчили людей. Після 1945 р. мали місце 150 збройних «локальних» конфліктів, що забрали життя 20 млн. людей. Кілька разів (в 1948, 1954, 1961, 1962, 1973 рр.) світ стояв біля небезпечної межі, за якою могла спалахнути пожежа третьої світової війни. На щастя, цього не сталося.

Дедалі зростають так звані «небойові втрати» у війнах (тобто втрати мирного населення). Якщо в часи першої світової війни в загальній масі втрат вони склали лише 5 %, то в другій світовій жертви серед мирного населення становили вже 50 %. А в деяких сьогоднішніх локальних конфліктах, за даними ООН, на кожного загиблого солдата припадало дев'ятеро загиблих мирних жителів.

Сучасна війна й підготовка до неї стають чимраз дорожчими. Розробка, виготовлення й випробування нових видів зброї лягає на економіку країн світу непосильним тягарем. Так, за даними ООН, світ сьогодні витрачає один трильйон доларів щорічно на розробку та виробництво зброї, утримання армій і фінансування конфліктів. За офіційними даними США, лише на виготовлення й випробування ядерних боеголовки вони інвестували з 1943 р. 300 млрд. доларів.

Про величину сум, що витрачаються на військові цілі у порівнянні з тим, що можна було б отримати з цих сум, дає уявлення табл. 2 (складена фахівцями ООН).

На військові потреби в світі щорічно витрачається 2—3 % енергетичних ресурсів, 3—4 % запасів нафти. До 3 % території розвинених країн відводиться під військові бази, склади, полігони тощо — і це переважно родючі землі або лісові масиви. В

уському світі військові займають близько 42 млн. га суші. Витрати на військові потреби у світі в 2,5 рази переважають витрати на охорону здоров'я і в

1,5 рази — на освіту. І це тоді, коли мільйони людей в світі недоїдають, не отримують медичної допомоги, п'ють забруднену воду й мешкають у жахливих умовах. На підготовку до війни витрачаються найкращі матеріали, новітні технології, розум кращих вчених. Усе це відволікає від вирішення найбільш важливих екологічних проблем людства.

Та найнебезпечнішою рисою сучасного мілітаризму є його злочинні плани використання для війни найпотужніших, глибинних природних сил. Розробляються і вже частково випробовуються плани безпосереднього впливу на природу з метою агресії, методи зміни клімату, впливу на газообмін і тепловий баланс атмосфери й гідросфери, створюється «геофізична» зброя. На шпальти світової преси проникли дані про дослідження військових, спрямовані на викликання штучних землетрусів на території противника, провокування вивержень вулканів, утворення тайфунів, появу штучних дір в озоновому шарі Землі тощо. Розроблено безпрецедентні за своєю вражаючою силою отрути й зразки бактеріологічної зброї. Так, 1 г отрути ботулотоксину достатньо, щоб вбити 8 млн. людей. При розпиленні над населеним пунктом 1 г устричної отрути миттєво загине 1,5 тис. чоловік, а 1 г полі-токсину (нервова отрута, виділена з безхребетних) достатньо для смерті 100 тис. чоловік. Є відомості, що під завісою секретності у військових біологічних лабораторіях досліджуються принципово нові препарати, проти яких не існує вакцин: отрута мексиканських павуків, різновиди бацил чуми, на які не діють температурні перепади та відомі антибіотики.

Не можна не згадати ще про один жахливий факт, що став широко відомим світовій громадськості: це розробка таємними військовими лабораторіями (і навіть цілими науковими інститутами) різних методів і засобів (хімічних, електромагнітних тощо) для впливу на психіку людей. Деякі дані свідчать, що вже винайдено (і випробувано!) можливості, устаткування й препарати, що дозволяють масово впливати на психіку людей, перетворювати їх на «зомбі». Цей вид зброї — найбільш нелюдський та протиприродний.

Своєрідним полігоном для випробування методів ведення війни і зразків сучасної зброї стала війна США в Індокитаї (1964— 1975 рр.). Там було скинуто понад 21 млн. авіабомб і випущено 229 млн. снарядів загальною вагою 15 млн. т, що втричі перевищує кількість боєприпасів, використаних на всіх фронтах другої світової війни. На землю В'єтнаму, деякі райони Лаосу й Камбоджі було розсіяно близько 100 тис. т різних хімікатів з метою знищення лісів, посівів рису тощо. В результаті було знищено рослинність на 360 тис. га сільськогосподарських земель, загублено 70 % гаїв кокосових пальм, винищено колосальні площі тропічних лісів. Особливо небезпечним виявився дефоліант «ейджент оранж», від якого гинули не лише дерева, а й постраждало близько 2 млн. чоловік, в тому числі і 60 тис. американських солдатів, що мали справу з цим хімікатом. Ця речовина стала причиною пошкодження багатьох органів людей, генетичних аномалій у новонароджених тощо.

У 1971 р. військові сили США почали застосовувати у В'єтнамі надпотужні (вагою 7 т) авіабомби для створення площадок для вертольотів. Розриваючись в метрі від поверхні землі, така бомба не створювала воронки, зате буквально «здувала» всю рослинність у радіусі 65 м. Тут же почали застосовувати надпотужні (вагою 33 т) бульдозери, здатні викорчовувати й згрібати дерева будь-якого розміру. За кілька років такими бульдозерами було зрізано 325 тис. га тропічних лісів (2 % території країни).

Знищення рослинності істотно вплинуло на екологічний баланс В'єтнаму. Зросли ерозія й кислотність ґрунтів, отрутохімікати порушили мікробіологічний склад і отруїли ґрунти. З 150 видів птахів, що жили на землі В'єтнаму, залишилось лише 18.

Рівнинні тропічні ліси тут зможуть відновитись не раніше, ніж через 100 років, а в гірських районах, де колись були ліси, ґрунти повністю змиті, і рослинність тут ніколи не зможе відновитись.

Під час війни в Перській затоці (1991 р.) воячина Саддама Хусейна розглядала знищення екосистеми Кувейту вже як ефективний засіб ослаблення противника. Відступаючи, іракська армія підірвала динамітом і підпалила близько 700 потужних нафтових свердловин. В результаті цього жахливого експерименту спалахнула пожежа, найстрахітливіша за всю історію людства. 6 млн. барелів (близько 1 млн. т) нафти щодня перетворювались на задушливий чорний дим. Фонтани

полум'я, що сягали висоти 100 м, щодня викидали в атмосферу 50 тис. т діоксиду сірки (головний компонент кислотних дощів), 100 тис. т сажі, 80 тис. т вуглекислого газу. Цю пожежу вдалось загасити лише через півроку. Дим від Кувейту доходив до Кашміру (за 2000 км), де випадали чорні дощі. На поверхні як пустелі, так і Перської затоки утворились гігантські озера й плями нафти, загинуло безліч морських тварин (риби, крабів, лангустів, черепах, птахів). Високотоксичні забруднювачі повітря (озон, кислі аерозолі, канцерогенна сажа тощо) викликали масові отруєння й захворювання людей.

Величезної екологічної шкоди біосфері Землі завдали наземні, підземні та підводні випробовування ядерної зброї, що їх проводили США, Радянський Союз, Великобританія, Франція, Китай. З 1945 по 1981 р. у світі було здійснено 1315 ядерних вибухів. Величезна кількість радіоактивних речовин, що надійшла в атмосферу, осідає ще й досі в усіх куточках земної кулі. Не менше лиха заподіяли й ще заподіють радіоактивні відходи військового виробництва, скидання в моря й океани відпрацьованих ядерних реакторів підводних човнів, тисяч контейнерів з радіоактивними відходами, атомні підводні човни, що потрапили на дно океанів після пожеж і аварій. За офіційними даними США, їхня військова промисловість лише протягом 80-х років виробила 450 тис. т шкідливих відходів, що перевищує загальну кількість відходів, що їх виробили всі американські хімічні компанії, разом узяті.

З огляду на те, що на військових складах накопичено колосальні запаси зброї, вибухових речовин, боєприпасів, у тому числі хімічних і ядерних, велику тривогу викликає проблема їх охорони, знешкодження, обслуговування тощо. Особливо гострою вона є на території колишнього СРСР, де зросло безладдя, крадіжки, безвідповідальність військових тощо. Прикриваючись завісою секретності, військові власті не давали жодної інформації про стан цих складів. Та в наш час існування супутникової розвідки таку інформацію приховати неможливо. Світовій громадськості стало відомо про військову катастрофу на складах ракет у Североморську 13 травня 1984 р., коли вибухи ракетних сховищ стали причиною поранення й смерті сотень солдатів. Приблизно в той же час у Білорусі (в районі Бобруйська) прогрімів могутній вибух на складах військового аеродрому. А в травні 1992 р. поблизу Владивостока загорілись і почали вибухати склади з тисячами тонн артилерійських снарядів. Пожежа й вибухи тривали дві доби (за оцінками спеціалістів було знищено дев'ять підземних сховищ і сім наземних складів боєприпасів).

Від діяльності військових сильно страждає й природа України. Так, розташовані поблизу Білої Церкви (в Узині) та поблизу Прилук бази стратегічних бомбардувальників надзвичайно сильно забруднили авіаційним паливом ґрунти й підземні води в цих місцевостях: воду з колодязів пити неможливо — вона наполовину складається з гасу; нафтопродукти витікають з балочок і ярів. Таке ж становище спостерігається навколо військових аеродромів і ракетних баз поблизу Луцька, Бродів, Червонограда, ряду сіл на Житомирщині, Чернігівщині, Сумщині. Військові полігони,

стрільбища, станції стеження руйнують чудову українську природу в Медоборах, в Криму (район Карадагу) і в інших місцях.

Новий етап у розвитку проблеми «екологія — війна» пов'язаний з освоєнням людиною космічного простору. Не секрет, що з самого початку практична космонавтика потрапила в руки військових, абсолютна більшість виконуваних нею програм і діючих супутників мають військове призначення. Запускаються сотні супутників-«шпигунів», розробляються нові види так званої «космічної зброї» — лазерні гармати з ядерною начинкою для знищення ворожих ракет тощо. Вже відомі випадки зараження значних ділянок Землі внаслідок падіння супутників з плутонієвими генераторами. Близькій космічний простір заповнюють сьогодні тисячі уламків супутників і ракет-носіїв та інше «космічне сміття», що вже є загрозою для польотів, а ядерні вибухи, що їх в 60-ті роки проводив колишній СРСР у верхніх шарах атмосфери, викликали значні порушення магнітосфери і радіаційних поясів Землі.

Україна проголосила свій намір стати без'ядерною державою і значно скоротити свою військову міць. Зробити це надзвичайно важко, враховуючи нинішню економічну скруту, кризу, а також те, що за часів СРСР на її території накопичено багато зброї, боєприпасів, військової техніки. Дуже актуальним є також прийняття закону про обмеження впливу мілітаристичної пропаганди, особливо на молодь. Це стосується, зокрема, й дитячих військових іграшок, які займають чимало місця в «арсеналах» наших дітей, і використання жорстоких військових сюжетів у мультфільмах, дитячих книжках та іграх.

Ще одна серйозна проблема, пов'язана з військовою діяльністю — це «підвищена мінна небезпека на планеті», як її названо в недавній резолюції ООН. Мова йде про те, що на території країн, де в останні роки відбувалися «локальні» військові дії, залишилась величезна кількість мін — експерти ООН оцінюють їх загальну кількість в 100 млн.(!), з них 50 млн. — на землях Камбоджі, 10 млн. — в Афганістані, 9 — в Анголі тощо. Близько 90 % цих мін — протипіхотні, тобто такі, від яких гинуть, або стають каліками люди, здебільшого мирні жителі. За оцінками Міжнародної гуманітарної організації «Оперейшн хендікеп інтернейшнл», за останні 15 років на мінах підірвалося понад 1,5 млн. чоловік, а утрьох більше стало каліками. Багато серед цих жертв — діти.

Завдяки зусиллям військових вчених і конструкторів сучасні міни стають чимдалі небезпечними. Так, винайдення надзвичайно потужних вибухових речовин дозволило зробити такі міни мініатюрними. Вага сучасної протипіхотної міни 9—10 грамів. «Розсіюються» ці міни з літака чи вертольота, закидаються тисячами за допомогою артилерійських чи ракетних установок за 10—20 км. Наприклад, один залп німецької ракетної системи «Ларс» «розсіває» 160 тис. протипіхотних мін на площі 2×8 км на відстані 15 км від установки. Вони не мають ніяких металічних деталей і тому не вловлюються міношукачами. Розмінування місцевості, замінованої сучасними мінами, дуже небезпечна й дорога справа. Так, якщо сучасна міна-«малютка» коштує всього 3 долари, то витрати на розмінування, включаючи підготовку, матеріально-технічне забезпечення й допоміжні матеріали, сягають 300—1000 доларів на одну міну! Такі витрати, що обчислюються загалом багатьма мільйонами доларів, не під силу країнам, що розвиваються, і тому великі території лісів, родючих земель тут не можуть бути використані, що ще більше загострює соціально-економічні проблеми цих країн. Процес розмінування не лише вимагає величезних коштів, але й не обходиться без людських жертв. Так, в Кувейті, де під час війни в Перській затоці було встановлено не менше 7 млн. мін, загинуло 84 спеціалісти по розмінуванню, а ще 200 саперів скалічено.

Сьогодні з трибуни ООН лунають заклики оголосити сучасні міни таким же засобом масового знищення людей, яким вважається атомна, хімічна й бактеріологічна зброя. Враховуючи, що поки й досі виробництво мін не скоротилось, а розробка їх нових типів триває з незмінною інтенсивністю, необхідне термінове прийняття міжнародним співтовариством дійових і активних заходів для боротьби з цією небезпекою.

4.6. Наукова діяльність

Ми живемо у вік науки, й цей вираз від надміру частого вживання став уже журналістським штампом. Часто повторюється також вислів про те, що в наш час наука стала безпосередньою виробничою силою. Справді, під впливом науки життя людини радикально змінилося, особливо протягом кількох останніх століть. В той же час надії наших предків на те, що наука стане для людства панацеєю від усіх бід, не справджується. Якщо проаналізувати, зокрема, скільки в процентному відношенні від усіх витрат на науку припадає на дослідження справді найважливіших, життєво необхідних для людства проблем, то стає моторошно. Адже лівова частка витрат на науку поглинається військово-промисловим комплексом. Кращі вчені, краще наукове обладнання працюють над винайденням нових і вдосконаленням існуючих видів озброєнь, тобто над тим, як прискорити екологічну катастрофу. Адже саме тільки відволікання сил й ресурсів від вирішення екологічної проблеми невідворотно наближає катастрофу для всієї цивілізації.

В основі всякої наукової діяльності лежить природна, обумовлена генетичне людська цікавість, намагання пізнати суть явищ, докопатись до істини. Біблія вважає, що всі біди людства почались відтоді, як наші прабатьки Адам і Єва скуштували забороненого плоду з дерева пізнання добра і зла, за що й були вигнані з раю. Цю цікавість, намагання пізнати добро і зло, пізнати суть явищ ми, таким чином, успадкували від першолюдей. Та задоволення цієї цікавості повинно мати певні обмеження.

По-перше, це повинні бути обмеження морально-етичного плану. Зокрема, ніколи, ні за яких умов, незважаючи навіть на високогуманну, на перший погляд, мету, поставлену перед собою вченим, він не повинен проводити досліджень, пов'язаних зі смертю чи каліцтвом живих людей. Жахливі приклади дослідів на живих людях нацистських «вчених» переконливо вчать цього. Донедавна медичні й біологічні дослідження ставилися на високоорганізованих тваринах, таких, як мавпи, собаки, кролики тощо. Сьогодні в світі дедалі ширшого розмаху набуває громадський рух за заборону таких дослідів, які пов'язані зі стражданнями високоорганізованих тварин.

Сьогодні, як ніколи, моральність вчених повинна бути високою, бездоганною. Це особлива форма моральності, коли людина повинна відчувати причетність до долі всього людства. Вчений повинен уміти розраховувати наслідки своєї роботи, її можливий вплив на подальший розвиток подій у світі. На жаль, не всі вчені мають в собі цей «внутрішній світлофор», який повинен вмикати червоне світло перед явно неморальним, потенційно небезпечним науковим дослідженням. Відомо, наприклад, що Енріко Фермі, один з творців атомної бомби, на запитання, як суміщається робота над нею з совістю, відповів: «До чого тут совість? Це просто хороша фізика!»

Після Хіросіми, як пише американський вчений А. Маклейш, стало очевидно, що наука служить не людству, а істині — *своїй власній істині*, і що закон науки — це не закон добра, тобто того, що люди розуміють під словом «добро» — моралі, порядності, людяності, — а закон можливого: «Те, що можливо пізнати, наука повинна пізнати. Те, що можливе для техніки, техніка зробить».

Прозріння до людей інколи приходить надто пізно. Відомо, що американський льотчик, що скинув атомну бомбу на Хіросіму, після того, як побачив, *що* він зробив, побачив зблизька цю пекельну радіоактивну пустелю й обгорілих дітей, що конали в госпіталях, пережив такий психологічний шок, що невдовзі кинув службу в авіації і врешті-решт пішов у монастир...

Показовою в цьому відношенні є й доля видатного радянського вченого, «батька водневої бомби» А. Д. Сахарова. Нещодавно опубліковано уривки з його щоденника

п'ятдесятих років, коли він захоплено працював над створенням і випробуванням водневої бомби. У записах є все, що завгодно: безсонні ночі вченого, що б'ється над вирішенням чергової технічної проблеми, роздратування перешкодами, що постійно виникають і заважають досягти бажаних результатів, радість, коли під час випробування бомби все пішло так, як він чекав («навіть краще!»), і т. п. Немає лише одного: докорів совісті, роздумів людини, яка випускає пекельного джина з пляшки, моральної оцінки учиненого. Прозріння прийшло до А. Д. Сахарова пізніше, коли він, нарешті, зрозумів, в чий руки він передав свій диявольський винахід. Лише тоді академік, обласканий радянською системою, став на шлях боротьби з нею й продовжував цю подвижницьку діяльність до кінця своїх днів.

Про моральну відповідальність вченого за потенційно небезпечне відкриття мова йшла дуже давно. Так, один китайський алхімік писав тисячу років тому: «Було б найстрашнішим гріхом відкрити воїнам таємницю твого мистецтва! Стережись! Нехай навіть мурашка не пробереться туди, де ти працюєш». А великий вчений Леонардо да Вінчі (1452—1519) писав в одному зі своїх манускриптів: «Як і чому я не пишу про свій спосіб залишатись під водою стільки часу, скільки можна залишатись без їжі. Цього я не обнародую через злих людей, які цей спосіб використали б для убивства на дні моря, проламуючи дно кораблів і топлячи їх разом з людьми, що на них знаходяться».

Парадокс людського розуму полягає в тому, що майже кожне велике відкриття науки, задумане з самими кращими намірами, починало використовуватись зовсім не так, як того хотів автор відкриття. Як справедливо каже народне прислів'я, «добрими намірами дорога до пекла вимощена». За прикладами, як кажуть, Далеко ходити не треба. Розвиток хімії дав у руки вчених засоби отримання нових речовин: фарб, пластмас, синтетичних тканин, добрив і... отруйних газів для війни. Мікробіологія допомогла встановити збудників хвороб, що косили людей тисячами, розробити методи боротьби з цими збудниками, а також... методи вирощування нових, ще більш небезпечних мікробів для війни. Проникнення в глибинні таємниці будови матерії, розщеплення атомного ядра привело до створення атомної бомби. Прикладів безліч. Кожний вчений повинен мати на увазі таку можливість і навіть знайти мужність «закрити» небезпечний винахід, якщо час для його мирного використання ще не настав, а натомість є велика вірогідність застосування винаходу на зло людям.

Друге велике обмеження, що стоїть перед кожним вченим, полягає в тому, що всі наукові відкриття можуть мати, крім ефекту, на який розраховував вчений, ще й інші, часто зовсім несподівані й віддалені в часі. Тому запровадженню кожного винаходу, кожного відкриття повинен передувати ретельний екологічний аналіз, розрахунок всіх, навіть найменш імовірних сторонніх ефектів. Прикладом може бути відкриття й розробка методів генної інженерії, що вважається одним з найвидатніших відкриттів біологічної науки останнього часу. Цей метод дав у руки генетиків, селекціонерів, мікробіологів майже фантастичні можливості. Стало можливим, наприклад, отримувати такі гібриди рослин і тварин, які ніякими іншими методами створити було неможливо, виводити сорти культурних рослин із фантастичними можливостями, навіть вживляти в генетичний апарат рослин відрізки генів тварин і навпаки тощо. Але ж випадкове потрапляння в біосферу (скажімо, за рахунок аварії в лабораторії) нових штамів мікроорганізмів з перебудованим генетичним апаратом може мати абсолютно непередбачувані й навіть катастрофічні наслідки, коли, наприклад, може спалахнути хвороба, перед якою організми рослин, тварин чи людей будуть беззахисні. З огляду на таку потенційну небезпеку генної інженерії серед генетиків певний час існувало переконання про необхідність заборони користуватись цими методами. Як справедливо

зауважив ще 2 500 років тому китайський мудрець Конфуцій: «Хто не дивиться вдалину, той не помітить біди поруч».

Нові наукові розробки в природничих науках пов'язані з усе більшими об'ємами речовин, енергії, що збільшує ризик аварій, несподіваних, побічних ефектів тощо. Є дані, наприклад, що сильні збурення в магнітосфері Землі, поява над м. Петрозаводськ (в 1987 р.) світних плазмових куль та інші несподівані явища стались безпосередньо після проведення в цьому районі великомасштабного геофізичного експерименту, коли в земну кору спрямовувались короткочасні імпульсні розряди електричного струму напругою в сотні мільйонів вольт.

Для проведення деяких сучасних досліджень вченим вже стає «тісно» на Землі. Так, розробка нових установок для радіоастрономічних досліджень вимагає винесення однієї з пари антен в Космос, оскільки на Землі вони вже надто «близько» будуть розташовані (діаметра земної кулі для цього виявляється замало). Новітні наукові дослідження потребують все більших коштів. Наприклад, пілотований політ на Марс, проведення якого планується на початок ХХІ ст., обійдеться щонайменше в 100 млрд. доларів США. Тому проведення таких експериментів набуває міжнародного характеру — одній державі, якою б багатою і розвиненою вона б не була, це стає вже не під силу.

Великий німецький філософ Іммануїл Кант висловився колись, що він знає лише два чуда в світі: зоряне небо над головою і внутрішній світ людини. Дослідження цього другого чуда, дослідження феномена людини, її психічного світу, таємниць мозку, таємниць духовного життя сьогодні виходить на чільне місце. Дехто з учених прогнозує, що ці дослідження будуть переважати над усіма іншими в новому тисячолітті, що настає.

У колишньому СРСР вироблялась майже третина світової наукової продукції, але лише 40 % цих розробок впроваджувалось у виробництво. Протягом останніх десятиліть значно знизився престиж наукової праці. Грандіозна показуха, яка стала невід'ємною складовою нашого життя, мілітаризація всього народногосподарського комплексу, така ж масштабна, як і безглузда, безпосередньо вплинула на науку. Близько 90 % молодих науковців незадоволені змістом і оцінкою своєї праці. Це викликало «відплив інтелекту» за кордони України, в підприємства і структури, які не мають нічого спільного з науковою працею. А між тим саме фундаментальні дослідження визначають перспективи розвитку науки й техніки на 10—20 років уперед і є основою науково-технічного прогресу.

4.7. Культура і релігія

На відміну від пасивного пристосування до умов природи, характерного для тварин, людина намагається перетворити світ. Це неможливо без пошуку ідеального, без потягу до піднесення, до творчості. Людина прагне вічності, шукає в ній свою мету і натхнення. Вже 25—30 тис. років тому наші далекі палеолітичні предки створили на стінах печер цілі «картинні галереї» прекрасних зображень тварин — мамонтів, бізонів, коней, ведмедів тощо, серед яких вони жили, на яких полювали, життя і звички яких добре знали. Ось пасеться стадо бізонів. Могутній гривастий бізон-самець грізно опустил рогату голову, готовий кинутись на невидимого ворога. Інший бізон реве, високо піднявши голову. Здається, його могутній рик от-от залунає під склепінням печери... Мчить галопом кінь (такі коні вимерли десятки тисяч років тому), поруч із ним скаче мале лоша... Ось підкрадається до здобичі печерна левиця...

Художники й скульптори кам'яного віку вміло передавали не лише пропорції тіла тварини, її позу, а й, так би мовити, характер. Ось, приміром, невелика скульптура бізона з мамонтової кістки, знайдена в одній з печер у Франції. Могутній бик одвернув голову назад, щоб полизати свій бік. Та бідолаха ніяк не дотягнеться до місця, що, мабуть, свербить. Він присів, витягнув уперед і задні, і передні ноги, якомога далі висунув язика... Добродушно-кумедно виглядає цей грізний велетень. Так реалістично зобразити тварину міг лише той, хто жив у злагоді з природою, хто почувався її невіддільною складовою частиною.

А ось унікальна за своїм реалізмом голівка дівчини, вирізана з мамонтової кістки невідомим генієм 25 тис. років тому (знайдена в Чехії), її сміливо можна поставити в один ряд з такими творіннями людського генія, як скульптурний портрет єгипетської цариці Нефертіті й «Мона Ліза» Леонардо да Вінчі...

Зараз можна констатувати, що зв'язки народу з природним середовищем порушено, зруйновано притаманну українській, зокрема, культурі традицію природокористування, а це згубно позначилося не лише на природі, а й на всіх сферах людського буття й передусім на культурі народу. Практичні знання сьогодні випереджають духовний розвиток людини — звідси й той занепад культури, що нині спостерігається. Трагедія України полягає ще й в тому, що тоталітарна система творила псевдокультуру «соціалістичного реалізму», а справжню культуру українського народу нещадно нищила.

В українського народу з давніх-давен існувало ставлення до природи, як до батьківського, рідного, тобто мала місце лише позитивна оцінка природи. Образ природи злитий з душею української нації, тому відродження нації — то й є відродження природи. Таке ставлення до сил природи існувало у нас іще за часів наших предків — слов'ян. Ось, наприклад, текст стародавнього замовляння ще язичницьких часів:

«Добрий день тобі, сонечко ясне! Ти святе, ти ясне-прекрасне; ти чисте, величне й поважне; ти освітлюєш гори і долини, і високі могили — освіти й мене перед усім миром: добротою, красою, любощами й милощами... Яке ти ясне, величне, прекрасне, щоб й я така була ясна, велична, прекрасна перед усім миром.»

Про значення зв'язку природа — людина попереджала й релігія. Так, релігія Заратустри, що зародилась в Персії за тисячу років до нашої ери, містила в собі екологічну етику. Вона проповідувала охорону ґрунтів, розумний режим випасу худоби, охорону лісів від вирубування. Заратустра вчив, що весь матеріальний світ — гори, озера, земля, небо, вітер і ріки — священний. Віл, як і людина, має душу, яка жадає справедливості. Людина й тварини нерозлучно пов'язані між собою; страждання одних породжують страждання інших. Згідно з його вченням, бог створив людину, щоб

вона оцінила красу природи, полюбила її і пройнялася до неї повагою. Людина повинна злитись з природою, щоб здобути безсмертя.

Біблія провіщає такі Божі кари, як вигнання з раю, потоп, поділ єдиної людської душі, віддалення народів один від одного через надання їм різних мов. А Іоан Богослов у «Одкровенні» провіщає страшні природні катаклізми — падіння на землю зорі на ймення «Полин»: «і стала третина вод полином, і багато людей померло від вод, бо прогіркли» (чи не чорнобильську біду віщав пророк?), «і вимерла третина створінь, що живуть у морі», «і палено людей гарячю Сонця великою», «і висохла вода в ріках» тощо.

Найвеличнійший і найсильніший з усіх законів Природи — це закон гармонії. На ньому тримається грандіозна будівля Космосу. Навіть стихійні, жорстокі за наслідками природні катастрофи виникають із прагнення природи до рівноваги, до гармонії. Втручання людини в цю гармонію не завжди дає позитивні результати й має розумний характер. Воно стало особливо небезпечним у другій половині ХХ ст. Людині часто невтямки, що кожна жива істота, вся Земля, увесь Всесвіт підпорядковані єдиному строго визначеному космічному ритмові й порядку. Порушення його (навіть незначне) призводить до великих, навіть фатальних помилок, за які всі ми потім важко розплачуємось. Не можна порушувати цієї гармонії, суть якої для людей у Біблії виражають 10 Божих Заповідей і Нагірна проповідь Ісуса Христа.

І витвори природи — чи то сніжинка, чи кристал, чи рослина, чи річечка, що тече в трав'яних берегах — все це несе красу гармонії. Божественну гармонію несуть в собі й шедеври людської культури — і Парфенон, і Тадж Махал, і вірші великих поетів, і портрет Мони Лізи.

Віруючі християни вважають, що нині, на порозі другого тисячоліття, наблизився строк другого приходу Ісуса Христа. Дехто з видатних релігійних мислителів каже, що той Великий день може прийти скоріше, ніж ми думаємо! Сьогодні кожна особистість повинна знайти і зайняти своє, призначене саме їй місце в споруді світової гармонії, відчути себе індивідуальністю, а не безликою істотою серед юрби подібних. Наведемо з цього приводу прекрасні слова великого художника Святослава Реріха: «Сенс людського життя — в досягненні краси, гармонії, в самовираженні. Найважливіше завдання — це самовдосконалення в усьому. Якщо кожен з нас щодня буде робити щонебудь досконаліше, ніж учора, і робити це свідомо, це його зосередження неминуче відобразиться в його свідомості, а сума зосереджень змінить його поведінку на кращу. Всі наші вчинки несуть відбиток наших думок, тому ми несемо відповідальність у своїх думках — не лише перед собою, а й перед людьми. Тому потрібно намагатись позбутись поганих думок, не допускати їх, а навпаки, тягтися до позитивних. Спробуйте — по суті, це дуже просто».

Сьогодні з'явився такий новий і дещо незвичний термін — *екологія душі*. Під ним розуміють виховання з самого раннього віку у дитини гуманістичного ставлення до оточуючих, до матері-природи, відновлення найкращих народних звичаїв, обрядів, любові до рідної мови, пісні, поетичного слова. Десятиліттями тоталітарна система нещадно витравлювала ці кращі риси українського народу: почуття хазяїна рідної землі, любов до України, шанування вікових традицій і звичаїв. Для цієї системи не потрібен був патріот України, їй треба було мати стадо манкуртів, безликих виконавців «керівної і направляючої» сили. В результаті ми маємо скалічену мову-суржик, сплюндровані й порослі бур'яном храми зведені до примітиву «культурні запити» деякої частини молоді, що сягають не далі джинсів фірми Лі й запису чергового шлягера попзірки.

Могутність країни — не лише в одному матеріальному достатку а і в душі народу. Чим ширша, вільніша ця душа, тим більшої величі й сили досягає держава. А

найкраще виховує цю широту душі природа. Тому відновлення природи й виховання нової людини — це дві взаємопов'язані проблеми сьогодення.

5. МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО В ГАЛУЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА

Для побудови ефективного й справедливого світового економічного порядку, створення сприятливих умов для майбутнього процвітання розвинених країн і розвитку відсталих країн, збереження природних ресурсів та біосфери прийдешнім поколінням необхідно налагодити відносини партнерства між всіма країнами світу, організувати зусилля і можливості всіх народів світу, а також додержуватися міжнародних правил, угод, законів і стандартів, що регламентуватимуть діяльність людей в ХХІ ст.

Жодна країна світу сьогодні самостійно, ізольовано від інших країн не зможе позитивно вирішити свої екологічні, економічні й соціальні проблеми. Тільки спільними зусиллями всього людства ми зможемо досягти стійкого розвитку в майбутньому.

Взявши за основу документи «Порядку денного на ХХІ століття», схваленого на останньому всесвітньому зібранні

на найвищому рівні в 1992 р. в Ріо-де-Жанейро, уряди всіх країн повинні найближчим часом розробити свої національні програми, плани й концепції екологічної політики. Зусилля всіх країн повинні координуватись через відповідні міжнародні організації ООН та її структурні елементи.

Найширша участь громадськості у виконанні цих національних програм і планів буде запорукою їх успішного виконання.

Тільки нове і рівноправне співробітництво всіх країн з участю урядів, народів і основних громадських угруповань на основі прийнятих міжнародних угод про охорону біосфери і системи майбутнього розвитку зможуть привести до позитивного вирішення проблеми.

5.1. Міжнародні екологічні організації, угоди

Міжнародне екологічне співробітництво в галузі охорони довкілля розпочалося в 50—60-х роках, коли були досягнуті й підписані перші угоди про охорону вод Світового океану від забруднень нафтопродуктами, про охорону природи й природних ресурсів. Протягом останніх 40 років під егідою ООН було створено десятки органів, центрів і програм з охорони довкілля: 1970 р.— Міжнародна програма МАБ («Людина і біосфера»), яка вбирає близько 15 наукових проектів досліджень для 30 країн: 1972— ЮНЕП (Програма міжнародного співробітництва з проблем природного середовища), ВОЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я), МКОСР (Міжнародна комісія з охорони довкілля і розвитку), ЕФОС (Глобальний фонд навколишнього середовища, з 1990 р.); ЮНІСЕФ (Дитячий фонд ООН); АМО (Всесвітня метеорологічна організація) та ін. В останні 20 років проведено кілька дуже важливих міжнародних конференцій, присвячених проблемі охорони довкілля (у Стокгольмі, Тбілісі, Москві), прийнято ряд конвенцій з охорони вод Світового океану, заборони розробки, виробництва і накопичення бактеріологічної зброї, заборони наземних ядерних випробувань, забруднень Балтійського й Чукотського морів та ін.

Експерти ООН вважають, що сьогодні основні міжнародні зусилля у вирішенні глобальної екологічної кризи мають бути спрямовані на:

- ✓ дослідження першопричин кризи;
- ✓ боротьбу з її наслідками;
- ✓ оцінку глобального ризику;

- ✓ залучення широкої громадськості;
- ✓ забезпечення засобів правового регулювання;
- ✓ інвестування в наше майбутнє.

Одним із найважливіших є вирішення питань деморегуляції і впровадження ефективних біотехнологій.

Дуже важливою міжнародною угодою є конвенція ООН 1982 р. з морського права («Хартія морів»), в 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 морі. З метою запобігання забруднення морського середовища з джерел, що розташовані на суші, держави зобов'язувалися розвивати своє національне господарство з урахуванням міжнародних стандартів і правил. Аналогічні вимоги поширюються й на морські судна, які плавають під прапорами цих країн.

Для 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. Положення конвенції 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.

Відомою в усьому світі є міжнародна організація Римський клуб, створений у 1968 р. з ініціативи італійського економіста Ауреліо Печчеї. Сьогодні в цю організацію входить близько 80 всесвітньо відомих вчених і діячів різних професій з 30 країн світу, у тому числі — Д. Медоуз, Б. Коммонер, У. Тоффлер, Б. Гав-рилишин, Сабуро Окіта та ін. Головною метою клубу є вивчення глобальних проблем цивілізації і вироблення шляхів подолання найбільших лихоліть людства: бідності, безробіття, глобальної екологічної кризи. Щорічно члени Римського клубу готують доповіді, які, як правило, привертають до себе увагу всього світу: «Межі зростання», «За межами зростання» (Деніс Медоуз, 1975, 1993), «Людство на роздоріжжі», «Ріо — перебудова міжнародного порядку», «Мета для глобального суспільства» та інші (присвячені проблемам відходів, енергії, освіти, організації майбутнього суспільства тощо).

Велике значення для людства мала діяльність Конференції з роззброєння (організована в 1961 р., до якої спочатку входило 18 країн, а сьогодні вже п'ять ядерних і 35 неядерних країн). Вона сприяла розробці й укладанню низки важливих угод в галузі обмеження гонки озброєнь і роззброєння, у підготовці Договорів про заборону ядерних випробувань, про нерозповсюдження ядерної зброї, ліквідацію бактеріологічної зброї.

З 1978 р. діє Конвенція щодо заборони військового негативного впливу на довкілля (сьогодні конвенцію підписали 67 країн).

Україна завжди брала активну участь у роботі міжнародних організацій, пов'язаних з охороною довкілля. Сьогодні вона є учасницею понад 20 міжнародних конвенцій, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, а також понад 10 двосторонніх угод у цій галузі.

Першочерговим завданням сьогодення в Україні є приведення національного законодавства у відповідність з існуючими нормами міжнародного права і забезпечення того, щоб нові законодавчі акти молодій незалежній державі узгоджувались з міжнародними вимогами.

У майбутньому Україна розширюватиме свою міжнародну активність у напрямі співробітництва з такими організаціями, як ЮНЕП, МАГАТЕ, Комісія Сталого Розвитку, Глобальний Екологічний фонд та ін., співпрацюватиме у виконанні міжнародних програм з Охорони Чорного моря, Дунаю, Карпат, з проблем утилізації відходів, водного та повітряного перенесення забруднень та ін.

5.2. Громадські «зелені» організації та рухи

Події останніх десятиліть свідчать, що в позитивному вирішенні екологічних проблем як локального, так і регіонального та глобального масштабів важливу роль стали відігравати громадські організації, рухи й окремі особи, які розпочали активну діяльність у галузі охорони довкілля. Значною мірою цьому сприяла гласність, поява в пресі об'єктивної інформації про причини розвитку глобальної екологічної кризи, про джерела забруднень і наслідки цього.

Стривожене станом природного середовища своїх регіонів, населення у всьому світі почало шукати шляхи виходу з ситуації, що склалася.

Не сподіваючись на успішну роботу управлінського й державного апаратів, найбільш активні й екологічно освічені ентузіасти природоохоронної справи почали організовувати «зелені» організації й рухи. Так, у 1970 р. виникла незалежна міжнародна організація Грінпіс («Зелений світ»), її метою стала організація дій для запобігання деградації й руйнування екосистем як регіональних, так і глобальних, а девізом — «Діючи локально, мисли глобально!».

За 25 років існування ця організація зробила багато корисного для людства: вона довго, але успішно бореться за охорону морських тварин (китів, тюленів, черепах) і вод Світового океану; за припинення ядерних випробувань, збереження довкілля Антарктики, заборону міжнародної торгівлі шкідливими відходами та ін.

На початку 90-х років в Італії була створена громадська екологічна організація Легамбьенте («Довкілля»), яка, зокрема, значну увагу приділяє оздоровленню українських і білоруських дітей, що постраждали від ядерної аварії в Чорнобилі, організовує міжнародні форуми та різні природоохоронні акції.

Великих успіхів досяг народний рух в Кенії — «Зелений пояс», що був започаткований у 1977 р. видатною кенійкою, проф. Вангорі Маатхаї з метою збереження лісів Кенії — цього найціннішого багатства краю. З того часу кенійські учасники руху висадили близько 10 млн. дерев, забезпечивши збереження екосистем, продуктів харчування, робочих місць, піднявши моральний дух нації.

До цього руху було залучено понад мільйон школярів із 3000 навколишніх сіл, а також їхніх батьків; у всіх цих людей значно зріс рівень екологічної освіченості. Тепер створено вже кілька «Зелених поясів», кілька ділянок для розведення саджанців, відновлено ефективні методи традиційного «агрорісівництва», що істотно поліпшило екологічні умови регіону та добробут населення.

Ініціаторами Міжнародної конференції на захист озонового шару (Лондон, 1989) стали Прем'єр-міністр Великобританії Маргарет Тетчер і виконавчий директор ЮНЕП Мостафа Толба. На цій конференції були прийняті природоохоронні рішення й підписані угоди глобального значення.

Грецький громадський діяч Деніс Ятрас став ініціатором створення й виконання важливого Середземноморського плану дій проти забруднення морських вод і врятування екосистем Середземного моря.

У 1991 р. почала виконуватися грандіозна програма «зелених» в Австралії — «Мільярд дерев», згідно з якою до 2000 р. має бути відновлено понад 10 млн. га лісу на цьому континенті.

Поширюється «зелений» рух у всьому світі. Активізували свою діяльність і природоохоронні організації України — Товариство охорони природи, асоціація «Зелений світ», численні екологічні центри, асоціації й фонди локального і регіонального масштабу (Національний екологічний центр, Всеукраїнське товариство краєзнавців, спілка «Чорнобиль», «Зелений рух Буковини» та ін.). Сприяють екологічній освіті й поширенню серед населення екологічної інформації нові «зелені»

газети та часописи: «Зелений світ», «Екологія і здоров'я», «Вісник Чорнобиля», «Ойкумена», «Набат», «Екологічні дзвони», «Рідна природа» та ін.

5.3. Стратегія й тактика виживання людства

У надзвичайно складний період, який переживає людство на порозі ХХІ ст., період загрозливого розростання глобальної екологічної кризи і початку організації у глобальному масштабі зусиль для її нейтралізації і ліквідації, період переходу від однієї політики природокористування до іншої, переходу від філософії антропоцентризму до філософії природоцентризму (екологічної філософії) найголовнішими завданнями і особливостями людської діяльності мають бути такі:

- ✓ безумовне здійснення конверсії свідомості й моралі (екоконверсії) у глобальному масштабі;
- ✓ на базі цього контроль за зростанням народонаселення (у першу чергу це стосується країн, що розвиваються);
- ✓ збереження біорізноманіття; відновлення природних ресурсів там, де це можливо; розширення заповідних територій;
- ✓ здійснення ресурсозберігаючих програм самоконтролю і самообмеження, починаючи від окремих людей, націй, держав і закінчуючи глобальною людською спільнотою: впровадження нових ресурсозберігаючих технологій та технологій виробництва енергії, різних промислових та продовольчих товарів, які приносять щонайменшу шкоду довкіллю (видають найменшу кількість відходів і забруднень);
- ✓ розробка й ефективне впровадження нових технологій переробки відходів (особливо синтетичних — поліетиленів, пластмас, поліхлорвінілів, поверхнево-активних речовин та ін.).

Усе це має бути пройняте ідеєю плідної кооперації з довкіллям, гармонізації відносин з ним, що дасть змогу забезпечити стійкий розвиток цивілізації у майбутньому столітті. Для цього потрібно пам'ятати й додержуватись ряду принципів:

Використовувати такі ресурси й таку їх кількість, в кожному конкретному регіоні, яку може цей регіон постійно самостійно відновлювати завдяки природним процесам; система управління стабільністю природних процесів повинна орієнтувати ся не на окремий елемент довкілля чи процес, а тільки на всі елементи й процеси, оскільки вони нерозривно зв'язані; економічні фактори не повинні домінувати над екологічними і має бути досягнуто розумного балансу.

Дуже важливо передбачити довготривалі наслідки та запобігати негативним.

Впровадження нових технологій, реалізацію нових програм треба виконувати поступово, обережно, з врахуванням допущених помилок і можливостей їх виправлення, з використанням світового досвіду.

Нове суспільство повинне надавати перевагу далекоглядним рішенням, які передбачають довготривалу стабільність розвитку.

Увага до здоров'я довкілля має бути такою ж, як увага до особистого здоров'я кожної людини.

Незважаючи на величезні труднощі, які людство муситиме здолати в найближчі 20—30 років, спостерігається стабілізуючий процес запобігання екологічній кризі, з'являється надія на майбутні позитивні наслідки і перший позитивний досвід нової екополітики.

Прикладом є великий сплеск природоохоронної активності в усьому світі за останні 10 років, залучення до цього матеріалів засобів масової інформації, народження різного гатунку «зелених рухів» і організацій на всіх континентах.

Загальновідомі значні успіхи в діяльності всесвітньовідомої організації Грінпіс щодо заборони випробувань атомної зброї та подальшого розгортання атомної енергетики і закриття ЧАЕС, міжнародної торгівлі токсичними відходами й обнародування даних про збитки, завдані природі мілітаристичною діяльністю,

заборони полювання на китів та дельфінів та ін. У 1991— 1994 рр. Європі стала відома активна просвітницька і благодійна екологічна діяльність Італійської громадської некомерційної екологічної організації Legambiente. Остання організувала й провела кілька цікавих і важливих екологічних фестивалів (Гроссето, 1992, 1993, 1994, 1995 рр.), за її допомогою і за її кошти в Італії оздоровлено понад 4000 дітей з радіоактивне забруднених районів Біларусі, в 1995 р. розпочато оздоровлення чорнобильських дітей України.

Останнім часом активно розгортається процес екологічної освіти населення у всьому світі, прийнято багато важливих міжнародних угод щодо охорони довкілля.

Найважливішим документом є прийняття представниками 179 країн світу на безпрецедентному за важливістю міжнародному екологічному форумі у Ріо-де-Жанейро (1992 р.) «Програми Дій Людства у ХХІ ст.». Ця, без перебільшення, подія епохального значення, закінчилася прийняттям великого пакету історичних документів, у яких висвітлені шляхи міжнародного співробітництва у наступному столітті, спрямованого на гармонійне досягнення високої якості навколишнього середовища і високого рівня життя населення планети.

Це — дуже важливий проект економічно-соціально-екологічного стійкого розвитку світового співтовариства, що включає в себе такі проблеми, як Концепція біологічного різноманіття, Концепція про зміни клімату, стан і використання лісів, а також Міжнародне законодавство у галузі охорони природи і Організаційні засоби стійкого розвитку локального, регіонального й глобального масштабу (роль науки, нові технології, фінансові питання, роль ділових, промислових кіл та урядів у вирішенні поставлених завдань, роль жінок, профспілок та інших громадських рухів, роль місцевих влад та молоді, сприяння розвитку корінних етносів, шляхи вирішення проблем різних типів відходів, водних ресурсів, опустелювання, народонаселення й урбанізації, структур споживання та ін.).

Починаючи з 1990 р. у багатьох країнах світу (в Україні — в 1991 р.) прийняті нові закони про охорону довколишнього середовища, атмосфери, природних вод, лісів, ґрунтів, розроблені нові стандарти якості різних елементів довкілля, продуктів споживання, норм забруднень.

Розширюються впровадження й дослідження нових, більш ефективних варіантів маловідходних технологій, оборотного водопостачання, альтернативних, менш шкідливих для довкілля видів енергетики (енергії вітру, сонця, морських хвиль, геотермальної, біоенергії). Ведуть перед у цьому такі країни, як США, Японія, Німеччина, Італія, Нідерланди, Англія, Швеція.

Багато тисяч американців перейшли на використання менших, економічніших автомобілів, завдяки чому в містах значно зменшилися забруднення від транспорту. Дедалі частіше як в Північній Америці, так і в Європі зводять будівлі нових конструкцій, передбачаючи менші втрати тепла, використання на дахах, верандах і стінах утилізаторів енергії для обігріву й накопичення тепла. В багатьох країнах Америки, Азії, Європи (США, Канада, Бразилія, Китай, Японія, Німеччина, Нідерланди, Бельгія та ін.) запроваджені і вже дали ефект нові технології. Наприклад, протягом трьох останніх років у Китаї введено в дію близько 10 млн. біогазових установок, активно вони застосовуються в Індії і Японії.

Одна з найбільших країн Південної Америки — Бразилія майже цілком перейшла на споживання гідроелектроенергії, енергії від спалювання органічних решток та технічних спиртів, що виробляються з рослинних відходів. Бразилія — перша з країн, яка показала ефективний шлях використання палив з відновлюваних джерел енергії.

Багато великих хімічних компаній США і Німеччини перейшли на маловідходні й значно чистіші технології, в результаті чого виграло не тільки довкілля, а й ці

компанії, заощадивши на штрафах, які раніше сплачували за забруднення мільйони доларів щорічно.

В Нігерії, Китаї, Австралії, Центральній Америці та інших країнах за останні роки завдяки активній діяльності «Зелених» висаджено сотні мільйонів паркових і лісових дерев. В десятки разів чистішими стали води європейських річок Рейну, Одру, Ельби, в них відновилися риба.

Деякі країни, що розвиваються (Південна й Центральна Америка, Африка), розпочали організацію заходів по контролю за зростанням населення.

У всіх розвинених країнах з метою контролю за забрудненням повітря введено нові жорсткі стандарти якості повітря. В багатьох країнах промисловим компаніям, які переходять на нові, більш безпечні екологічно технології, надають низьковідсоткові займи, спеціальні пільги, всіляку допомогу, кредити й гарантії, звільняють від податків.

В Японії розроблено й впроваджено нові стандарти здоров'я і найжорсткіші у світі вимоги до якості води, обов'язково виплачується (за рахунок об'єктів-забруднювачів) компенсація тим, хто постраждав від забруднень.

У Великобританії діє система повторних екологічних експертиз і аналіз динаміки забруднень будь-якими об'єктами, що дозволяє уникнути помилок, зроблених експертних екологічних висновків.

Екологічна політика Швеції все більше орієнтується на розгортання виключно екологічно чистих виробничо-технологічних процесів і устаткування.

У Франції введено нове соціальне поняття «якість життя», коли замість соціально-економічних показників рівня життя (вони дуже приблизно визначалися обсягами валового національного прибутку на душу населення) введено новий узагальнюючий індекс, що включає і щільність населення на 1 км², і розташування промислового та аграрного секторів економіки, й забезпеченість природними ресурсами, і стан довкілля.

На межі XXI ст. складна, але наднеобхідна зміна психології технократа з його прагненням до негайного отримання зиску, ліквідація екологічного невігластва, відмова від хижацького споживання всього, що за мільйони років створила Природа, перехід до життя за правилами нової моралі, нової філософії життя — екологічної філософії можуть і мусять допомогти людству, об'єднавши зусилля, колективний розум і технічну потужність, вийти з екологічної кризи, в якій воно опинилося.

Таким чином, новий підхід сучасної екополітики до вирішення проблеми збереження біосфери та стійкого розвитку нашого суспільства, новий погляд на ноосферу базується на принципах двох категорій сучасної й майбутньої людської діяльності: етичних та еколого-економічних (оперативно дійових).

В узагальненому вигляді вони найчіткіше представлені відомим американським вченим-екологом Д. Чірасом (1992 р.). Серед етичних принципів він виділив три головні.

1. Людство має обмежені запаси природних ресурсів, які слід розподіляти між усіма живими істотами на Землі («не все — тільки для нас»).

2. Людство є часткою довкілля та суб'єктом, на який поширюються всі закони природи. Ми не маємо права силувати природу та нехтувати її законами, бо це призведе до загибелі цивілізації.

3. Людство не повинно керувати природою, воно має навчитися кооперуватися з її силами для гармонійного співіснування.

Ми додаємо четвертий принцип — людство є не лише часткою біосфери нашої планети, а й Космосу, могутні сили якого також впливають на нашу психіку та

діяльність. Тому ці сили, процеси та закони розвитку космічних систем необхідно вивчати й враховувати в організації своїх відносин із довкіллям.

Головними еколого-економічними принципами є:

1. Консервація, збереження ресурсів і енергії, розумне самообмеження в усіх сферах життя та діяльності.

2. Рециклічність, тобто максимально можливе багаторазове використання матеріалів у виробництві.

3. Відновлення ресурсів.

4. Контроль рівня забруднень усіх типів, його стабілізація та зниження, планування нових технологій в енергетиці, промисловості, транспорті, сільському господарстві, сповільнення темпів зростання населення.

Вищенаведені міркування неодноразово підкреслювали останнім часом у своїх виступах та працях всесвітньо відомі вчені-екологи, політичні та релігійні діячі сучасності: Д. Медоуз, В. Горшков, М. Моїсеєв, Г. Міллер, Д. Чірас, А. Гор, Далай-лама, Папа Римський Іоан-Павло II та ін. Вони наголошували, що основними принципами нашої сучасної і майбутньої діяльності мають стати розумне самообмеження, саморозуміння й самодисципліна; взаєморозуміння, взаємодопомога і взаємоповага; висока моральність і культура, висока екологічна освіта. Як вчив високий гуманіст Махатма Ганді, «ми самі повинні стати тією зміною, яку ми бажаємо бачити у світі». Перебудову нашого мислення, переоцінку цінностей, що встановлювалися віками, потрібно починати з тотальної ґрунтовної екологічної освіти всіх верств населення в усьому світі. Потрібно чітко сформулювати нові правила поведінки людини в довкіллі. Це завдання надзвичайно складне, оскільки передбачає ламання (руйнування) попередніх міфів, уявлень, доктрин і навіть деяких релігійних настанов, що міцно засіли у свідомості людей протягом дуже тривалого часу. Як зазначає засновник Римського клубу Ауреліо Печчеї, у нової людини повинні бути відсутні такі негативні риси характеру, як пожадливість, заздрість, ненависть і жорстокість.

При оцінці взаємовідносин природи й суспільства, вирішенні екологічних проблем у майбутньому безсумнівно велике значення матиме врахування психологічного фактора поведінки широких мас населення, їх реакції на зміни екологічних умов, загострення чи послаблення тих чи інших процесів у довкіллі, можливі соціальні збурення, масові міграції тощо. У регулюванні характеру й рівня психологічної реакції населення на ті чи інші екологічні процеси провідна роль у наш час, як показує життя, належатиме вчителям, викладачам вузів, журналістам, вченим-публіцистам, служителям церкви, засобам масової інформації, їхні палкі виступи на захист природи завжди отримують потужний народний відгук, формують необхідну для сьогодення мораль. Яскравими прикладами цього можуть служити виступи, публікації в пресі і книжки таких відомих захисників довкілля, тваринного і рослинного світу, як Речел Карсон, Баррі Коммонер, Генрі Торо, Джеральд Дарелл, Олдо Леопольд, Деніс Медоуз, Жак їв Кусто, Джей Адамсон, А. Чехов, К. Паустовський, Л. Леонов, О. Яблоков, М. Моїсеєв, В. Распутін, Ч. Айтматов, О. Платонов, О. Гончар, С. Плачинда, В. Поліщук, Віра Ільченко та багато, багато інших.

Одним з важелів при розв'язанні конфліктних ситуацій між людиною і природою сьогодні повинно стати використання патріотичного аспекту екологічної освіти. Знання особливостей рідної природи, виховання любові до Батьківщини, її кращих традицій, використання позитивного досвіду у розвитку науки, культури, засобів господарювання свого етносу разом з досвідом світової цивілізації — завдання першочергового значення. Стратегією нації, як і всього людства, має стати поступова неухильна переорієнтація з антропоцентризму на природоцентризм.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Що таке сучасна екологія і в чому полягає її основне призначення?
2. Які головні етапи формування взаємовідносин людини й довкілля та їхні основні особливості?
3. Які екологічні проблеми постають перед країнами, що розвиваються?
4. Які екологічні проблеми постають перед економічно розвиненими країнами?
5. Що таке демографічний вибух і який вплив він має на довкілля?
6. Що таке надспоживання?
7. Які глобальні екологічні кризи переживало людство?
8. Які екологічні наслідки мають війни та підготовка до них?
9. У чому полягає нове екологічне мислення?
10. Наведіть приклади людської діяльності, що не мають шкідливих впливів на довкілля.
11. Сформулюйте основні засади нової філософії життя людства в XXI ст.
12. Які найголовніші причини розвитку глобальної екологічної кризи?
13. Які райони Землі найбільш забруднені антропогенною діяльністю?
14. Сформулюйте чотири, найголовніші екологічні закони.
15. Які природні явища (процеси) спричиняють екологічні катастрофи?
16. Наведіть приклади, техногенних катастроф, наслідком яких є (чи може бути) глобальне погіршення екосистеми планети.
17. Назвіть основні розділи сучасної екологічної науки та їхнє завдання.
18. Які основні види антропогенної діяльності сприяють розвитку глобальної екологічної кризи?
19. Що таке ГДК речовини в довкіллі?
20. Чому необхідне міжнародне співробітництво у вирішенні екологічних проблем регіонів і континентів?
21. Що таке безвідходні технології?
22. З якого процесу починається і яким закінчується кругообіг речовин і енергії в біосфері?
23. Що таке екосистема, її компоненти й особливості?
24. Що таке трофічні ланцюги?
25. Яке значення мають інформаційні зв'язки в біосфері?
26. Чи може людина перебрати на себе керівництво всіма процесами в біосфері? Чому?
27. Які антропогенні забруднювачі повітря найбільш небезпечні?
28. Які основні причини парникового ефекту?
29. У якому випадку озонна діра становитиме небезпеку для України?
30. Як утворюються кислотні дощі і якої шкоди вони завдають?
31. У чому полягає небезпека шумового забруднення атмосфери?
32. Що таке тепловий бар'єр атмосфери?
33. Що таке «ядерна ніч» і «ядерна зима»?
34. Які основні екологічні функції води?
35. Перелічіть види забруднень води і методи боротьби з ними?
36. Що таке оборотні води?
37. Які факти суперечать гіпотезі абіогенного походження життя на Землі?
38. Чому носієм Розуму на Землі стала саме людина?
39. Що таке ноосфера?
40. Які характеристики літосфери мають важливе екологічне значення?
41. Які основні причини опустелювання?

42. Що таке рекультивація земель?
43. Що таке вторинні ресурси?
44. Що таке альтернативне землеробство?
45. Дайте екологічну оцінку військовій діяльності.

Частина 2. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРИРОДНІ УМОВИ

Україна — одна з найбільших за територією, чисельністю населення й ресурсним потенціалом країн Європи, член-засновник Організації Об'єднаних націй, член багатьох інших міжнародних організацій після отримання статусу незалежної держави внаслідок негативного впливу цілого комплексу соціально-політичних і соціально-економічних факторів переживає тяжку екологічну кризу. Вона є однією з найбільш неблагополучних в екологічному відношенні країн Європи. До цього призвели дуже високий рівень концентрації промисловості і сільськогосподарських комплексів, екологічно необґрунтована, хижацько-колонізаторська діяльність урядових структур колишніх СРСР і УРСР, а також найбільша в світі техногенна аварія на Чорнобильській АЕС.

Складні екологічні проблеми, що виникли в найрозвиненіших, найбільш індустріалізованих і урбанізованих регіонах планети в повній мірі характерні й для України.

Після розпаду СРСР і здобуття незалежності Україна є однією з найбільших країн у Європі. Розташована на південному сході Центральної Європи, вона має площу 603,7 тис. км² (31,5 % загальної площі центральноевропейських країн) і населення близько 52 млн. чоловік (близько 31 % населення Центральної Європи), що перевищує населення будь-якої з держав регіону — Румунії, Чехії, Словаччини, Молдови, Болгарії чи Угорщини.

Територія України охоплює три фізико-географічні зони з п'ятьма провінціями (в лісостеповій зоні) і трьома підзонами (в степовій зоні), а також гірські країни Карпат та Криму. У порівнянні з іншими природними ландшафтами колишнього СРСР, ландшафти України зазнали найбільш тяжких наслідків людської діяльності. В 1991 р. територію всієї держави парламент України офіційно оголосив зоною екологічного лиха, у наступні роки відмічено подальше загострення екологічних проблем практично в усіх районах держави. Тому вирішення їх в Україні — одне з найголовніших, найактуальніших практичних завдань.

1.1. Природні умови

Україна займає досить вигідне географічне положення — південний захід Східно-Європейської рівнини. Українські Карпати та Кримські гори, частину шельфу Чорного й Азовського морів, її географічні координати 52°22'54" — 44°23'18" північної широти (менше 900 км з півночі на південь), 22°08'42" — 40°13'05" східної довготи (тобто 1300 км з заходу на схід). Географічний центр Європи знаходиться поблизу м. Рахова (східне Закарпаття).

Безпосередньо межує з Беларуссю, Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Молдовою, Румунією на півночі й заході, з Росією — на півночі й сході, через Чорне море — з Туреччиною, Балканськими та Кавказькими країнами. По Дунаю і через Босфорську протоку та Дарданелли вона має вихід до країн Західної Європи, а також у Середземномор'я й далі — до Близького Сходу, Південної Європи, Африки, Атлантики та Індійського океану.

Близько 95% території України є рівниною, 5 % території займають гірські системи Карпат та Криму. Середня абсолютна висота рівнинної частини 170 м, а найвищою точкою є гора Говерла в Карпатах (2051 м).

Клімат України помірно континентальний, а субтропічний має лише вузька смуга південного Криму. На території держави переважає північно-західний повітряний перенос, а за рік над Україною проходить в середньому 45 циклонів і 35 антициклонів. Кількість опадів змінюється від 1200—1500 мм/рік у Карпатах до 300 мм/рік у південній частині степової зони (Причорномор'я та Приазов'я). У лісостеповій зоні опади становлять в середньому 550—760 мм/рік.

У липні температура повітря 20—25 °С, досягаючи іноді 30 °С, в січні—лютому може становити —20—25 °С, зрідка досягаючи —30 °С. Річна сумарна сонячна радіація змінюється від 96 до 125 ккал/см².

Річкова сітка України (всього налічується близько 73 тис. річок) досить густа й розгалужена (0,25 км/км²), річки належать переважно до басейнів Чорного, Азовського морів, частково Балтійського. Найбільшою є Дніпро — третя (після Дунаю і Волги) за величиною у Європі. Середній стік його становить 53,5 км³. Великими річками України є Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець, а також притоки Дніпра — Прип'ять, Десна, Сула, Псел, Ворскла.

На території України є близько 3000 великих і малих озер, які займають 0,3 % території держави. Найбільшим і найглибшим (60 м) є озеро Світязь на крайньому північному заході країни.

Режим більшості річок України в наш час значно змінений господарською діяльністю людини (водозабір для зрошення, промислових потреб і питного водопостачання, зарегульованість через будівництво ставків, гребель, водосховищ, каналів), переважна більшість малих водотоків (близько 20 тис.) взагалі перестали існувати.

За геологічною будовою територія України розташована в межах південно-східного краю докембрійської Східно-Європейської платформи та частини Герцинської платформи. Гірські масиви Карпат та Криму належать до альпійської геосинклінали. Основними геоструктурними елементами території є Український щит (складений давніми докембрійськими кристалічними породами — переважно гранітами, гнейсами, лабрадоритами та гранітоїдами, розташований в центральній частині України, простягаючись від Клесева — Овруча на півночі вздовж Правобережжя Дніпра, до Азовського моря, довжиною близько 1000 км, загальною площею близько 180 тис. км²); Придніпровсько-Донецька западина (практично — все Лівобережжя, виповнена 5—6 км товщею осадових порід, в межах Донбасу — 10—12 км); Волино-Подільська плита (з товщею порід 5—6 км); Передкарпатський передовий прогин, складчасті Карпати, Закарпатська западина, Причорноморська западина (має двокілометрову товщу осадових порід) та складчастий Крим. У геологічних структурах України Державним кадастром зареєстровано близько 5,5 тис. родовищ корисних копалин. В Україні є райони з підвищеною сейсмічністю: Карпатська зона, південний захід і південний Крим (інтенсивність землетрусів — до 7 балів за 12-бальною шкалою).

У межах України виділено ряд географічних ландшафтів: лісоболотні та лісостепові і ландшафти Полісся, Волино-Подільської височини та Придніпровської рівнини; ландшафти Північних степів, схилів Волино-Подільської та Середньоруської височин; ландшафти Південних степів (Причорноморська низина та Приазов'я); лісолугові гірські ландшафти Криму й Карпат.

Геохімічні й екологічні умови ландшафтів України під потужним впливом техногенної діяльності зазнали протягом останніх десятиріч дуже істотних змін.

Родючі ґрунти України — важливий ресурсний потенціал. Найродючішими є ґрунти з вмістом гумусу від 3 до 7 % і товщиною гумусового шару близько 1 м (їх близько 10 % території).

І водні, і ґрунтові ресурси України в результаті забруднення й неправильного багаторічного користування перебувають у вкрай незадовільному, а в багатьох районах — катастрофічному з екологічної точки зору стані.

Процеси ґрунтоутворення та розвитку рослинного покриву в Україні відповідають загальній географічній зональності. Для Полісся характерна наявність строкатих дерно-підзолистих ґрунтів на піщано-глинистих породах, для Лісостепу — опідзолені ґрунти з могутніми чорноземами (гумусові горизонти мають потужність до 1,2—1,5 м), що утворились на лесових породах; для Північного степу — чорноземи з гумусовими горизонтами в 80—90 см, сформованими на волого-суглинистих породах; для Південного степу — каштанові ґрунти та чорноземи, значно засолені у приморській смузі.

Земельний фонд України складає 60,4 млн. га. Господарська освоєність території дуже висока — 92—95%. При цьому сільськогосподарське освоєння земель перевищує 70 % (одне з найвищих в світі), а розораність становить 56 %.

Загальні втрати сільськогосподарських угідь через їх залучення в сфери промислової діяльності, будівництва, урбанізації становлять більше 2 млн. га за останні 30 років.

Україна багата мінеральною сировиною — різноманітними корисними копалинами. Перш за все — це величезні запаси гранітів, що є прекрасним облицювальним і будівельним матеріалом, а також різноманітних вапняків і прекрасного будівельного піску. Серед горючих копалин у достатку є кам'яного та бурого вугілля, газу, у меншій мірі — нафти.

Граніти зосереджені в межах Українського щита, на Житомирщині, Вінничині, Кіровоградщині, Дніпропетровщині, піски й вапняки — на Поліссі й Поділлі.

Поклади кам'яного вугілля зосереджені у Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах (загальні запаси близько 150 290 млн. т), а також у Дніпровському бурову гільному басейні (9000 млн. т). Родовища нафти й газу сконцентровані у трьох нафтогазоносних областях: Західно-Українській (Прикарпатська зона — м. Борислав, Долина, Дрогобич), Східно-Українській (Прилуцько-Шебелинська зона), Південно-Українській (північно-західний шельф Чорного моря). Перспективні ресурси нафти оцінюються майже в 125 млн. т, а її видобуток на сучасному стані досягає 5 млн. т на рік, запаси газу — понад 4100 млрд. м³. Україна багата також горючими сланцями (близько 2 млрд. т — Верхньодніпровськ) та торфом (3,5 млрд. т — Полісся).

З рудних корисних копалин Україна багата покладами залізних руд (Криворізька та Азово-Чорноморська провінції з балансовими запасами близько 25 млрд. т) та марганцевих руд (Нікопольщина, де вони обчислюються приблизно 2 млрд. т, що становить 66,1 % світових запасів). На території нашої держави є також поклади уранових, нікелевих, титанових руд, ртуті, олова, хроміту, графіту (Український щит), родовища фосфатів, калійних солей, сірки (Прикарпаття), каоліну (Глухів, Пологи), солей йоду й бромю (Сиваш, Тарханкут).

Останнім часом виявлені досить значні запаси золота, але в розсіяному вигляді, що потребує складної технології видобування.

Водні ресурси рік України складають 85,8 км³, експлуатаційні запаси прісних підземних вод — 514 м³/с. Є дуже цінні мінеральні води («Нафтуса», «Миргородська» та ін.): сірководневі, радонові, йодо-бромисті, вуглекислі та ін.

Сумарне видобування сирих мінеральних продуктів по 40 основних видах перевищує 1 млрд. т. Актуальною і важливою є проблема утилізації відходів гірничо-збагачувального виробництва. Щорічно кількість їх перевищує обсяги використання майже на 200 млн. м³.

Кліматичні умови України є також важливим природним ресурсом. Сприятливі кліматичні умови й багаті рослинністю та красою ландшафти — важливий рекреаційний ресурс, а таких районів в Україні дуже багато.

Найкращими з них ще донедавна, до значного погіршення екологічних умов, були: Південний (Одеська, Миколаївська, Кримська, Херсонська області, південь Запорізької і Донецької), Кримський, Передкарпатський і Карпатський, Поліський (Шацькі ліси й озера).

Близько 15 % території країни займають ліси — краса й багатство, безцінний природний очищувач повітряного простору й головний охоронець нашої держави. На жаль, останнім часом і цей надзвичайно важливий природний ресурс безжалісно вирубуються, гине від забруднень і пожеж (Карпати, Полісся).

В Україні, як і на Землі взагалі, лишилося небагато місць, які не використовуються людиною для задоволення своїх численних і постійно зростаючих потреб і які зберегли свій первісний вигляд заповідних територій. Останні в наш час відіграють виключно важливу екологічну роль в житті біосфери, збереженні генофонду, біорізноманіття.

Спеціалісти підраховали, що для підтримки нормального функціонування екосистем будь-якого регіону площа «диких» первісних, не ушкоджених людською діяльністю територій в його межах має становити не менше 10—12 % загальної площі.

Багато розвинених країн (Японія, Німеччина, Швеція, Швейцарія, Бельгія, Австрія, США), надаючи велику увагу цьому факту, довели площі заповідних територій до 12—18 %, для України ж цей показник поки що дорівнює в середньому 2,1 % (найбільший — 4—5 % — Західна Україна, найменший — 0,2—1 % — Центральна й Східна Україна). Загальна площа природного заповідного фонду становить 1 млн. 293 тис. га.

Заповідники на території України розміщені у всіх фізико-географічних зонах: Поліський, Канівський, «Розточчя», «Медобори», «Михайлівська цілина», «Асканія Нова», «Стрільцовський степ», «Кам'яні могили», «Дунайські плавні», Карадазький, «Мис Март'ян», Кримський, Карпатський та ін.

Україна завжди була щедро обдарована рослинним і тваринним світом. Ще якихось 200 років тому іноземні мандрівники дивувалися її казково-багатим лісам, степам, річкам і озерам. А у першому тисячолітті площа лісів у порівнянні з XIX ст. була більшою у 4,5 рази, навколо Києва були дрімучі ліси й величезна кількість звірини: вовків, ведмедів, росомах, диких кабанів і кіз, зайців, лисиць і білок, бобрів, куниць, горностаїв, соболя, всілякої риби (в тому числі осетра) й різного птаства (орли, коршаки, яструби і багато інших).

У V ст. Геродот, відвідавши пониззя Дніпра, записав у своїх щоденниках, що спостерігав від теперішньої Каховки до устя, а також вздовж річок Південний Буг, Самара, Орелі, Вовча, Інгула, Інгульця, в балках і ярах навколо суцільні лісові хащі, багаті звіриною. Пізніші мандрівники й вчені, які відвідали Україну у XIV, XV, XVI, XVII ст.ст. (венеціанець Йосафат Барбаро, француз Віженер, німці Л. Мідлер і Ерїх Лоота, венеціанець Альберт Віміна, литовець Михайло Литвин, француз Гійом Леваер де Боплан) теж відмічали незвичайні природні багатства краю, казкову родючість його земель.

Навіть ще сьогодні в Україні налічується близько 5000 вищих рослин, але площа лісів зменшилася до 14,3 % (проти 37 % у колишньому СРСР і 29 % — в середньому у світі). Щорічно в Україні використовується близько 40 млн. м³ деревини (у вигляді кругляка), хоча близько 70 % необхідної для цього деревини вона змушена тепер імпортувати.

Величезних збитків лісам України завдала друга світова війна.

Флора України ще налічує майже 4500 видів вищих рослин, у тому числі понад 700 видів лікарських.

фауна України налічує близько 45 тис. видів тварин (17 — земноводні, 20— плазуни, понад 350—птахи, 113—савці, 200 — риби, решта безхребетні). Але чисельність видів тварин, як і рослин, під впливом погіршення екологічного стану довкілля і людської діяльності швидко скорочується.

Таким чином, до XVIII ст. Україна була однією з найбагатших і екологічно благополучних країн світу, а за неповних два останні століття перетворилась в край, що переживає надтяжку кризи і є одним з найбрудніших у світі.

1.2. Традиції природокористування

Споконвічне стан навколишнього середовища того чи іншого краю у великій мірі залежав від способу життя й господарювання його етносів. Як свідчить історія, корінні етноси, які віками мешкали на своїй території, розуміли й любили її природу, дбайливо ставилися до свого довкілля, користуючись його ресурсами з врахуванням багаторічного досвіду й традицій своїх дідів-прадідів, завжди дбали про те, щоб природа могла самовідновлюватись, розвиватись, щоб могла годувати онуків і правнуків.

Прийшли етноси — тимчасові, особливо завойовники, не знаючи й не розуміючи природи чужого краю, жорстокі не тільки до людей поневоленого краю, а й до його природи, завдавали цій природі в більшості випадків дуже великої шкоди: палили, нищили, грабували, ламали, розоряли. Не пристосовані до чужої природи, вони виявляли вандалізм, переробляючи на свій смак природу й культуру, деформуючи екосистеми.

Етногенез українців відбувався на території, яка споконвічне була контактною зоною етносів з різним модусом поведінки відносно оточуючого ландшафту. Саме тому територія України була ареною різного роду етнологічних колізій, які негативно позначалися на стані природних ресурсів і довкілля. Як відомо, після входження українських земель до складу Великого князівства Литовського починається інтенсивне використання природних багатств України, особливо лісів, які почали нещадно вирубати, вивозячи деревину в Західну Європу. Наслідком такого господарства стало винищення великих лісових пуць у верхів'ях Південного Бугу, басейні Дністра, Росі, рік Волині, так що вже в XVI ст. в цих районах лісів не стало, значно скоротилося й поголів'я звірини.

Нещадна експлуатація українських чорноземів польськими магнатами розгорнулася після підписання Люблінської унії 1569 р. Виснаження земель супроводжувалося жорстокою експлуатацією місцевого населення. Все це, а також різниця у традиціях, культурі, релігії призвело до розвитку антагонізму й виникнення жорстоких конфліктів між етносами. Подібна ситуація мала місце й під час контактів з кримськими татарами, з турками, які протягом кількох століть здійснювали регулярні спустошливі набіги на українські землі.

Традиційними формами господарювання, природокористування з давніх давен до середини XVIII ст. в Україні були землеробство, мисливство, рибальство, бджільництво, тваринництво, садівництво, їх роль в житті українців з часом змінювалась, але головним завжди залишалось орне землеробство. Розвиток сільського господарства і промисловості був врівноваженим, органічним. З XVIII ст. з початком активного розвитку промисловості, відкриттям і розробкою родовищ заліза, вугілля, нафти в Україні все більшого значення набувають форми природокористування, пов'язані з екстенсивним використанням мінеральної сировини, енергоносіїв, промисловою забудовою територій. Це були форми господарювання, все небезпечніші для довкілля.

Чому сьогодні знову звертаються до традицій в усіх сферах людської діяльності? Тому що традиції — це не тільки пам'ять предків, все краще, найбільш своєрідне, притаманне тій чи іншій нації в галузі культури, народної творчості, побуту, релігії, виробництва. Традиції — це різноманітність культур, засобів існування. А різноманітність людства (різноманіття націй) — не менш важливе, ніж біорізноманітність взагалі для існування біосфери, це основа виживання, головний екологічний закон. Розвиток глобальної екологічної кризи пов'язаний не тільки з загрозливими втратами біосферою все більшої кількості видів флори і фауни, а й з

втратами різноманіття людських угруповань. Втрата національного різноманіття, культурної і регіональної своєрідності веде не тільки до культурних втрат, але, як показало життя, й до тяжких екологічних наслідків: руйнування корисних традицій пристосування до ландшафтів, розвитку згубних для всіх націй хижацьких методів природокористування. В результаті виникають усереднені побут, культура, мислення, втрачається гуманізм, розвивається технократизм. Космополітичні методи поведінки нівелюють все, зменшуючи природну силу біосфери, де різноманіття залишається головним фактором виживання й самовідновлення.

Традиції — це максимально ефективно пристосування етносів до ландшафтів, вироблені віками гармонійні взаємовідносини з навколишнім середовищем, такий режим поведінки, релігійних обрядів, свят і хазяйнування, який не порушує загального балансу енергообміну екосистем, процесів самовідтворення, самоочищення. В традиціях закладені засоби збереження генофонду націй. Один з яскравих прикладів цього — традиційні зелені свята в Україні — дні єднання людини з природою, дні шанування цілющих трав і життєдайної зелені, вияву поваги й шани до матінки-природи.

Орне землеробство, як вважають археологи, історики та етнографи, виникло на терені України за часів трипільської культури — 6000 років тому, поширившись у середні віки та пізніше далі на весь регіон Центральної Європи. Основними системами землеробства були парове і перелогове, землекористування було у вигляді відкритих полів, а землеволодіння — приватне, громадське, державне, церковне. До середини XVIII ст., як вище згадувалось, був характерний органічний розвиток сільського господарства й промисловості. При цьому в організаційній структурі господарства в Україні завжди переважали тенденції до індивідуального ведення господарства незалежно від власності на землю. По суті, фермерське господарство є традиційним для України у порівнянні з країнами Центральної Європи і Росії, де переважали великі феодалні господарства.

Як свідчать історичні документи, в усі часи продукція землеробства України значно перевищувала внутрішні потреби. Але розвиток націй і розширення сільськогосподарського та промислового виробництва призвели до того, що до середини XIX ст. земельні ресурси в межах лісових і лісостепових ландшафтів було вже вичерпано. Починають залучатися до сільського господарства землі степової зони, аналогів якої в Центральній Європі немає. Протягом XIX ст. степова зона вся була розорана. В наш час традиційне землеробство вже не в змозі задовольнити потреби людей, тому в Україні, як і в усьому світі, намагаються підвищити врожайність через посилене внесення мінеральних добрив, застосування пестицидів для боротьби з шкідниками.

У XX ст. форми природокористування в Україні набувають чітко виражених природозгубних тенденцій. Ресурсовикористання стає суперекстенсивним, хижацьки споживацьким. Жовтнева революція, громадянська війна, голодомор 30-х років, страшні за своїм обсягом політичні репресії 40-х років, друга світова війна — ці величезні соціальні потрясіння разом із централізацією промисловості, перехімізацією сільськогосподарських угідь, перевиснаженням ресурсів за кілька десятиліть призвели до формування економіки України без врахування об'єктивних потреб та інтересів її народу, можливостей її природи. В результаті склалася одна з екологічно «найбрудніших» економік — перенасичена хімічними, металургійними, гірничорудними, нафтопереробними, військовими виробництвами, більшість з яких мають застарілі технології та обладнання. Почала активно розвиватися екологічна криза, наближається демографічна криза, коли смертність людей стала стабільно перевищувати народжуваність.

1.3. Головні причини й джерела розвитку екологічної кризи

Об'єктивний аналіз сучасної економічної ситуації, причин і джерел погіршення екологічного стану природного середовища України, погіршення здоров'я людей, виникнення демографічної кризи став можливим лише кілька років тому завдяки розсекреченню великої кількості архівних матеріалів (соціально-історичних, політичних, партійних, соціально-економічних та ін.) і допоміг чітко визначити основні причини, джерела, динаміку й напрями розвитку екологічної ситуації у межах нашої держави. Такими причинами, як уже частково згадувалось, виявилися:

1. Екстенсивне використання всіх видів природних ресурсів, що тривало протягом десятиліть, без врахування можливостей природних регіонів до самовідтворення й самоочищення.

2. Довготривале адміністративно-командне концентрування на невеликих площах великої кількості надпотужних хімічних, металургійних, нафтопереробних і військових промислових комплексів та інших «гігантів соціалістичної індустрії», прискорена реалізація гігантоманських планів втручання в природне середовище.

3. Повне нехтування традиціями господарювання, можливостями природи регіонів і інтересами корінного населення.

4. Перехімізація сільського господарства й хибні засади його організації (типу величезних колгоспно-радгоспних господарств).

5. Розгортання меліораційних робіт і їх проведення у величезних обсягах без належних наукових обґрунтувань і ефективних технологій.

6. Повна відсутність об'єктивних довгострокових екологічних експертиз усіх планів і проектів розвитку промислового господарства, енергетики, транспорту протягом повоєнного періоду.

7. Використання на переважній більшості виробництв старих і дуже старих технологій і обладнання, які вже давно потребують заміни.

8. Відсутність ефективно діючих законів щодо охорони природного середовища й підзаконних актів для їх ефективної реалізації.

9. Відсутність постійної об'єктивної інформації широких мас населення про екологічний стан довкілля, причини його погіршення, винуватців забруднень і заходи для поліпшення ситуації.

10. Надзвичайно низький рівень екологічної освіти не лише широких мас населення, а й керівників підприємств, урядових організацій, загальна низька екологічна свідомість і культура.

11. Різке прискорення негативних економічних, соціально-політичних і екологічних процесів в Україні в зв'язку з найбільшою техногенною катастрофою ХХ ст. — аварією на Чорнобильській АЕС.

12. Відсутність дійових економічних стимулів ресурсо- й енергозбереження.

13. Відсутність дійового державного контролю за виконанням законів про охорону природи й системи ефективного покарання за шкоду довкіллю.

Основними антропогенними джерелами розростання екологічної кризи в Україні є перш за все великі промислові комплекси — ненажерливі споживачі сировини, енергії, води, повітря, земельного простору, транспорту й водночас страхітливі отруювачі довкілля практично всіма видами забруднень (механічних, хімічних, фізичних, біохімічних). Сконцентровані вони навколо родовищ корисних копалин, великих міст і водних об'єктів: Донеччина, Центральне Придніпров'я, Криворіжжя, Прикарпаття, Керч, Маріуполь, більшість обласних центрів. Серед цих об'єктів найбільшими забруднювачами довкілля є металургійні, хімічні, нафтопереробні та машинобудівні заводи, кар'єри та збагачувальні фабрики, деякі військові підприємства.

Була й залишається найнебезпечнішим джерелом шкоди навколишньому середовищу військова діяльність: за обсягами використання палива для техніки й забруднень від його спалювання в двигунах літаків, танків, автомобілів тощо; за обсягами використання мінеральної сировини, необхідної для виробництва військової техніки; обсягами споживання енергії; витратами на утримання армії і військових підприємств; обсягами забруднень довкілля від цих підприємств і, звичайно, за розмірами збитків, пов'язаних з випробуванням різних видів зброї, у тому числі й атомної, а також проведенням маневрів, навчань і воєн. Україна повною мірою відчула це протягом останнього століття.

Найбільше забруднюють довкілля об'єкти енергетики, перш за все ТЕЦ, і ГРЕС. Поглинаючи величезну кількість нафтопродуктів, газу та вугілля, вони викидають в атмосферу мільйони кубічних метрів шкідливих газів, аерозолів і сажі, займають сотні гектар землі шлаками й золою.

Іншим джерелом забруднення природи України є транспорт — автомобільний, повітряний, водний, залізничний. В усіх великих містах України частка забруднень повітря від автотранспорту останнім часом становить 70—90 % загального рівня забруднень.

Нарешті, для наших сільськогосподарських районів найбільш характерним джерелом забруднень природних вод і ґрунтів є надлишок мінеральних добрив і пестицидів, які десятками років у величезних кількостях використовувалися на полях. Лише 5—10 % їх йшло на користь (поглиналося рослинами), а 90 % змивалося дощовими й сніговими водами, здувалося вітрами й осідало в річках, озерах, ґрунтах і ґрунтових водах, стаючи шкідливими компонентами екосистем.

Небезпечними забруднювачами довкілля є також об'єкти, що генерують потужні фізичні поля — електромагнітні, радіаційні, шумові, ультразвукові й інфразвукові, теплові, вібраційні (великі радіостанції, теплоцентралі, РЛС, трансформаторні підстанції, ЛЕП, ретрансляційні станції, спеціальні фізичні лабораторії та установки, кібернетичні центри, АЕС тощо).

Сучасний напружений екологічний стан більшості регіонів України (Центральне Полісся, Передкарпаття, Причорномор'я, Крим, Азовське море. Центральне Придніпров'я і Донеччина) є наслідком хибної екологічної політики наших урядовців протягом останніх десяти років: розвиток територіально-промислових комплексів, енергетики, сільського господарства без врахування специфіки природних умов краю, інтересів українського народу, екологічних законів. Для підтвердження сказаного наведемо деякі факти про забруднення й шкоду довкіллю України від основних видів виробничої діяльності на її території.

Підприємства металургії і енергетики щорічно викидають у повітря відповідно 35 % і 32 % усіх забруднень від стаціонарних джерел, є головними забруднювачами повітря України (міста Макіївка, Маріуполь, Комунарськ, Харцизьк, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Дніпродзержинськ та ін.). Металургійні підприємства оснащені очисним обладнанням лише на 30—50 %, яке до того ж застаріле або не діє зовсім.

Головними забруднювачами довкілля важкими металами, особливо миш'яком і свинцем, є підприємства кольорової металургії; вони ж забруднюють довкілля сірчаною й азотною кислотами (м. Костянтинівка — завод «Укрцинк», М.Запоріжжя — Дніпровський, Микитівський ртутний комбінати та ін.).

Чорна металургія — основний забруднювач вод фенолами, нафтопродуктами, сульфатами.

ТЕС виробляють в Україні понад 70 % електроенергії (близько 37,6 тис. МВт); майже всі вони розміщені в містах і промислових центрах і є найбільшими забруднювачами довкілля серед усіх об'єктів енергетики. Основними компонентами

їхніх забруднень є тверді частки палива (зола), сірчаний ангідрид, окиси азоту. Загальна кількість викидів енергетичних об'єктів складає близько 2,3—2,5 млн. т за рік. Решту електроенергії виробляють ГЕС та АЕС. Найбільші наші гідроелектростанції зосереджені на Дніпрі (Київська, Канівська, Кременчуцька, Дніпродзержинська, Запорізька, Каховська). ГЕС вважаються екологічно найбільш безпечними, але створення каскаду водосховищ на Дніпрі, що затопили близько 7 тис. км² прекрасних родючих заплавлених земель і за період свого існування перетворилися на водойми-накопичувачі відходів і забруднень з навколишніх регіонів, призвело до значних негативних екологічних змін (підтоплення 100 тис. га прибережних земель, багаторазове зниження активності процесів самоочищення Дніпра, «цвітіння» водойм, зниження продуктивності рибних господарств тощо).

Дуже негативним з екологічної точки зору є наявність на території України п'яти АЕС (14 енергоблоків) — Чорнобильської, Рівненської, Хмельницької, Запорізької та Південно-Української. Зберігається не лише велика небезпека нових аварій на АЕС, але й додається дуже складна проблема поховання відходів ядерного палива і, в недалекому майбутньому, після відпрацювання належного ресурсу — поховання й ліквідація самих АЕС дуже складний, небезпечний і дорогий процес.

Дуже загрозливою для здоров'я людей і навколишнього середовища України залишається діяльність військово-промислового комплексу. В Україні щільність розміщення військових частин, об'єктів, оборонних підприємств, установ, військових навчальних закладів, полігонів, складів досить висока. Очисні споруди на військових об'єктах, котельнях, пунктах заправки ПММ, заводах або взагалі відсутні, або дуже погано забезпечують очищення промислових, побутових стоків. При цьому військові власті, прикриваючись завісою секретності, намагаються приховувати стан справ на цих об'єктах, створюють перешкоди для відвідування їх екологами. Найгірший стан — у причорноморських районах, особливо в Криму. Тут протягом десятків років об'єкти й кораблі Чорноморського флоту забруднювали води Чорного моря (у воді лише Севастопольської бухти вміст нафтопродуктів перевищує ГДК у 180 разів). Спеціалісти стверджують, що частини й об'єкти Чорноморського флоту щодоби скидають в море близько 9 тис. м³ неочищених стічних вод.

Дуже загрозливими для довкілля є порушення в більшості військових підрозділів правил зберігання ПММ і експлуатації систем їх транспортування. Втрати, витікання й розливи ПММ протягом тривалого часу (іноді десятиріч) навколо військових баз, аеродромів, складів на кілометри навкруги забруднили нафтою поверхневі й підземні води, є причиною появи в колодязях, ставках і річках «покладів» нафтопродуктів, або, ще гірше, дуже токсичних речовин (хром, кадмій, свинець, бензпірени та ін.). Прикладами можуть бути територія парку Олександрія в Білій Церкві, міста Узин, Васильків (Київська обл.), Дубно (Рівненська обл.), Велика Круча (Полтавська обл.), Озерне (Житомирщина), Чугуїв (Харківська обл.), Луцьк, Керч, Севастополь, Чернівці та ін. У багатьох військових частинах не дотримуються правил захисту цивільного населення від згубного електромагнітного впливу й високочастотних випромінювань від потужних РЛС. Гостро стоять проблеми використання лісів і сільськогосподарських угідь військовими під полігони, стрільбища, мисливські господарства, навчальні центри (загальна площа цих земель перевищує 100 тис. га).

Одним з головних забруднювачів довкілля є також хімічна промисловість, об'єкти якої викидають у повітря сірчаний ангідрид, окиси азоту, вуглеводні тощо. Найбільшої шкоди вони завдають у Прикарпатті (Ново-Роздольський сірчаний комбінат, Калуський калійний концерн), на Донбасі, в Присивашші (Красноперекопськ), Одесі, Вінниці, Сумах, Рівному (підприємства об'єднання «Азот»), які забруднюють довкілля фосгеном, вінілхлоридом, хлористим воднем, фенолом, аміаком — дуже небезпечними

токсикантами. Дуже шкодять довкіллю також хімічні підприємства, які виробляють отрутохімікати (міста Первомайськ, Калуш, Маріуполь, Дніпродзержинськ), синтетичні продукти (підприємства об'єднань «Хімволокно», «Хлорвініл», «Дніпрошина», «Укрнафтохім» та ін.). Сумним фактом є те, що майже всі підприємства хімічної промисловості мають застаріле обладнання, порушують межі санітарно-захисних зон, не мають очисних споруд, або мають дуже неефективні.

Найбільшим серед промислових підприємств в Україні є машинобудівний комплекс, тому що в державі для цього склалися досить сприятливі передумови: могутня металургійна база, густа транспортна мережа, великі обсяги використання машин і приладів, висококваліфіковані кадри. На українських машинобудівних заводах виробляють різноманітну продукцію від побутової техніки до найскладніших сучасних машин — обладнання для АЕС, космічну техніку, турбіни, літаки, що не мають аналогів у світі. Найвища концентрація машинобудівної промисловості характерна для Дніпропетровська, Харкова, Кривого Рога, Краматорська, Маріуполя, Донецька.

Машинобудівна промисловість має складну структуру й багато типів машинобудування: важкого, електротехнічного, транспортного, приладо- й верстатобудування, радіоелектронного та ін. Кожен з типів машинобудування має свої екологічні особливості — склад і кількість відходів, токсичність забруднень, режим їх викидів у повітря та зі стічними водами.

Як і інші види промисловості, машинобудівна галузь тяжіє до районів розвитку металургії, сконцентрована в містах і дуже шкодить їх екологічному стану великими обсягами відходів, забруднень повітря і води. Так, в Дніпропетровську лише одне виробниче об'єднання «Дніпроважмаш» щорічно скидає в Дніпро 2365,2 тис. м³ забруднених стічних вод, завод прокатних валків — 250 тис. м³. У Запоріжжі викиди Дніпровського електродного заводу в атмосферу становлять 35 % загальноміських, причому 80 % з них є канцерогенними речовинами першого класу небезпечності. До речі, понад 50 % всіх викидів у атмосферу цього міста дає ПО «Запоріжсталь» (понад 150 тис. т шкідливих речовин щороку). Електротехнічних заводів в Україні діє понад сотню. Але незважаючи на те, що більшість з них (а також приладобудівних і радіоелектронних) збудовано в останні десятиліття, на багатьох з них газо- й водоочисні споруди або несправні, або діють неефективно (одеський «Агроагрегат», миколаївський «Ніконд», чернівецький металообробний, дніпропетровський «Південний машинобудівний» та ін.).

Дуже екологічно небезпечною є цементна промисловість. Найбільше екологічних проблем вона створює в Донецькій, Дніпропетровській і Харківській областях, забруднюючи довкілля пилом, сірчаним ангідридом та окисами азоту. Саме в цій галузі виробництва на підприємствах найгірше виконуються природоохоронні заходи, тому, наприклад, перевищення вмісту пилу у викидах становить майже всюди 5—10 ГДК, а із забрудненими стічними водами в річки щорічно скидаються сотні тонн органічних і завислих речовин, солей та інших шкідливих сполук.

Великої шкоди рельєфу, земельним ресурсам, ґрунтовим водам завдає розробка кар'єрів будівельних матеріалів (вапняку, піску, граніту, лабрадориту тощо) у Житомирській, Вінницькій, Дніпропетровській, Кіровоградській областях.

Сільськогосподарське виробництво в Україні сьогодні значно негативніше, ніж кілька десятиліть тому, впливає на природне середовище, через нераціональну організацію меліоративних робіт та необґрунтоване, технологічно не витримане використання міндобрив і отрутохімікатів, а також недбале їх зберігання, транспортування. Природне середовище забруднюється сполуками азоту, фосфору, калію, радіоактивними елементами (останні є домішками в фосфорних міндобривах), важкими металами (міддю, цинком, свинцем, значні перевищення ГДК яких виявлені в

1992—93 рр. у 5 % сільськогосподарської продукції), залишками гербіцидів симтриазинової групи. З 170 пестицидів, що застосовуються в Україні, 49 особливо небезпечні. Останнім часом мало місце також використання токсичних пестицидів, що завозяться в Україну західними фірмами і заборонені на Заході для використання.

Обсяги пестицидів і міндобрив, які надходять на поля України, становлять більше 90 000 т і 4,5 млн. т відповідно. Площа земель, забруднених стійкими хлорорганічними препаратами, становить близько 8 млн. га, на кількох сотнях тисячах гектарів їх вміст значно перевищує ГДК.

Дуже напружена екологічна ситуація склалася навколо (в радіусі кількох кілометрів) великих тваринницьких комплексів України. Найбільші з них (свиноферми та тваринницькі господарства, де вирощують 30—100 тис. голів і більше) продукують щодоби до 2—3 тис. т екскрементів, які ці господарства не встигають переробити. В результаті їх розкладу й гниття виділяються великі маси аміаку, азоту, сірководню, органічних кислот, шкідливих мікроорганізмів, що забруднюють довкілля й спричиняють хвороби, епідемії й загибель в ґрунтових водах, річках і ставках риби, цілих біотичних угруповань. На кілометри від комплексів повітряними масами розносяться сморід, патогенні мікроби, гельмінти.

Особливо загрозливою для землеробства є посилена антропогенною діяльністю ерозія (площинний змив ґрунту, лінійний розмив земель), особливо в лісостеповій і степовій зонах. Понад 4 млн. га орних земель уражено дефляцією ґрунтів (видуванням). Пилові бурі, які за останні 100 років виникали в лісостеповій зоні України 23 рази, а за останні 40 років — 16 раз, знесли мільйони тонн родючих ґрунтів у Луганській, Донецькій, Запорізькій, Дніпропетровській, Херсонській областях та Криму. У 1960 р. пиловими бурями був охоплений весь південь України площею близько 5 млн. га, при цьому в Криму, Запорізькій і Херсонській областях повністю знищені посіви на площі близько 5 тис. га. Розвиток пилових бур спричинює деградацію ґрунтів через їх активне виснаження й неправильні агротехнічні заходи.

Перехімізація сільського господарства України, що призвела до накопичення в ґрунтах, продуктах харчування, воді шкідливих для здоров'я людей і тварин, а також рослин хімічних елементів і сполук (нітратів, нітритів, важких металів, пестицидів), стала причиною розвитку ще одного негативного явища — втрати рекреаційних ресурсів. Через значні забруднення великі площі рекреаційних зон, особливо в південних районах України, де зосереджено до 30 % всього курортно-рекреаційного фонду, почали втрачати свої рекреаційні, оздоровчі функції (Приазов'я, Одещина, Крим).

Великої шкоди ґрунтам завдає використання важкої сільгосптехніки на полях, яка регулярно переуцільнює землю, значно знижуючи її пухкість, насиченість повітрям, активність обмінних біохімічних процесів.

Окремо слід акцентувати увагу на екологічній ролі транспорту і особливостях транспортних забруднень в Україні. Мережа транспортних шляхів в Україні досить густа, кількість і активність автотранспорту в містах висока, і шкоди довкіллю він завдає дуже значної. Основними причинами є застарілі конструкції двигунів, характер палива (нафтопродукти, а не газ чи інші менш токсичні речовини) і погана організація руху, особливо в містах, на перехрестях вулиць, мостопереходах. У відпрацьованих газах, що викидаються нашими автомобілями, виявлено до 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять бензпірени (канцерогенна речовина, в мільйон разів отруйніша за чадний газ), оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, окиси вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні.

Автотранспорт на перевезення одного й того ж вантажу потребує в 6,5 рази більше палива, ніж залізничний, і в 5 раз більше, ніж водний. А в Україні налічується

понад 1 млн. вантажних і понад 2,5 млн. легкових автомобілів, і кожен із них щороку спалює від 12 до 30 т високооктанового російського бензину, збагаченого свинцем (до 0,36 г/л, в той час як в бензинах Великобританії 0,15 г/л, а США — 0,013 г/л!). Треба зауважити, що токсичність відпрацьованих газів наших дизельних двигунів набагато вища від карбюраторних, оскільки ці гази містять багато окисів вуглецю, діоксидів азоту й сірки, а також сажі (до 16—18 кг з кожної тонни дизпалива). У 1992—1993 рр. викиди забруднюючих речовин автотранспортом склали близько 5,5 млн. т на рік (39 % від всього обсягу викидів в Україні). Цей показник такий значний тому, що понад 20 % транспортних засобів експлуатуються з перевищенням установлених нормативів вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах (старі, зношені двигуни, неякісне паливо). Від транспортних забруднень газами й шумом терплять усі міста України, особливо великі. Доля забруднень повітря від автотранспорту у деяких великих містах України становить від 40 до 80 % загальних забруднень.

Залізничний транспорт екологічно чистіший, особливо електричний. Стало проблемою лише сильне забруднення полотна залізниць шириною в кілька метрів по обидва боки від колії і самої колії нечистотами з вагонних туалетів. В усіх цивілізованих країнах туалети пасажирських вагонів обладнані спеціальними ємкостями, і нечистоти не викидаються назовні. Екологічні й медичні обстеження виявили, що останнім часом, особливо в теплі періоди року, вищеназване забруднення колій нечистотами та продуктами їх розкладу стали причиною захворювань значної кількості пасажирів та працівників залізниць різними хворобами шлунка та легенів.

Досить відчутної екологічної шкоди завдає Дніпру з його водосховищами, Дунаю, Дністру, а також Чорному й Азовському морям водний транспорт, перш за все — від недотримання правил перевезення й перекачування нафтопродуктів, аварій, очищення танків, змивів, через шумо-вібраційні впливи, створення хвиль, що руйнують береги водосховищ тощо.

Все більшою екологічною проблемою міст України, особливо великих і курортних, є проблема очищення різних комунальних відходів — побутових та промислових, перероблення цих відходів. Щорічно у водні об'єкти України скидається близько 4 млрд. м забруднених стоків. Теоретично існуючі методи очищення в змозі очистити стічні води на 95—96 % (хоча й цього недосить), а на практиці це ніколи не досягається, не перевищуючи в кращому разі 70—85 %. Очищення стічних вод до санітарних норм в усьому світі (а у нас тим більше) пов'язане зі значними витратами, тому чекати поліпшення справ у цій галузі найближчим часом надії нема. Частковим виходом є перехід на замкнені водооборотні системи на підприємствах. Найбільше неочищених стічних вод скидають міста Маріуполь (253,8 млн. м³), Дніпропетровськ (188 млн. м³), Запоріжжя (65 млн. м³), Київ (29,0 млн. м³). А в цілому всі великі міста України забруднюють водне середовище, хоч і порівняно менше. Причини все ті ж — застаріле устаткування, а то й відсутність очисних споруд, аварійні скиди (в 1992 р. їх було зафіксовано 263 і більше всього — в Маріуполі).

Останнім часом в Україні активізувались екзогенні геологічні процеси — зсуви, селі, змиви, ерозія поверхні, карстоутворення, яроутворення, засолення ґрунтів, суфозія, спровоковані антропогенною діяльністю (будівництвом різних об'єктів, шляхів, добуванням корисних копалин, підтопленням територій). На окремих ділянках спостерігається активізація цих процесів більше, ніж у 2—3 рази (високі береги водосховищ на Дніпрі, узбережжя Чорного моря в Одеській області, південний берег Криму). На 60 % території України набули розвитку процеси карстоутворення, в тому числі майже в половині випадків проявився відкритий карст (провалля, воронки), особливо в Криму, на Поділлі, в Миколаївській області, де близько до поверхні

залягають вапняки. На 50 % освоєних площ схилів розвиваються зсуви (Крим, Закарпаття, Прикарпаття, Одещина, Харківщина та ін.).

Спеціалістами в зонах активної антропогенної діяльності зафіксовано вже 13,8 тис. зсувних ділянок і 2,5 тис. карстово-суфозійних об'єктів. У Криму, Карпатах, Закарпатті й Прикарпатті на 70 % гірських водозборів і схилів розвинулись селеві процеси. В районах поширення лесових порід (65 % площі України) має місце просідання поверхні через підтоплення лесових ґрунтів (на 42 % площі розвитку лесу), 18 % території України вражено яружною ерозією (Хмельницька, Вінницька, Чернівецька, Одеська, Київська, Черкаська, Кіровоградська області, Крим).

У Поліссі мають місце процеси підтоплення, на півдні України 11—25 % площ угідь терплять від засолення, спричиненого неправильним зрошенням. Антропогенна діяльність вздовж Чорноморського й Азовського узбережжя повсюдно супроводжується активізацією морської абразії берегів.

Майже на 70 % території України значно знизилася сейсмічна стійкість ґрунтів і порід, особливо на півдні, в Донбасі, Прикарпатті, чому сприяла поява тисяч свердловин, шахт, кар'єрів. Неприятлива інженерно-сейсмологічна обстановка і в районі Чорнобильської АЕС, де за рахунок комплексу природних та техногенних факторів зниження сейсмічної стійкості максимальне. Те ж саме характерне й для району Рівненської АЕС, що відбувається за рахунок техногенного карсту й підтоплення. Техногенні фактори в межах зони впливу цих АЕС можуть підсилити землетрус на 1—1,5 бала, тобто довести його силу до 5—7 балів.

При плануванні розвитку господарства України, її рекреаційних зон необхідно враховувати також вплив геоаномальних зон як для здоров'я людей, біот, так і для стійкості фундаментів, схилів, споруд. Геоаномальні зони збігаються із зонами розвитку печер і карстових пустот, розломами в земній корі; для них характерні гравітаційні, теплові, електромагнітні, геохімічні аномалії, активна міграція різних газів і розчинів у земній корі, підвищена сейсмічна активність.

Яскравими ілюстраціями характеристики сучасного екологічного стану України можуть бути ще кілька фактів, узятих з документів Мінприроди та Міністерства охорони здоров'я України. До другої світової війни українське Полісся було одним із екологічно найблагополучніших регіонів Європи, славалося чистими, сповненими життям лісами, річками, чудовими озерами, своїми грибами, ягодами, рибою, звіриною, унікальними представниками флори й фауни, яких немає ніде в світі. Сьогодні Полісся — регіон з найбільш загрозливою екологічною ситуацією в Україні і Європі, де активна вирубка лісів, необґрунтовані обсяги осушення боліт і видобутку торфу, перезабруднення хімічними препаратами сільгоспугідь, промислові забруднення, негативні наслідки розробки гранітних кар'єрів і, нарешті, жорстокий ядерний удар Чорнобильської аварії призвели до критичного екологічного стану. В дуже напруженому екологічному стані перебуває Київське водосховище, донні відклади якого й водні організми перезабруднені радіонуклідами.

Район Донбасу в межах трикутника Донецьк — Луганськ — Рубіжне, де сконцентровані найбрудніші з екологічної точки зору промислові виробництва, шахти, об'єкти енергетики, військові підприємства, досяг стану, коли почалася деградація всіх екосистем місцевих ландшафтів. У Лисичансько-Рубежанському промисловому районі, наприклад, дуже перезабруднені не лише поверхневі, а й підземні води на площі більше 120 км². 1417 териконів постійно отруюють атмосферу шкідливими газами, займаючи до того ж тисячі гектарів родючих земель. У річку Самару з шахт Західного Донбасу щорічно скидається близько 20 млн. м високомінералізованих шахтних вод і ще близько 60 млн. м таких же вод з Центрального Донбасу. Мінералізація води в річках Інгул, Самара, Інгулець перевищує природний фон у 10 і більше разів. Лише в р.

Інгулець з регіону Кривбасу щорічно скидається близько 100 млн. м³ брудних стоків. Ці річки забруднюються важкими металами й радіоактивними речовинами (останні надходять з району родовищ уранових руд під Жовтими Водами). Однією з найбрудніших в Україні вважається р. Сіверський Донець.

У річки Сіверський Донець і Дністер щорічно скидається близько 200 млн. м³ пере забруднених стоків. Крім того, Дністер опинився на грані виснаження через непосильні для нього обсяги водозабору для потреб промисловості і меліорації — стік її зменшився з 6 до 3 млн. м³ на рік.

За останні роки в атмосферу України викинуто понад 100 млн. т шкідливих речовин.

Через різке погіршення екологічного стану акваторії у Чорному морі за останні 100 років стадо дельфінів зменшилося з 1 млн. до 80—90 тис.

Дефіцит води в Україні сьогодні становить близько 4 млрд. м³. Практично всі поверхневі, ґрунтові й частково підземні води забруднені промисловими, побутовими, сільськогосподарськими стоками й не відповідають за якістю навіть прийнятним на сьогодні заниженим санітарним нормам. Щороку у водойми України потрапляє близько 5 млн. т солей, 190 млн. м³ гнійних стоків; у Дніпро при цьому скидається близько 1300 млн. м³ брудних стоків. Гострий дефіцит якісних питних вод відчувається вже не лише в містах Криму, Донбасу, в Одесі, Львові, Харкові, а й в Києві, Житомирі, Вінниці, Херсоні, Нікополі, Запоріжжі, Дрогобичі, Білій Церкві та ін. Якість питних підземних вод теж постійно знижується. Найбруднішими річками в Україні вважаються Либідь, що протікає через Київ, і Полтава (Львівська обл.). У р. Либідь, в басейні якої розміщено близько 300 підприємств (з них 100 скидають зовсім неочищені стоки), солей у воді більше, ніж у Дніпрі, в 3 рази, нітратів — у 900 разів вище ГДК, міді — в 50, цинку — в 4, а свинцю (поблизу гирла) міститься 3,5 кг на тонну води (1992 р.). У р. Полтаві у воді зовсім відсутній розчинений кисень, натомість є сірководень. Вміст основних забруднюючих речовин становить відповідно: легкоокисних органічних речовин — 3—22 ГДК, азоту амонійного — 22—35, азоту нітритного — 3—7, нафтопродуктів — 6—13, сполук міді — 9, цинку — 4, марганцю — 9 ГДК. У деякі роки концентрації цих речовин були ще вищими.

Понад 800 сіл України нині втратили власні джерела питної води (воду доводиться завозити чи подавати по трубах здаля). Особливо гостро ця проблема відчувається на Донбасі, Криворіжжі та Дніпропетровщині.

Українські чорноземи раніше склали близько 50 % світового банку чорноземів. Нині надмірною експлуатацією й забрудненнями виведено з ладу близько 60% наших чорноземів; щорічно втрачається близько 100 тис. га родючих ґрунтів, зноситься близько 18 млн. т гумусу, кількість якого у порівнянні з колишньою зменшилась в ґрунтах у 6 разів. Розорані землі в Україні становлять близько 90 % площі степів і лісостепів; але вони вже дуже виснажені, пере забруднені міндобривами та пестицидами.

За останні 100 років антропогенна діяльність завдала великої шкоди тваринному й рослинному світові України. Лише в повоєнні роки в Донеччині та Криму зникло близько 40 видів рослин, в Карпатах — 20. У «Червону книгу» України сьогодні занесено більше 800 видів рослин і тварин, яким серйозно загрожує вимирання або знищення.

На конференції ООН «Навколишнє середовище й розвиток» в Ріо-де-Жанейро Україною підписано Конвенцію щодо збереження біологічної різноманітності. Виконанню вимог цієї Конвенції значною мірою сприятиме Закон України «Про охорону природного навколишнього середовища». Велике значення для збереження біологічної різноманітності матиме прийняття Законів України «Про охорону

тваринного світу» та «Про охорону рослинного світу», а також активність комісії з Червоної книги України. І Охорона окремих видів рослин і тварин — найважливіша складова частина охорони навколишнього середовища. Важко відділити охорону рослин і тварин або, в широкому розумінні, генофонду природної флори й фауни, від проблем охорони довкілля.

Червона книга — це добірка фактів про унікальних мешканців країни, над якими нависла загроза зникнення. У 1980 р. вийшла у світ невеликим тиражем «Червона книга Української РСР», яка містила дані про 85 видів тварин і 151 вид рослин. Протягом наступних років завдяки праці вчених вона була доповнена багатьма відомостями. У 1988 р. з'явився довідник «Редкие и исчезающие растения и животные Украины», в якому розглянуто поширення, чисельність та деякі екологічні особливості набагато більшої кількості рідкісних та зникаючих видів рослин (213) і тварин (131). У довіднику розглянуто також шляхи й форми їх охорони.

При Мінприроди України постійно діє комісія з Червоної , книги, яка, враховуючи пропозиції фахівців, вносить зміни про її неї. Розроблене й затверджене Верховною Радою України Положення про Червону книгу України.

Велике значення для уточнення відомостей, наведених у цій книзі, мають так звані кадастрові роботи, тобто цілеспрямовані дослідження поширення й чисельності окремих видів рослин і тварин. Мінприроди працює над розробкою наукових основ охорони й відтворення рідкісних і зникаючих рослин, а також над створенням комп'ютерної бази даних про види рослин і тварин, які занесені до Червоної книги України.

Сумарні збитки України в 1990 р. за рахунок недобору корисної біомаси (через скорочення сільгоспугідь, зниження врожайності, вирубування й загибель лісів від кислотних дощів, пожеж, радіації) становили, за даними спеціалістів статуправління, близько 7 млрд. крб. (за цінами 1990 р.).

Через переабруднення запаси риби в більшості річок України скоротилися в десятки разів. Значно зменшилось поголів'я й знизилась якість великої рогатої худоби, майже щезло конярство — дуже корисна галузь господарства.

Сьогодні в Україні швидко розвивається демографічна криза. Починаючи з 1991 р., в Україні спостерігається від'ємний приріст населення. У 1993—1994 рр. смертність перевищувала народжуваність на кілька сотень тисяч чоловік. Смертність дітей у нас одна з найвищих у світі; 12—13 % шлюбів бездітні, на 38 % зросла захворюваність онкологічними хворобами, у 2 рази збільшилась кількість психічних розладів, у 2—2,5 рази зросли захворювання на виразку шлунку, бронхіальну астму, серцево-судинні та алергічні хвороби. Медичні статистичні дані 1992—1993 рр. свідчать, що з кількох мільйонів обстежених жителів України хворих серед дорослого населення в середньому близько 70 %, серед дітей — 60 %, а серйозно хворих — відповідно 30 і 50 %.

Медико-генетичними дослідженнями встановлено, що від тривалого забруднення природного середовища в апараті спадковості людини поступово накопичуються негативні генетичні зміни. Відомо, що коли ці зміни досягають 30 %, згідно з біологічними законами нація починає зникати. А в Донецько-Придніпровському регіоні цей показник вже досяг рівня 19—24 %.

При забрудненнях атмосфери, що перевищують норму в 1,2—1,5 рази, починаються імунні захворювання організму, а в Україні сьогодні діє близько 1700 шкідливих забруднювачів атмосфери, з них 1000 особливо небезпечних хімічних підприємств. Через вказані вище причини середня тривалість життя жителів України знизилася в середньому до 60 років у чоловіків і 75 років у жінок. Серед випускників київських шкіл лише 5—8 % вважаються сьогодні здоровими.

2. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ

Як вже згадувалось в попередніх розділах, у 1991 р. Верховна Рада оголосила всю територію України зоною екологічного лиха. За два роки до цього спеціалістами-географами Української Академії наук була вперше розроблена й складена карта стану навколишнього середовища України за окремими компонентами природи.

Ця карта аргументовано підтверджує той факт, що дійсно територія всієї нашої держави, за винятком окремих невеликих районів в межах Карпат, Центрального Поділля, Полтавщини й Східної Вінниччини, характеризується як забруднена й дуже забруднена, а 15 % цієї території віднесено до категорії «надзвичайно забруднені регіони з посиленням ризику для здоров'я людей і регіони екологічної катастрофи». У ці 15 % входять тридцятикілометрова зона Чорнобильської атомної електростанції, південь Херсонської області, зона, обмежена лінією Дніпропетровськ — Кіровоград — Кривий Ріг — Нікополь — Запоріжжя — Дніпропетровськ, а також район Донбасу.

Вирішення проблеми поліпшення екологічного стану території України у першу чергу слід починати з впровадження системи природоохоронних заходів у тих регіонах, де сьогодні екологічна ситуація найбільш напружена і які мають найбільше соціально-економічне значення для нашої держави.

Такими регіонами уряд визнав Донецько-придніпровський, Поліський, Карпатський та Азово-Чорноморський з річкою Дніпром.

Наведемо їх коротку екологічну характеристику.

2.1. Екологічні проблеми найбільших рік, Чорного та Азовського морів

Ці проблеми належать до найпекучіших. Дніпро і Дністер — головні водні, життєдайні артерії нашої держави, в басейнах яких проживає майже 80 % населення.

Колись Дніпро — одна з найбільших рік Європи — був чистоводним, зі стабільною екосистемою, що нормально функціонувала тисячоліттями, мала велику біологічну продуктивність, годувала й поїла мільйони людей, що жили в його басейні.

Сьогодні ж через грубі порушення людиною протягом останніх десятиліть всіх правил і принципів раціонального природокористування екосистема Дніпра цілком деградована, порушені всі вертикальні й горизонтальні зв'язки між біотичними і абіотичними елементами. Основними причинами кризової ситуації, що склалася, є: будівництво на Дніпрі каскаду водосховищ, які повністю змінили динаміку стоку; великомасштабні меліорації будівництво ряду великих промислових комплексів у басейні величезні об'єми водовідбору для промисловості й зрошення надзвичайно сильні забруднення. З таких же причин деградувала й екосистема р. Дністра, де також вимерли цінні риби, на дні акумулюється велика кількість теригенних відкладів, важких металів, радіонуклідів, гумусових речовин, еродують береги.

З Дніпра для потреб промисловості й сільського господарства щорічно відбирають близько 15 млрд. м³ води, а в атмосферу басейну Дніпра викидається близько 10 млн. т газо-пилових забруднень. Щорічно з різними стоками (дощовими й талими водами) в Дніпро і водосховища потрапляє близько 500 тис. т азотних сполук, 40 тис. т фосфорних, 20 тис. т калійних, 1 тис. т заліза, 40 т нікелю, 2 т цинку, 1 т міді, 0,5 т хрому. В басейні Славутича діють сім АЕС!

Штучно річковий режим Дніпра трансформовано в озерний, водообмін різко уповільнився, створились зони застою (замору), почастишали явища евтрофікації. Крім того, водосховища значно погіршили доквілля (піднявся рівень ґрунтових вод далеко від берегів, посилюється засолення ґрунтів, майже в 10 разів збільшився об'єм

підземного стоку, а разом з цим значно збільшилося забруднення підземних вод, особливо в нижній частині басейну; змінився водно-сольовий режим ґрунтів у зонах іригації, знизився вміст гумусу; посилилася ерозія берегової зони). Такі ж негативні явища характерні й для басейну Дністра. Великої шкоди водам його басейну завдають дуже брудні (пестициди, нітрати) стоки з полів, викиди таких концернів, як «Хлорвініл» (м. Калуш), «Укрцемент» (м. Кам'янець-Подільський), «Укрнафтохім» (м. Надвірне), Бурштинська ДРЕС та ін.

Дуже небезпечним явищем є постійне підвищення радіаційної забрудненості донних відкладів Дніпра, особливо Київського водосховища, а також швидке накопичення в мулах Дніпродзержинського й Дніпропетровського водосховищ великих кількостей заліза, ціанідів, хлоридів, хрому, міді, кобальту, свинцю, цинку, кадмію, фенолів, нафтопродуктів.

Втрати від затоплення чорноземів Дніпровських заплав, як підраховали, становлять до 18 млрд. крб. щорічно, а прибуток від всіх шести ГЕС на Дніпрі дорівнює 25—28 млн. крб. на рік (у цінах 1990 р.). Загинули не тільки заплавні зообіоценози, Дніпро втратив можливості самоочищення.

Наша красуня Десна теж потребує термінової й серйозної допомоги, бо її чисті і цілющі колись води сьогодні вже не відповідають навіть третій категорії джерел питної води і забруднюються все більше. Найголовнішу роль у цьому відіграє Шосткинський хімкомбінат, промпідприємства Чернігова й Сум, Смоленська й Курська АЕС.

У дуже тяжкому екологічному стані перебуває Азовське море, без перебільшення, це — зона екологічної катастрофи. Якихось 40—50 років тому в ньому виловлювали риби в 35 разів більше, ніж в Чорному морі, в 12 разів більше, ніж в Балтійському. У басейні раніше водилося 114 видів риб і загальний вилов у кращі роки перевищував 300 тис. т на рік. З них більша частина — цінні породи. Сьогодні ж вилови риби впали в шість разів, а та риба, що виловлюється, забруднена отрутохімікатами настільки, що споживати її небезпечно.

Як і деснянські води, води Азову колись славилися цілющими якостями, але в результаті антропогенних забруднень у 1987 р. концентрація в них тільки пестицидів зросла в 20 разів. Сьогодні в донних відкладах моря вміст отрутохімікатів, важких металів набагато перевищує норми.

До головних причин загибелі Азова можна віднести:

- ✓ хижацький вилов риби Мінрибгоспом, який розпочався з 50-х років методом потужного океанічного лову за допомогою величезних тралів, кошелів, механічних драг, замість віковично традиційних невеликих сіток, особливих снастей, невеликих баркасів, розрахованих на глибини моря 5—8 м;
- ✓ будівництво гребель і водосховищ на основних, живлячих море ріках (Дон, Кубань), перетворення цих водосховищ у гігантські промислові відстійники; інтенсивне впровадження в сусідніх регіонах — басейнах стоку в море зрошуваного землеробства і рисосіяння замість традиційних культур (що призвело до інтенсивної хімізації, забруднення ґрунтів, вод, засолення, значного зменшення стоку річок Дон, Кубань);
- ✓ збільшення брудних викидів хімічної й металургійної промисловості (Маріуполь, Ростов, Таганрог, Камиш-Бурун); тільки Маріуполь «постачає» докільню близько 800 тис. т токсикантів на рік;
- ✓ інтенсивне будівництво на узбережжі та косах моря численних пансіонатів і баз відпочинку, що негайно призвело до активного зростання побутових відходів, каналізаційних стоків у море;

- ✓ неконтрольоване, лавиноподібне зростання зливу пестицидів у море з прилеглих сільськогосподарських масивів та перенесення їх ріками Доном і Кубанню зі своїх басейнів.

Екологічна ситуація в басейні Чорного моря не набагато краща. Покищо його рятують розміри й глибина. Як згадувалось вище, і в цей басейн води Дніпра, Південного Бугу, Дністра, Дунаю щорічно виносять мільйони кубометрів стоків, забруднених десятками токсикантів. Мають місце величезні об'єми забруднень шельфових зон побутовими, каналізаційними стоками, пов'язаними з індустрією туризму і рекреації. Через це в останні роки десятки разів закривалися пляжі Ялти, Феодосії, Євпаторії, Алушти, Одеси. Саме внаслідок великих об'ємів брудного теригенного зносу в прибережних районах північно-західної частини Чорного моря все частіше трапляються зони замору. У цьому ж регіоні в зв'язку з розвитком розробки підводних нафто-газових родовищ почалося все більш активне забруднення води нафтопродуктами.

В останні роки значно підвищився в водах моря і донних відкладах вміст радіонуклідів. Через порушення регіонального гідродинамічного, гідрохімічного й теплового балансу водних мас моря поступово піднімається межа насичених сірководнем глибинних вод моря, і тепер вона вже досягла глибин 80—110 м (раніше була на глибинах 150—200 м).

Різко погіршилася ситуація в Дніпровсько-Бузькому й Дністровському лиманах, у Каламійській і Каркінітській затоках, зовсім кризовою стала в Сасикському водосховищі. Велику небезпеку являють собою припортові потужні заводи і Південний порт біля Одеси, де виробляються й концентруються великі об'єми рідкого аміаку, функціонує потужний аміакопровід Одеса — Тольятті. Ця дуже отруйна речовина перевозиться танкерами ємкістю до 50—120 тис. т. Аварія на заводі, в порту чи на такому танкері призведе до дуже тяжких екологічних і економічних наслідків.

Як вже згадувалося, до всіх інших екологічних лих водних екосистем України з травня 1986 р. додалася ще одна — все більше забруднення радіонуклідами вод Дніпровського басейну і морів.

Порятуюнок Дніпра можливий лише за умови прийняття й реалізації комплексної програми національного рівня, обов'язковою складовою якої має бути система заходів для екологічного оздоровлення й відтворення малих річок, а також співробітництво з Росією і Беларуссю в цих питаннях.

Необхідно також щонайшвидше розробити концепцію розвитку водного господарства України на майбутнє десятиліття, виконати водогосподарське екологічне районування басейнів річок України.

2.2. Донецько-Придніпровський регіон

Займає близько 19 % території України, де проживає 28 % її населення. У цьому регіоні розміщено близько 5 тис. підприємств, серед яких — потужні гіганти металургії, хімії, енергетики, машинобудування, гірничорудної, вугільної та інших галузей промисловості. Це район інтенсивного ведення сільського господарства, у зв'язку з чим розораність території становить 70,4 %, а 71 % земель опинилися в деградованому стані. Ґрунти пере-забруднені не лише пестицидами й мінеральними добривами, але й важкими металами, особливо навколо всіх міст, у радіусі від 1—2 до 20—25 км.

Від підприємств цього регіону в атмосферне повітря потрапляє понад 70 % загального обсягу викидів окисів вуглецю й азоту, сірчаного ангідриду, вуглеводнів в Україні. Протягом тривалого часу не розв'язується проблема утилізації промислових відходів, котрих у регіоні накопичилося понад 10 млрд. т. Майже повністю вичерпаний ресурс устаткування на заводах і фабриках (основні фонди підприємств зношені на 70 %), тому аварії на виробництві все частішають. Як правило, наслідком їх є шкода довкіллю, часто — досить значна. В більшості підприємств або відсутні, або не працюють очисні споруди, нові ресурсозберігаючі технології практично ніде не впроваджуються через нестачу коштів.

Найзабрудненішими містами регіону протягом останніх п'яти років залишаються Донецьк, Макіївка, Горлівка, Дніпропетровськ, Єнакієве, Кривий Ріг, Алчевськ, Держинськ (Донецька обл.), Краматорськ, Луганськ, Запоріжжя, Маріуполь.

Детальніше об'єктна інформація про обсяги забруднень довкілля регіону наведена у розділі 1.3.

Стан природного середовища регіону можна без перебільшення назвати кризовим. Він вимагає негайного вжиття комплексу природоохоронних заходів, модернізації промисловості, рекреаційних і рекультивацийних заходів, переорієнтації на ресурсо- й енергозберігаючі технології. Необхідно негайно приступити до утилізації відходів.

2.3. Українське Полісся

Як уже згадувалося в попередніх розділах, цей у недалекому минулому екологічно найчистіший край Європи сьогодні теж потребує природоохоронних заходів і зміни регіональної екополітики.

У регіоні переважає сільськогосподарський напрям, що базується на використанні переважно осушених земель, хоча окремі райони, де розвинуто видобування корисних копалин (граніти, піски, нафта та газ, торф), терплять від значного негативного впливу гірничодобувної промисловості. Особливої шкоди природі завдають сотні кар'єрів, що спричиняють дренавання ґрунтових вод, знищення великих площ ґрунтів, забруднення довкілля нафтопродуктами та газопиловими продуктами вибухових робіт.

Великої шкоди Полісся завдали науково необґрунтовані меліорації, осушення боліт, які відігравали колись дуже важливу гідрологічну роль регуляторів річкового стоку на значних територіях. Інтенсивне осушування тут розпочалося з 1966 р. Спочатку за рахунок знищених боліт площа сільськогосподарських угідь збільшилась на 1,6 млн. га, але до 1992 р. площа дефляційно небезпечних, кислих та змитих ґрунтів досягла відповідно 24,4 %, 47,1 % та 17,7 % загальної площі сільськогосподарських угідь.

Рівень ґрунтових вод знизився в середньому на 1,8—1,0 м, близько 50 % малих річок стали жертвами незворотних змін режиму стоку, в них значно погіршилися екологічні умови й зменшилась кількість риби та інших гідробіонтів.

Порушилися умови відтворення дикої флори й фауни, різко зменшились площі та кількість болотних видів рослин і тварин, триває винищення лісів.

Страшного удару екосистемам Полісся завдала, як вже згадувалося, Чорнобильська катастрофа (детальніше див. частина 1, розділ 4).

Останнім часом Західному Полісся, перлині Полісся України — Шацькому національному парку стала загрожувати нова небезпека. У Білорусі в 15 км північніше парку розпочались роботи по спорудженню величезного Малоритського комбінату будівельних матеріалів. Один з його об'єктів — кар'єр глибиною 35 м — викличе загибель низки чудових озер цього краю, у тому числі найбільшого озера України — Світязя (глибина 60 м) і завдасть непоправної шкоди національному парку.

Українське Полісся також потребує уваги, розробки програми екологічного оздоровлення й відтворення. Адже це разом з Карпатами — легені України.

2.4. Українські Карпати

Українські Карпати — не лише один з наймальовничіших куточків України, це також регіон дуже важливого екологічного значення, один з найцінніших східноєвропейських оздоровчо-рекреаційних об'єктів, зона цінних лісових масивів, що очищають повітряний басейн над значною частиною Східної Європи, вони є «легенями Європи».

Карпати містять третину лісових запасів України, лісистість цієї території — одна з найвищих в Україні (53,5

%). Тут ростуть 2110 видів квіткових рослин (50 % фітофонду України), багато цінних видів дерев і лікарських рослин.

Проте протягом останніх десятиліть Карпати зазнають все більших втрат від людської діяльності. Карпатські ліси перебувають під загрозою знищення не лише від лісорозробок, порушення ґрунтового й рослинного покриву, перевипасу на більшості полонин, але й від хімічного переабруднення, кислотних дощів, що надходять як зі сходу, так і з заходу, від великих промислових центрів (Калуш, Стебник, Надвірна, Новий Роздол, Дрогобич, Бурштин, об'єкти Чехії, Словачії та Румунії).

Збереженню біорізноманіття Карпат належить велике значення. Структурні зміни в економіці регіону мають передбачити підвищення рекреаційного значення Українських Карпат для населення не лише України, а й Центральної та Східної Європи, зменшення техногенного навантаження. Виняткове значення при цьому надається співробітництву всіх країн карпатського регіону.

Досить перспективним є розвиток туризму в Карпатському регіоні, але туризму цивілізованого, з урахуванням екологічної витривалості рекреаційних зон і заповідних територій.

3 НАСЛІДКИ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ

Розвиткові екологічної кризи сприяють також природні екологічні катастрофи. В межах території України фізико-географічні та геолого-тектонічні умови можуть сприяти періодичному виникненню таких природних катастроф, як землетруси (Крим, Карпати — силою до 7—8 балів, решта території — менше, найменше — північно-східні райони); повені (практично на всіх річках, але в першу чергу — в гірських районах); зсуви (узбережжя водосховищ Дніпра, Чорного й Азовського морів); пилові бурі (лісостепові й степові райони); пожежі (полісся й лісостеп), випадання граду або великі снігопади, зливи; селі влітку та снігові лавини взимку (гірські райони); ураганні вітри; засухи. В залежності від природних факторів, які спричиняють катастрофи, останні поділяють на геологічні, гідрологічні, метеорологічні, агрометеорологічні.

Розвиток природних катастроф активізується людською діяльністю. Так, саме через вирубку лісів у Карпатах значно почастишали катастрофічні повені, селі, снігові лавини, зсуви.

За останні десятиліття в Україні мали місце всі перелічені вище природні катастрофічні явища: землетруси 1977 і 1984 р., пилові бурі 1961 р., потужні повені на Дністрі в 80-х роках, численні великі зсуви, селі чи осипи в Карпатах, Криму (майже кожні 3—4 роки), що завдавали великих збитків народному господарству, а іноді призводили й до людських втрат.

Кілька прикладів можна навести з найближчих часів. Повінь на р. Уж восени 1992 р. завдала збитків майже на 4 млрд. крб. Внаслідок сильних дощів 1992 р. в Карпатах рівень води в річках піднявся на 3—5 м, була підтоплена велика площа сільгоспугідь, господарські об'єкти, кілька сіл, частини міст Мукачеве й Сваляви, Ужгорода, розмито кілька автодоріг, порушено електропостачання низки сіл. У вересні від сильних дощів розлилася повінь у Тернопільській області, в результаті якої загинуло 6 чоловік, заподіяні збитки енергетиці, об'єктам зв'язку, сільському господарству.

Внаслідок снігопадів і сильних хуртовин у 1992 р. в Криму було пошкоджено близько 3000 житлових та 150 виробничих приміщень. У цьому ж році великих збитків (близько 2,5 млрд. крб.) господарству завдали ураганні вітри зі швидкістю 25—34 м/с, місцями 38—40 м/с. У 1992 р. лютували сильні шторми на узбережжі південного Криму. 15 листопада сильні вітри зруйнували в Ялті пірс вантажного порту, портові будівлі. В море злило цистерни з паливом, затонуло вісім малих суден, а великі судна дістали пошкодження. Зірвало дахи з будинків, були людські жертви. Збитки склали близько 10 млн. крб.

У 1992 р. сталося 58—69 пожеж (переважно антропогенного походження), у результаті яких знищено 1929 га лісу.

Прискорюють розвиток негативної екологічної ситуації і такі явища, як техногенні аварії та антропогенні катастрофи. У всіх галузях діяльності 1991—1992 рр. їх сталося сотні й число їх дедалі збільшується.

За останні 30—40 років, крім аварії на ЧАЕС, найбільш відомими за обсягами завданих збитків були потужний сель у Бабиному Яру в Києві в березні 1961 р. внаслідок прориву дамби технічного резервуару

цегляного заводу (великі матеріальні втрати, кілька сотень людських жертв), пожежі на нафтових свердловинах в Шебелинці (Полтавщина) і в Угорському (Передкарпаття), в 70-х роках аварії на нафто- і газопроводах, аварії на нафтогазовій платформі в Азовському морі, на очисних спорудах Калуського калійного комбінату

(теж 70-ті роки) завдали не тільки економічних, але й екологічних збитків, викликавши загибель біоти на великих площах в Азовському морі і в басейні Дністра.

З техногенних аварій найближчого часу можна назвати аварію на Київській насосній каналізаційній станції у вересні 1993 р., коли вийшли з ладу кілька потужних насосів, і в Дніпро протягом більш як тижня щоденно зливалося майже 1,5 млн. м фекальних стоків; аварія на Кременецькій райагробазі в 1992 р., коли в ґрунт вилилося близько 14 тис. кг соляру, нафтопродукти забруднили р. Ікву аж до м. Дубно, риборозвідні ставки с. Берег; диверсія на нафтобазі м. Світловодська Кіровоградської області (вилито понад 200 т пального); аварія на ТЕЦ в Чернігові в 1992 р. (вилит мазуту — близько 300 т).

Влітку 1992 р. внаслідок переповнення каналізаційних ємкостей курортних міст Криму трапився масовий вилит нечистот на пляжі Ялти, Алушта, Судака, Сак, Керчі, Феодосії, внаслідок чого пляжі цих міст було закрито на два місяці.

Крім названих, тільки в 1992—1993 рр. в Україні трапилися ще десятки дрібніших аварій на промислових підприємствах, десятки — в інших сферах виробництва. Цей тривожний фактор необхідно обов'язково врахувати, ретельно аналізувати причини як техногенних, так і природних екологічних катастроф та аварій і вжити заходів для їх попередження, відвернення або зведення негативних наслідків до мінімуму.

4. НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

На чорнобильській техногенній аварії, яка стала аварією глобального масштабу, необхідно акцентувати дещо більшу увагу.

Як сьогодні стало відомо з численних фактів вченим-природничникам, ще жодна катастрофа ХХ ст. не мала таких тяжких екологічних наслідків, як Чорнобильська. Це трагедія не регіонального, не національного, а глобального масштабу. В результаті катастрофи вже загинуло багато тисяч чоловік (понад 50 тис. з 100 тис., які брали участь у ліквідації аварії). Колективна доза опромінення сьогодні становить 20 млн. людино-бер тільки в момент ліквідації аварії.

Сильним радіоактивним забрудненням уражено 5 млн. га території України (32 райони шести областей), більша частина яких — сільськогосподарські угіддя, забруднено 1,5 млн. га лісів. Понад 15 тис. людей мешкають в умовах забруднення, яке перевищує 45 Кі на 1 км (за цезієм), 46 тис. — в умовах забруднення від 15 до 45 Кі/км, а ще 150 тис. — від 5 до 15 Кі/км. Ще близько 1,5 млн. чоловік проживає на території, де радіоактивний фон у десятки разів перевищує допустимі норми (Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Чернівецька, Кіровоградська, Івано-Франківська області). Дезактиваційні роботи, на які було в 1986—1989 рр. витрачено мільйони, бажаних результатів не дали.

У водах Дніпра, Прип'яті, Київського водосховища концентрація радіонуклідів і через 6 років після аварії була в 10—100 разів вищою, ніж до аварії, а в донних відкладах, особливо мулових, збагачених органікою, накопичилася величезна кількість радіоактивного бруду. Вважають, що в ґрунті заплави і дна водойм 30-кілометрової зони накопичилося близько 14400 Кі цезію-137, 7360 Кі стронцію-90, 250 Кі плутонію, а в Київському водосховищі назбиралося вже більше 60 млн. т радіоактивного мулу (більше 2000 Кі цезію-137).

Велику небезпеку довкіллю завдають близько 1000 тимчасових могильників навколо АЕС, у яких знаходиться 40 млн. м³ твердих відходів з сумарною радіоактивністю понад 200 тис. Кі, і саркофаг над четвертим блоком, який вибухнув. Там ще зосталася велика кількість радіоактивного бруду потужністю в багато сотень тисяч кюрі, надійність нерозповсюдження якого зовсім не гарантована. Могильники вже сьогодні протікають, саркофаг з роками стає все більше радіоактивним, конструкції його просідають, деформуються.

Вплив Чорнобильської аварії на здоров'я людей дуже значний і буде проблемою не тільки для нас, а й для кількох прийдешніх поколінь. Уже в 1991—1992 рр. в Житомирській і Київській областях, як і в Беларусі, за даними МОЗ України, у жителях забруднених радіонуклідами районів значно збільшилась кількість народження недоношених дітей і калік, кількість тяжких ускладнень вагітності (у 2,5—3 рази), є серйозні генетичні зміни здоров'я. Загрозливо зростають захворювання на рак і смертність.

У 1990 р. експертна комісія при Держплані колишнього СРСР попередньо оцінила збитки від катастрофи на ЧАЕС в 250 млрд. крб. Реальні ж витрати поки що підрахувати важко. Наслідки цього лиха — вічні, глобальні, і тепер можна лише говорити про пристосування біосфери.

5. ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРІОРИТЕТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ДЕРЖАВИ

Аналіз динаміки екологічного стану України за останні п'ять років переконливо показав, що екологічна криза в державі продовжує розростатись, охоплюючи все більші території й поглиблюючися. Цьому сприяють майже повна відсутність асигнувань на серйозні природоохоронні заходи в усіх галузях виробництва; відсутність контролю й практична безкарність природозгубної діяльності; зростання кількості й потужності техногенних аварій через тотальну застарілість обладнання і технологій на виробництвах, а також дуже низька ефективність роботи очисних споруд чи повна її відсутність; відсутність ефективної системи державного контролю за станом довкілля й управління всією природоохоронною діяльністю та банку еколого-територіальних даних; надзвичайно низький рівень екологічної освіти населення.

У зв'язку з великою невизначеністю змін, які відбуватимуться в соціально-політичному житті й економіці України, найближчі кілька років не дадуть будь-яких позитивних зрушень і в екологічному стані держави. Навпаки, навіть якщо найближчим часом вдасться стабілізувати обсяги забруднень довкілля, збільшити кількість і поліпшити якість роботи очисних споруд, пристроїв та устаткування, перейти частково на нові, менш шкідливі довкіллю й здоров'ю людей технології виробництва, економічніше використовувати природні ресурси, все одно деякий період стан екосистем і біоти погіршуватиметься.

Причиною цього є інертність популяційної та медико-біологічної реакції на зміну стану навколишнього середовища (наприклад, наслідки аварії на ЧАЕС будуть позначатися ще десятиліттями, зростання захворювань радіаційного походження практично почалося з 1990 р. і невпинно зростає); кумулятивні процеси накопичення забруднень у природних геосистемах, ефект впливу яких значно більший, ніж невеликі зменшення обсягів забруднень довкілля; продовження значної переваги економічних інтересів над екологічними.

На екологічний стан України найближчим часом негативно впливатимуть також зміни структури палива, майбутня приватизація підприємств (пов'язані з цим ускладнення налагодження ефективних ресурсозберігаючих і природоохоронних технологій), земельних угідь та інших нестійких об'єктів. Можливі як різке погіршення загального екологічного стану держави, так і незворотна екологічна деградація окремих природних об'єктів і районів.

Позитивним фактором є накопичення значного обсягу об'єктивних даних про екологічний стан геосистем України, визначення основних причин і динаміки розвитку екологічної кризи та розробка на базі цього програми заходів щодо вирішення згаданих вище екологічних проблем. Насамперед, це заходи, спрямовані на стабілізацію, а надалі й зменшення забруднень довкілля; припинення деградації природних ландшафтів і їх відновлення; раціональне використання і охорона природних ресурсів.

В умовах особливо небезпечного загострення в 1990—1995 рр. екологічної кризи в Україні і її сьогоденної орієнтації на природоохоронну й ресурсозберігаючу політику та входження в загальноєвропейську й світову систему екологічної безпеки ефективне вирішення численних екологічних проблем має не тільки велике національне, але й міжнародне значення.

Здобуття Україною політичної незалежності дає змогу змінити державну політику природокористування, планувати й розвивати своє господарство у майбутньому так, щоб це не суперечило збереженню й поліпшенню якості довкілля.

Україна має надзвичайно вигідне географічне положення, ще відносно багатий природний, економічний та людський потенціал, значні трудові ресурси, потужні

наукові сили, розвинену транспортну мережу, досить високий рівень виробництва електроенергії. Ці фактори мають сприяти тому, щоб у найближчі роки Україна змогла вийти з надзвичайно тяжкої еколого-економічної кризи і на початку XXI ст. піднятися до рівня розвинених Європейських країн. Складна соціально-політична ситуація перехідного періоду поки що не сприяє цьому, і навіть навпаки поглиблює розвиток негативних екологічних явищ і процесів. Не поліпшує справи й відсутність активно діючих природоохоронних законів, служб і організацій, забезпечених відповідною Сучасною нормативною базою, новими стандартами в галузі охорони довкілля, наділених належним авторитетом, впливом і владою, щоб відстоювати здоров'я людей і довкілля.

Проте є надія, що уряд нової України, усвідомивши пріоритетність вирішення екологічних проблем, розробить згідно з рекомендаціями «Порядку денного на XXI ст.» ефективну програму комплексної політики держави у галузі природокористування й природоохорони і знайде змогу її здійснити. Адже реалізація такої програми — це збереження України й української нації.

До найнеобхідніших термінових заходів для оздоровлення екологічної ситуації в Україні належать такі:

- ✓ активізація екологічної освіти у школах, вузах і екологічного виховання населення за допомогою телебачення, преси, кіно, природоохоронних товариств та ін.;
- ✓ проведення незалежних наукових комплексних екологічних експертиз з метою складання екологічного прогнозу і вироблення рекомендацій локального масштабу (в усіх регіонах силами місцевих екологів);
- ✓ збільшення витрат на охорону природи та прискорення темпів будівництва природоохоронних об'єктів, пристроїв, устаткування;
- ✓ заборона будь-яких відхилень від проектів, на шкоду довкіллю, суворе дотримання рекомендацій ОВОС;
- ✓ негайне створення економічних стимулів для проведення екологічних заходів, як це вже ефективно практикується в США, Німеччині, Японії (заохочення комплексного використання сировини, відходів, вторинної сировини, переходи на маловідходні і безвідходні технології);
- ✓ врахування громадської думки при вирішенні питань будівництва промислових, енергетичних, військових об'єктів тощо;
- ✓ активізація правоохоронних і природоохоронних органів, захист і підвищення прав останніх, перегляд розмірів штрафів і характеру покарань за екологічні злочини у відповідності з діючими на заході нормами (США, Німеччина);
- ✓ активна пропаганда передового екологічного досвіду в центральній і місцевій пресі, по телебаченню.

Запитання й завдання для самоконтролю

1. Назвіть основні прояви екологічної кризи в Україні.
2. Назвіть райони України з найчистішою й найзабрудненішою атмосферою.
3. Які є шляхи поліпшення повітряного середовища в Україні?
4. Які причини виникнення проблеми малих річок України?
5. Чому «цвітуть» водосховища на Дніпрі та які екологічні наслідки це має?
6. Назвіть основні фактори, що призводять до погіршення екологічного стану Чорного й Азовського морів.
7. Назвіть негативні екологічні наслідки меліорацій в Україні.
8. До яких екологічних наслідків призвів розвиток гірничо-видобувної діяльності в Донбасі, Криворіжжі, Нікопольщині?
9. Які екологічні проблеми мають вирішувати агроекологи України?
10. Яку небезпеку для довкілля України створюють тваринницькі суперкомплекси?
11. Якої шкоди природі України завдала військова діяльність на її території?
12. Які структурні зміни слід запровадити в промисловості України для оздоровлення її екологічного стану?
13. Дайте екологічну характеристику транспорту України.
14. У чому полягає небезпека запровадження сільськогосподарських монокультур?
15. Як можна зменшити застосування пестицидів у сільському господарстві України?
16. Що таке біологічні методи боротьби з шкідниками?
17. У чому полягають причини водної і вітрової ерозії ґрунтів України?
18. Яке екологічне значення мають ліси Карпат?
19. Яке екологічне значення мають поліські болота?
20. Які зміни рослинного й тваринного світу України мали місце протягом останніх 100 років?
21. Яке екологічне значення мають заповідники України?
22. Назвіть шляхи виходу з енергетичної кризи в Україні.
23. Дайте екологічну оцінку діяльності ТЕС в Україні.
24. Дайте екологічну оцінку діяльності АЕС в Україні.
25. Який вплив на біосферу має атомна енергетика в Україні?
26. Що таке енергозбереження?
27. Які перспективи використання альтернативних джерел енергетики в Україні?
28. Чи є перспективною для України біоенергетика?
29. Яке значення має урбоекологія для України?
30. Міський хлопчик, приїхавши в гості в село до бабі/сі, розорив гніздо сови. Через рік корова його бабусі стала давати менше молока. Чому?

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

Антропогенний процес — процес, зумовлений діяльністю-людини.

Антропоцентризм — вчення, згідно з яким людина є центром Всесвіту й кінцевою метою світобудови.

Архейська ера, археозой — найдавніша ера геологічної історії Землі (4000— 2600 млн. років тому).

Біота — комплекс живих організмів, що мешкають у певній області поширення.

Гігроскопічність — здатність деяких речовин поглинати рідини й газу.

Глауконіт — мінерал класу силікатів, використовується як калійне добриво.

Гомеостаз — стан динамічної рівноваги основних біологічних властивостей (кровообігу, терморегуляції, дихання тощо) організму чи основних життєво важливих зв'язків (харчових, енергетичних, інформаційних) екосистем.

Далай-лама — титул первосвященника ламаїстської церкви.

Деградація — занепад, поступове зниження якої-небудь якості (наприклад, зниження родючості ґрунту).

Демографія — наука, що вивчає закони народонаселення.

Деструкція — руйнування, порушення нормальної структури чого-небудь.

Дефоліант — речовина, що застосовується для знищення листя рослин.

Дискримінація — обмеження або позбавлення прав певної категорії громадян за расовою чи національною належністю, політичними чи релігійними переконаннями, статтю тощо.

Евтрофікація (або евтрофікація) — підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її забруднення сполуками азоту, фосфору та ін.; супроводжується бурхливим розвитком синьо-зелених водоростей і «цвітінням» водойми.

Екстремальний — крайній (максимальний або мінімальний). Ентропія — в екології необоротне розсіювання енергії екосистемами.

Ерозія ґрунту — руйнування ґрунту водою, вітром або в процесі неправильного обробітку.

Зомбі — людина, яка за допомогою злочинного гіпнотичного впливу чи обробки спеціальними препаратами перетворена на бездумний автомат, слухняного виконавця чужої волі.

Інгібітор — речовина, що сповільнює процеси окислення, полімеризації, біохімічні та фізіологічні реакції.

Кайнозойська ера, кайнозой — остання ера геологічної історії Землі (67 млн. років — до теперішнього часу).

Конверсія — перетворення, зміна одного явища на інше (наприклад, перехід заводу, що випускав озброєння, на мирну продукцію).

Конкреція — мінеральне утворення округлої форми в гірській породі.

Корупція — підкупність, продажність серед державних і політичних діячів, урядовців і службовців державного апарату.

Манкурт — людина, позбавлена пам'яті, здатна лише до найпростіших дій, раб, позбавлений за допомогою спеціальних тортур всіх людських рис (див. повість Ч. Айтматова «Буранний полустанок»).

Мамона — бог наживи у давніх сірійців і халдеїв. Переносно — поклоніння Мамоні — жадоба до наживи, зажерливість.

Мегаліси — найкрупніші сучасні міста з населенням в 10 і більше млн. чоловік (Мехіко, Бомбей, Нью-Йорк та ін.).

Мезозойська ера, мезозой — четверта ера геологічної історії Землі (230— 67 млн. років тому).

Ментальність — спосіб мислення, склад розуму, духовності.

Мицелій — вегетативне тіло гриба, грибниця.

Моніторинг — комплексна система спостережень, оцінки й прогнозу змін стану біосфери або окремих її елементів під впливом людської діяльності чи природних факторів.

Нігілізм — заперечення загальноприйнятих цінностей і ідеалів, моральних норм, культури, традицій.

Палеозойська ера, палеозой — третя ера геологічної історії Землі (570— 230 млн. років тому).

Пестициди — збірна назва хімічних сполук, що застосовуються проти хвороб і шкідників сільськогосподарських рослин і тварин.

Пиретрум — рід рослин сім'ї складноцвітних; з квіток деяких з них (перської ромашки) виготовляють порошок, що вживається для боротьби з шкідливими комахами.

Планктон — сукупність мікроскопічних рослинних і тваринних організмів, що живуть у товщі води й пасивно переносяться течіями.

Плейстоцен — рання епоха останнього, антропогенового періоду геологічної історії Землі, що закінчилася близько 10 тис. років тому.

Популяція — сукупність особин певного виду організмів, що населяють обмежену ділянку природного середовища.

Сель — бурхливий руйнівний потік у руслах гірських річок, який несе з водою багато глини, піску, валунів.

Сидерати — спеціально вирощені рослини, які заорюються в ґрунт як зелене добриво для збагачування його органікою й азотом.

Техносфера — сучасний неприродний стан біосфери, переробленої технічною й технологічною діяльністю людини.

Тотальний — повний, всеосяжний.

Трофічний — пов'язаний з харчуванням.

Універсалізм — вчення, що розглядає людину як невіддільну частку біосфери, Природи, Космосу. Незважаючи на свою високу ступінь біологічної еволюції, людина не має якихось виняткових прав у Природі і її поведінка має узгоджуватись з еволюцією Природи згідно з «золотим правилом»: «Поводься з Природою так, як ти хочеш, щоб вона поводитись з тобою».

Урбанізація — процес зростання кількості та розмірів міст і їх ролі в житті людства.

Фатальний — неминучий, невідворотний, згубний.

Флуктуація — випадкове відхилення якоїсь величини від її середнього значення.

Хромосфера — шар атмосфери Сонця.

Шлам — осад, що утворюється при відстоюванні чи фільтруванні рідин, збагаченні корисних копалин.

Штам — культура мікроорганізмів одного виду, виділена або отримана в лабораторії шляхом селекції.

КОРИСНІ ПРАКТИЧНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПОРАДИ

Шість років засівай землю твою і збирай те, що родить вона, а на сьомий — залиш її в спокої, щоб харчувалися убогі з твого народу, а залишками після них, щоб харчувалися звірі польові; так же роби з виноградником твоїм і оливками твоїми.

Біблія, друга книга Мойсеєва, 23, 10

Вирощуйте кімнатні рослини. Вони здатні протягом 24 год. поглинути до 87 % забруднень з повітря, в тому числі — бензол, трихлоретан, формальдегід та ін.

Заощаджуйте всюди енергію! Пам'ятайте, що одна 100-ватна лампочка дає на 20 % більше світла, ніж дві 60-ватні.

Не забувайте мити віконне скло, особливо восени. Забруднене пилом скло затримує від 10 до 30 % сонячного світла, і ви змушені будете через забруднені шибки взимку довше користуватись штучним освітленням.

Не лінуйтеся здавати паперову макулатуру, не викидайте в сміття і не спалюйте папір. У сухих звалищах папір не розкладається десятиліттями, спалений же папір — черговий внесок у негативні зміни клімату, розвиток парникового ефекту. Вторинна переробка 1 т паперу зберігає близько 30 000 л води і 2,5 м простору на звалищі. Звалища ж сьогодні — наші страшні вороги. Старий папір можна використати і на присадибній ділянці. Подрібнений і внесений в ґрунт, він поліпшує його структуру і сприяє підвищенню врожайності.

Не допускайте у помешканнях несправностей водопровідних кранів. Одна краплина води, що падає з крана за 1 с, перетворюється за рік на 3 т марно витраченої води. А якщо з крана тече цівка води товщиною в сірник, то лише за одну добу це дає втрату 70 відер води.

Не вживайте для прання екологічно шкідливі миючі засоби, перевіряйте, що купуєте, й вибирайте найкращі для довкілля.

Поливайте город, дерева та квіти на дачній ділянці лише вдосвіта і увечері; не поливайте їх в жаркий полудень і у вітряну погоду — це не дасть користі рослинам, а вода даремно випарується.

Не накопичуйте вдома надлишків хімічних препаратів (пральних порошків, фотореактивів, фарб, лаків, ліків тощо), особливо в поганих (пошкоджених, негерметичних) упаковках. Вони небезпечно забруднюють повітря у ваших квартирах, шкодять здоров'ю, а іноді стають причиною нещастя.

Не сидіть перед працюючим телевізором ближче 2 м і довше 4 год. на день, бо це безумовно зашкодить вашому здоров'ю — екран телевізора, особливо кольорового, є слабким джерелом рентгенівського випромінювання.

Не вмикайте магнітофон чи телевізор на повну потужність, особливо у вечірні години — пам'ятайте, що в сусідніх квартирах можуть спочивати стомлені чи хворі люди й маленькі діти.

Якщо вам подобаються живі квіти, вирощуйте їх у себе в помешканні, на балконах, верандах, присадибних ділянках, але не рвіть польових квітів, не топчіть їх ногами, бо це аморально, бо це екологічний злочин проти лісу чи луку, де вони ростуть.

Не спалюйте самі й не дозволяйте спалювати іншим опале з дерев листя ні в садах, ні в парках. Опале листя виконує кілька важливих екологічних функцій: воно, як ковдра, захищає коріння дерев зимою від морозу, а влітку — від спеки, акумулює вологу, слугує притулком для багатьох корисних істот і, розкладаючись, стає добривом для ґрунту. Спалене ж листя — це забруднене повітря, знищене життя на ділянці землі під вогнищем. Виступайте всюди проти спалювання листя, особливо у містах. На дачних ділянках листя й зрізані гілки дерев найкраще скидати в компостні ями.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Андрейцев Ю. І., Пустовойт М. А. Екологічна експертиза, право і практика. К., 1992. 152 с.
- Атлас природных условий и природных ресурсов Украинской ССР. М., 1978. 174 с.
- Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології: 2-е вид. К., 1995. 368 с.
- Братко З. Т., Харченко І. Ю. Гомо сапиєнс проти гомо технократікус. К., 1991. 248 с.
- Будьмо М. І. Еволюція біосфери. Л., 1984. 488 с.
- Буркинський Б. В., Ковалева Н. Г. Економічні проблеми природопольовання. К., 1995. 142 с.
- Вавилов А. М. Екологічні наслідки гонки вооружень. М., 1984. 176 с.
- Владимиров А. М., Ляхин Ю. І., Матвеев Л. Т. і др. Охрана окружающей среды. Л., 1991. 423 с.
- Воронов А. Г. Биогеография с основами экологии. М., 1987. 206 с.
- Григорьев Ал. А. Екологічні уроки прошлого и современности. Л., 1991. 249 с.
- Губський Ю. І., Долго-Сабуров В. В., Храпак В. В. Хімічні катастрофи і екологія. К., 1993. 223 с.
- Дедю І. І. Екологічний енциклопедичний словарь. Кишинев, 1990. 406 с.
- Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л., 1974. 134 с.
- Куценко А. М., Писаренко В. Н. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве. К., 1991. 200 с.
- Лаптев А. А., Приемов С. І., Родичкин І. Д. і др. Охрана и оптимизация окружающей среды. К., 1990. 254 с.
- Малі річки України // За ред. А. В. Яцика. К., 1991. 294 с.
- Маринич А. М., Паламарчук М. М., Гриневецкий В. Г. Конструктивно-географические основы природопольовання в Украинской ССР: Киевское Приднепровье. М., 1990. 440 с.
- Новиков Ю. В. Природа и человек. М., 1991. 222 с.
- Одум Ю. Екологія: В 2 т. М., 1986. Т. 1. 200 с., Т. 2. 220 с.
- Примак А. В. Екологічна ситуація на Україні і її моніторинг: аналіз і перспективи. К., 1990. 44 с.
- Реймерс Н. ф. Природопольовання. М., 1990. 638 с.
- Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В. Биосфера, экология, охрана природы. К., 1987. 523 с.
- Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В., Брайон А. П. Словарь-справочник по экологии. К., 1994. 656 с.
- Червони Книга України. К., 1980. 504 с.
- Юдасин Л. С. Энергетика: проблемы и надежды. М., 1990. 205 с.