

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

Вінницький державний педагогічний університет  
імені Михайла Коцюбинського

Саєнко Т.В., Мудрак О.В., Познанська О.В.

# ***ЕКОЛОГІЯ***

Навчальний посібник

Вінниця  
2011

УДК 574 (075.8)

ББК 28.081я73

С 14

ISBN 978-966-188-017-6

Рецензенти:

**Білявський Г.О.** – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік УЕАН, директор навчально-наукового інституту управління та екологічної безпеки Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України;

**Лукаш О.В.** – доктор біологічних наук, професор кафедри екології та охорони природи Чернігівського національного педагогічного університету імені Тараса Шевченка;

**Петрук В.Г.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету.

**Саєнко Т.В., Мудрак О.В., Познанська О.В.**

Екологія. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. – Вінниця: ТОВ “Вінницька міська друкарня”, 2011. – 180 с.

ISBN 978-966-188-017-6

У навчальному посібнику розглянуто основні закономірності взаємодії суспільства і природи; теоретичні і практичні аспекти екології як науки; сучасну екологічну ситуацію у світі на фоні науково-технічного прогресу, стратегії нового суспільного поступу у контексті екологічного імперативу.

Висвітлено екологічні проблеми України та внесок вітчизняних учених у їх вирішення; подано факти останніх природних і антропогенних катастроф; концептуальні підходи до поступу цивілізації й ноосферогенезу, роль і значення екологічної освіти, зокрема вищої, для збалансованого розвитку. Під кутом зору сучасника розглянуто вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу.

Простота викладу матеріалу, цікаві приклади та ілюстрації значно полегшать засвоєння матеріалу.

Призначений для студентів вищих педагогічних закладів освіти, викладачів, широкого кола читачів, які цікавляться сучасними екологічними проблемами. Може бути корисний для слухачів іститутів (центрів) підвищення кваліфікації, вчителів, учнів старших класів, усіх, хто небайдужий до стану довкілля та його поліпшення.

© Саєнко Т.В., Мудрак О.В., Познанська О.В., 2011

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ ЕКОЛОГІЇ .....	12
1.1. Становлення екології як науки .....	12
1.2. Джерела загроз для довкілля .....	18
1.3. Методи екологічних досліджень.....	37
1.4. Структура сучасної екології та її взаємозв'язок з іншими науками.....	43
Запитання для самоперевірки .....	55
РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ТА МЕЖІ БІОСФЕРИ .....	56
2.1. Походження та еволюція життя.....	56
2.2. Категорії організмів .....	60
2.3. Середовища існування живих організмів .....	61
2.4. Екологічні чинники середовища, їх класифікація.....	66
2.5. Закономірності впливу чинників середовища на організм (аутекологія)	69
2.6. Екологічна ніша організму .....	74
Запитання для самоперевірки .....	75
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ .....	76
3.1. Екологія популяцій (демекологія) .....	76
3.2. Екологія угруповань (синекологія) .....	79
3.3. Структура екосистем, їх динаміка .....	84
3.4. Класифікація екосистем .....	88
Запитання для самоперевірки .....	93
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ.....	94
4.1. Екологічна криза, її причини і тенденції.....	94
4.2. Вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу.....	99
4.3. Колообіг речовин і енергії в біосфері. Біогеохімічні цикли .....	107
4.4. Природні ресурси біосфери, їх класифікація.....	109
4.5. Антропогенний вплив на біосферу та його наслідки.....	114
Запитання для самоперевірки .....	133
РОЗДІЛ 5. СТРАТЕГІЯ НОВОГО СУСПІЛЬНОГО РОЗВИТКУ У КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО ІМПЕРАТИВУ.....	134
5.1. Концепції та моделі світу майбутнього.....	134
5.2. “Порядок денний на ХХІ століття” – документ Всесвітньої конференції ООН у Ріо-де Жанейро 1992 р. та Національні Плани дій.....	141
5.3. Екологізація свідомості та екологічна освіта для збалансованого розвитку суспільства.....	150
5.4. Екологічні проблеми України та внесок українських вчених у подолання глобальної екологічної кризи.....	156
5.5. Природні й антропогенні екологічні катастрофи сучасності.....	169
Запитання для самоперевірки .....	171
Список використаних інформаційних джерел.....	172
Термінологічний словник.....	173
Екологічний календар.....	189

## ПЕРЕДМОВА

*Стає загально визнаним, що одним  
із найсуттєвіших проявів  
мудрості сучасної людини  
є її екологічна компетентність*

**М.М. Кисельов,**  
український філософ

Основним завданням викладання дисципліни “Екологія” у технічних вищих навчальних закладах (ВНЗ) є формування екологічного світогляду на основі знань, які допоможуть зрозуміти Природу, своє місце в ній, зберегти життя на Землі в ім’я нинішнього й майбутнього поколінь через екологічну виробничу діяльність та особисте життя.

Погіршення стану навколишнього природного середовища викликане способом життя сучасної людини, яка діє за наступними пануючими поглядами: ресурси Землі необмежені, як і життєвий простір, а технології, що розвиваються, ведуть до кращого життя кожного.

Наш сучасник, озброєний технічними і технологічними засобами, може розколоти гори, осушити ріки й затопити долини, перетворити ліси в паперову продукцію, отруїти ґрунти й поля токсичними хімікатами, забруднити повітря парниковими газами й кислотами, ріки – каналізаційними стоками, моря – нафтою. Вона винайшла комп’ютери, здатні робити мільйони обчислень у секунду, запустила у космос кораблі й станції, створила ядерне озброєння. Але для чого? Для того, щоб збільшити обсяг і швидкість проходження природних ресурсів через споживчу економіку на смітник утилю й відходів?

Науково-технічний прогрес, спрямований на поліпшення світу в інтересах людини, поступово приводить нас, замість світу чудес, у світ відходів, а якість життя постійно погіршується. Сьогодні необхідно всю енергію, сили й помисли направляти на охорону й лікування Землі. Для цього потрібно змінити систему поглядів на користь світу, спосіб життя людини – на екологічний.

Формування світогляду, що сприяє збалансованому, гармонійному розвитку, забезпечується проходженням **чотирьох рівнів пізнання Природи й причин виникнення екологічних проблем.**

**На першому рівні** розглядаються забруднення навколишнього середовища, що загрожують здоров’ю й добробуту людини: глобальне потепління, кислотні дощі, руйнування озонового шару, забруднення повітря, води, токсичні відходи, вирубка лісів, зникнення видів, виснаження ресурсів тощо, які передбачається вирішувати за допомогою юридичних, технологічних й економічних методів. Головна роль у розробці та втіленні їх у життя відводиться людині, оскільки панує думка, що окрема людина дуже мало впливає на Природу. Люди часто переконані – екологічні проблеми можна вирішити за допомогою технологій – і не бажають змінювати спосіб життя, не враховуючи того, що мільярди таких впливів разом загрожують існуванню біосфери.

У відповідності із другим законом термодинаміки кожна дія, що виконується нами, навіть природоохоронна, тією чи іншою мірою негативно

впливає на навколишнє середовище. Тому технологічні рішення не можуть подолати всіх проблем забруднення, хоча використання технологій може зробити свій внесок у виконання завдань збереження довкілля.

**На другому рівні** приходиться розуміти, що основною причиною забруднення, деградації природного середовища й виснаження ресурсів планети є перенаселення в країнах, які розвиваються, та переспоживання в промислово розвинених країнах (населення останніх становить 26% від загальної чисельності людей світу, а споживання світових ресурсів ними сягає 80%). Відповідь здається очевидною: стабілізація чисельності населення й скорочення споживання матеріальних і енергетичних ресурсів у розвинених країнах. Але вирішення цих проблем неможливе без реформування суспільства, підвищення екологічної свідомості, мислення, культури відновлення дикої Природи. Заповідних територій ще занадто мало, а покращення порушених відбувається надто повільно. При марнотратному використанні ресурсів людина продовжує вважати себе вище Природи й інших видів.

**На третьому рівні** пізнання головною метою розвитку стає використання сучасних технологій, економічних і політичних систем для контролю росту населення, забруднення й виснаження ресурсів, запобігання перевантаженню природних екосистем шляхом перетворення великих промислових комплексів у “постіндустріальні” високотехнологічні суспільства. Надії покладають на створення систем, подібних до космічного корабля, управляти якими будуть комп'ютери, що одночасно контролюють забруднення, виробництво достатньої кількості продовольства, видобуток мінеральних ресурсів, енергії тощо. Якщо Земля виявиться перенаселеною, то частина людей буде жити на космічних станціях; виснажаться мінеральні ресурси – їх стануть добувати на інших планетах. За допомогою біотехнологій будуть контролювати еволюцію живих істот і створювати організми, які дадуть більше їжі, очистять воду й повітря, перероблять відходи тощо. Такий погляд на майбутнє – результат зарозумілого відношення до Природи, упевненості в тому, що за допомогою технологій і своєї винахідливості можна створювати штучне навколишнє середовище й нові форми життя з метою уникнути зайвих навантажень на Природу Землі. Але варто враховувати, що життя астронавтів контролюється наземним центром і вони завжди сподіваються повернутися додому. В основу життя такого технологічного середовища закладена одноманітність, регламентація функцій, зниження біорізноманіття. Завдання полягає у тому, щоб навчитися ефективно управляти техногенною біосистемою, адже технології “проникли” у всі сфери життя.

В результаті це також призведе до перевантаження і руйнування природного середовища й виснаження ресурсів. Таке світосприйняття ґрунтується на помилковій упевненості в тому, що ми повністю розуміємо Природу й здатні її відтворити за допомогою техніки.

**Четвертий рівень пізнання** припускає відмову людини від зарозумілого відношення до Природи і визнання центром життєзабезпечення Землю, а не себе. Необхідно налаштуватися на ритми Природи, довіритися їм, усвідомлюючи, що повністю зрозуміти їх неможливо. Ми повинні засвоїти: це ми належимо Землі, а не Земля нам.

### **Новий екологічний світогляд включає ряд основних положень:**

1) всі люди є частинкою – “простими громадянами Природи”; всі живі істоти взаємозалежні й взаємопов’язані; 2) роль людини полягає в розумінні та співробітництві з Природою, а не в її завоюванні, експлуатації; 3) кожна жива істота має право на життя незалежно від її корисності для нас у сьогоднішній чи у майбутньому. Основне завдання полягає в тому, щоб зберегти стабільність і розмаїття систем життєзабезпечення для всіх видів організмів. Питання – кому жити або вмирати – вирішується тільки в процесі еволюції; 4) необхідно захищати дикі екосистеми, а деякі варто повернути до природного стану; 5) люди мають право на захист від небезпечних організмів і можуть вбивати їх лише тоді, коли це життєво необхідно; ніхто не має права робити це для задоволення своїх примх; 6) ресурси Землі обмежені, тому ніхто не має права на безконтрольне використання ресурсів. Треба навчитися відрізняти необмежені запити від необхідних для життя потреб; 7) усе, що мають люди, іде від Сонця й Землі, але Земля без людей може існувати, а люди без неї – ні; 8) всі люди повинні нести персональну відповідальність за збереження Землі: вироблені відходи варто було б складати на власному дворі, тоді кожний зрозумів би необхідність повторного використання й зниження їх кількості.

**Екологічний світогляд**, який має на меті збереження життя на Землі й створення екологічно безпечної економіки, не відкидає технологій. Але останні повинні використовуватися в гуманних цілях охорони всіх форм життя, а не для їх знищення та руйнування. Технології не слід захочувати й розвивати тільки тому, що вони теоретично можливі.

Збереження життя на Землі вимагає участі кожного з нас, і ми повинні це зробити не тому, що цього вимагає Закон, а для того, щоб урятувати себе як вид. Що може кожний із нас?

Відчути себе одним цілим з навколишньою Природою.

Стати екологічно інформованими.

Знайди місце, а це – Батьківщина, яку люблять і будуть оберігати, бо воно є частиною кожного.

Вести простий спосіб життя, обмежити власне споживання й кількість відходів.

Пам’ятати, що навколишнє середовище починається вдома.

Уникати байдужності, песимізму, сліпого технологічного оптимізму, фаталізму.

Брати участь у вирішенні політичних проблем на місцевому і національному рівнях.

Розширювати знання про Природу. Жити за принципом і мислити – глобально, діяти – локально.

Проблеми довкілля обумовлені мільйонами дрібних необдуманих учинків мільярдів людей. виправити ситуацію можуть теж мільйони незначних дій, спрямованих на захист Землі: віддавання переваги вторинному використанню матеріалів, підвищення енергоефективності будинків шляхом утеплення, насадження дерев, створення компостів, вирощення продовольчих культур із застосуванням органічних добрив; користування машиною, яка споживає мало

бензину; почергове використання машин для поїздок на роботу й з роботи; використання міського транспорту або велосипеда; заміна ламп накаливання на лампи денного світла; заощадження електрики й води. Треба писати на обох сторонах аркуша паперу; не викидати одяг на догоду моді; не купувати продукти, упаковані в кілька пакетів. Кожна із цих дій буде проявом екологічного, здорового способу життя і заохотить до нього інших. Все разом приведе до масштабних політичних, економічних, екологічних змін.

**Формування екологічного світогляду, що забезпечить перехід до збалансованого суспільства, неможливе без підвищення освітнього рівня населення.** Китайська мудрість застерігає: “Якщо Ви думаєте на рік уперед – посадіть насіння; якщо Ви думаєте на 10 років наперед – посадіть дерево; якщо Ви думаєте на сотні років уперед – дайте освіту народу”.

Але одного світогляду замало. Не варто очікувати від бідних людей, що перебувають на грані життя й смерті, піклування про довгострокове виживання планети. Коли люди замерзають, а їхні родини голодують, вони рубають і спалюють дерева, надмірно експлуатують пасовища, нещадно нищать екосистеми. Отже, важливою умовою переходу суспільства до збалансованого розвитку є екологізація знань, свідомості, мислення, культури населення, формування екологічно грамотних фахівців будь-якої галузі, особливо техніко-технологічної сфери, обізнаних з екологічними законами, правилами, нормами, системами екологічних стандартів, контролю, експертизи, екологічного менеджменту, аудиту, основами економіки природо-користування та ресурсозбереження. Досягнення такої мети необхідно всім.

### **КОСМІЧНЕ ЗВАЛИЩЕ**

*З дня зародження космонавтики існує проблема космічного сміття. І падіння “Протона”, російської ракети-носія, підняло новий виток обговорень цієї теми. На момент падіння в “Протоні” залишалось близько 218 т 978 кг токсичного палива – гептила. Речовина, що розчинилася в повітрі, утворила отруйну хмару. Подібні викиди сотень тонн отруйного палива – не одиничний випадок. І навіть якщо б старт пройшов успішно, все одно частина шкідливих речовин потрапила б в атмосферу. Так, кожного разу після запуску ракети з Космодрому Байконур над деякими районами Сибіру і Алтаю випадають осадки ракетного палива і уламки стартових двигунів. Якщо ракети “Союз” працюють на порівняно нешкідливій суміші гасу і рідкого кисню, то ракети “Протон” використовують гептил, вдихання парів якого може викликати захворювання крові, печінки і нервової системи. Кількість гептила, що випадає на землю, обчислюється тоннами, а площа забрудненої території складає, за оцінкою незалежних експертів близько 100 млн. га. За даними ВООЗ, “гептил є речовиною першого класу небезпеки і навіть в малих дозах викликає важкі отруєння”.*

*З розвитком космонавтики проблема забруднення довкілля стає дедалі гострішою. Адже навіть те, що долітає до навколоземної орбіти (на щастя, це більшість супутників і ракет) не вічне, і, відслуживши своє, теж повинно кудись падати, загрозово літаючи серед діючих космічних апаратів і згораючи “в цільних шарах атмосфери”. Або не згораючи?*

## ВСТУП

*Людина опинилася за кермом біосфери,  
не знаючи правил навігації...  
Ці правила – екологічні закони світу,  
закони, що керують життям на землі,  
людина відмінити їх не може.  
Вона мусить їм підкоритись, аби вижити.*

### **П. Фарб,**

американський ентомолог, письменник –  
популяризатор науки

Масштаби людської діяльності вражають своїми розмірами. Щороку в промисловості і сільському господарстві: утворюється 2,1 млрд. тонн (т) твердих відходів, серед них 338 млн. т токсичних речовин (загалом нагромаджено 1 млн. м<sup>3</sup> високорадіоактивних відходів, терміново потребують утилізації 256 промислових й 70 науково-дослідних ядерних реакторів); спалюється 5 млрд. т палива; в атмосферу щорічно надходить 32 млрд. т шкідливих викидів: 22 млрд. т CO<sub>2</sub>, 300 млн. т CO, 250 млн. т аерозолів, 150 млн. т SO<sub>2</sub>, 50 млн. т NO<sub>2</sub>, 5 млн. т H<sub>2</sub>S та ін. Кожні 7-10 років подвоюється виробництво електроенергії і лише енергетичні системи щорічно викидають в атмосферу біля 6 млрд. тонн вуглецю – це біля 1 тонни на 1-го мешканця планети. За останні 20 років лісистість планети скоротилась майже вдвічі – з 50 до 25 млн. км<sup>2</sup>. Сьогодні негативно впливають на людину та живі істоти 10 тис. хімічних речовин. Величезної шкоди природі останнім часом завдає автомобільний транспорт, шкідливі продукти вихлопних газів якого в більшості великих міст планети становлять від 45-50 до 80% загального забруднення атмосфери.

**Щорічно від автотранспорту** в атмосферу надходить близько 400 млн. тонн оксиду та діоксиду вуглецю, 100 млн. тонн вуглеводнів, сотні тисяч тонн свинцю, бенз(а)пірену.

**Щорічно спалюються** млрд. тонн вугілля, нафти і більше трильйона кубометрів газу. Саме через людську діяльність на планеті зникло більше 150 видів ссавців. Кожні вісім місяців на Землі назавжди зникає 1 вид ссавців і 1 вид птахів. Через забруднення вод за останні десятиріччя інтенсивність життя в морях, океанах, озерах і водосховищах знизилася більш ніж на 30%. Щороку тільки в прибережні води Світового океану потрапляє 320 млн. тонн заліза, 6,5 млн. тонн фосфору, 2,3 млн. тонн свинцю. Вчені попереджають: якщо не припинити потік забруднюючих речовин у Світовий океан, особливо нафтопродуктів (щорічно на суші під час їх видобування втрачається близько 25 млн. т, в океані – близько 8 млн. т, вміст нафтопродуктів у Севастопольській бухті у 180 разів перевищує ГДК, а Чорноморський флот скидає в море 9 тис. м<sup>3</sup> неочищених стоків за добу), важких металів, радіоактивних відходів, життя в гідросфері найближчим часом стане ще пасивнішим. Почастішали “червоні припливи”, “цвітіння і гниття” води, замор риби, формуються “мертві зони”, гинуть гідробіоти (організми, що живуть у воді).



Щороку близько 25% населення світу, за даними ВООЗ, потрапляє під ризик захворювань, а кожний десятий мешканець планети потерпає від вживання недоброякісної питної води.

Експерти ООН підраховали: кількість людей, які голодують, на планеті, становила: в 1970 р. – 460 млн., у 1990 р. – 550 млн., на початку XXI ст. – 650 млн. Сьогодні на послаблення найгостріших екологічних проблем світу потрібно близько 600 млрд. \$, а на гонку озброєнь щороку витрачається удвічі більше. Учені застерігають: якщо терміново не змінити, або не поліпшити промислові технологічні процеси, порушення хімічної рівноваги в природному середовищі стане незворотним, а кількість оксидів заліза в ґрунтах і водах збільшиться у 2 рази, цинку й свинцю – в 10, ртуті, кадмію, стронцію – в 100, миш'яку – в 250 впродовж 40-50 років. Слід також враховувати здатність біосфери накопичувати отруту: за такої швидкої зміни хімічного стану середовища майже неможливо передбачити глобальні порушення в біосфері.

Страшні наслідки планетарного масштабу мала аварія на ЧАЕС, від якої постраждало біля 5 млн. людей, у т. ч. 2,6 млн. українців. Із 100 тис. осіб, ліквідаторів аварії, 50 тис. уже померло. Територія, забруднена радіонуклідами – 53,5 тис. км<sup>2</sup> і охоплює 32 райони шести областей України. Допомога на дитину, яка постраждала від наслідків Чорнобильської аварії, становить 3,5 гривні (66 центів) на місяць. Більшість ліквідаторів аварії, не одержуючи належної медичної допомоги, не доживають до 40 років. Із 700 млн. доларів, направлених до України за програмою “ЗІР”, лише 10% використані за прямим призначенням – для фінансування робіт на ЧАЕС. Решта – це сплата послуг західних консультантів і проектних робіт, які вони виконують, тобто йде процес перекладання коштів “Великою сімкою” з однієї кишені до іншої. В Україні щорічні бюджетні витрати на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи перевищують 2% від ВВП. Енергетичні компанії спеціально замовчують наслідки аварії з метою запуску в дію нових атомних реакторів для того, щоб отримувати чималі прибутки від продажу електроенергії.

За останні 30 років неефективна політика природокористування призвела до загибелі в Україні близько 20 тис. малих річок (всього їх налічувалось 63 тис.), а ті, що залишилися, вкрай забруднені і деградують. Видобування корисних копалин сприяло руйнації 226 тис. га сільськогосподарських земель України (близько 1% усїєї площі країни), проте щорічно відбувається відчуження ще майже 100 тис. га під нові об'єкти, забудову й сміттєзвалища. Кількість відходів в країні становить понад 35 млрд. т. Із загальної кількості природних ресурсів тільки 5-10% мінеральних використовується для виробництва продукції, 90% – втрачається, накопичуючись у природному середовищі у вигляді відходів, причому кожні 12-15 років кількість відходів подвоюється.

Біля 20 % населення України проживає в зоні функціонування ЛЕП (близько 2% території), тобто у зоні санітарно-недопустимого електромагнітного навантаження. Сьогодні електромагнітна напруга в мегаполісах світу перевищує природний показник у 6-8 тисяч разів. Близько 70 % електроенергії виробляється на ТЕС, розміщених у великих містах і промислових центрах (Бурштинська, Ладжинська), з чим пов'язано забруднення повітря. Значних

збитків завдала сільському господарству України меліорація на півночі країни: осушення боліт, малих річок; а на півдні – зрошення, наслідок якого – вторинне засолення ґрунтів.

Значна індустріалізація, хімізація та урбанізація, з одночасним розвитком стресових ситуацій, призвели до того, що протягом останніх десяти років стан здоров'я жителів України став катастрофічно погіршуватися, оскільки він нерозривно пов'язаний із порушеннями екологічної рівноваги та деградацією довкілля, а адаптація людини та всього живого має певні межі й потребує набагато більшого часу, ніж антропогенні зміни навколишнього середовища. Під серйозною загрозою генофонд нації. За даними статистичних управлінь з 1991 р. рівень смертності населення в країні перевищує рівень народжуваності, а природний приріст населення від'ємний і становить 14%. Кожні три місяці в Україні зникає 2-3 райцентри, тобто помирає 120 тис. людей. Середня тривалість життя жінок в Україні становить 72 роки, чоловіків – 62. Сьогодні в Україні офіційно зареєстровано 1 млн. осіб, які мають онкозахворювання, за рік збільшується кількість людей, що хворіють на туберкульоз (до 40 тис.), серед них 1 тис. медпрацівники. Діти становлять 20% всього населення країни. Їх чисельність з 1990 до 1999 року скоротилася майже на 800 тисяч осіб, а з 1999 року до наших днів – ще на 500 тисяч. Кожна друга дитина в державі народжується з патологіями, кожна шоста – з різним ступенем шизофренії, кожна четверта – ослаблений імунітет, кожна третя потерпає від авітамінозу. За даними Інституту педіатрії, акушерства та гінекології НАМН лише 9,6% всіх дітей цілковито здорові, коли досягають повноліття. Приблизно 12,5% всіх ВІЛ-інфікованих в Україні – діти у віці до 16 років, а кількість немовлят, народжених ВІЛ-інфікованими матерями, становить близько 10 тисяч осіб. Щорічно в Україні реєструють близько 1100 випадків злоякісних пухлин у неповнолітніх. В середньому на 100 тисяч дітей від онкологічних хвороб потерпає 11. Лікарям вдається врятувати лише 40% маленьких пацієнтів. В 11 років українська дитина вперше пробує цигарку, а в 14,5 років на практиці пізнає секс (п'ятеро з тисячі 15-16-річних дівчаток щорічно роблять аборти). 120 тис. дітей віком від 6 до 10 років – бомжі. 14,8 тисяч дітей з різних причин не відвідують школу, переважно це ті, батьки яких зловживають спиртним. 5 млн. українців офіційно працюють за кордоном, серед них 1500 тис. жінок, 74% жінок є годувальницями сімей. Економіко-екологічна ситуація в Україні призвела до того, що кількість населення в державі становить 46,5 млн. осіб, щороку наша українська спільнота скорочується на 600 тис. осіб. За даними вчених 2026 році населення країни буде становити біля 40 млн. людей.

Для оздоровлення нинішнього стану національної економіки потрібно як мінімум понад 50 млрд. \$ інвестицій. Маючи високий потенціал, Україна значно відстає від розвинених країн щодо ефективного використання виробництва. Так, у порівнянні з Францією, ефективність використання основного капіталу в Україні менша в 3 рази, сільгоспугідь – в 11, природних ресурсів – у 15, наукового потенціалу – в 20 разів. Сьогодні середньостатистичний українець споживає продуктів харчування (м'яса, молока, овочів, фруктів тощо) в 1,5-4 рази менше від раціональної норми (40% українських дітей взагалі не має в

щоденному раціоні м'яса і риби, а 46% споживає недостатню кількість свіжих овочів і фруктів). 13 млн. людей в Україні проживають за межею бідності. Згідно моніторингових досліджень Інституту соціології НАН України понад 85% населення держави оцінюють її економічний стан як дуже поганий.

Сучасна суперечлива епоха, що поєднує технічні можливості людини з її залежністю від Природи, поставила перед цивілізованим світом серйозну альтернативу: або треба повністю зруйнувати та змінити існуючу біосферу в техносферу, де все потрібне людині для життя буде вироблятися штучно, або зберегти зв'язки людства з такою біосферою, в якій воно виникло і з якою протягом мільйонів років пов'язане тисячами видимих та невидимих ниточок. Люди ніби забули, що для підтримування існування життя на Землі іншого джерела, крім ресурсів біосфери, немає. Тому вихід із критичної екологічної ситуації, що склалася, повинен бути знайдений лише за умови **екологічно грамотного господарювання, невиснажливого використання природних ресурсів, дотримання принципів “м'якого” управління та екологізації всіх сфер людської діяльності, які не суперечать законом функціонування й розвитку біосфери – нашого спільного дому.**

### *ПОБІЧНІ ЕФЕКТИ ЕКОНОМІЇ*

*Нещодавно ЄС (Європейського Союзу) з помпезністю афішував свій перехід на використання енергозберігаючих ламп, що мають такі переваги: висока світловіддача (лампа 23 Вт дає освітлення, як лампа розжарювання 100 Вт); тривалий термін роботи (6000-10000 годин); енергозберігаючі якості (споживання електроенергії на 80% менше, ніж у звичайної лампи). Експерти ЄС відмічали, що лампи розжарювання мають не виготовлятися і поступово вийти з ужитку. Але мало хто знає про недоліки (доровартість, включаються із затримкою в 3-5 секунд, створюють шум і радіоперешкоди, до кінця служби якість світлового потоку істотно зменшується) і шкідливість нових енергозберігаючих ламп. Ртуть, що міститься в них, може завдати шкоди здоров'ю людини. Зруйнована чи пошкоджена лампа вивільняє пари ртуті, що викликає важке отруєння. Проникнення ртуті в організм людини частіше відбувається саме при вдиханні її парів, що не мають запаху, з подальшим ураженням нервової системи, печінки, нирок, шлунково-кишкового тракту. Кожна люмінесцентна лампа містить 3-5 мл ртуті у вигляді пари. Найбільш небезпечними вважаються органічні сполуки ртуті, яка утворюється після її попадання в довкілля.*

*В країнах Східної Європи практично немає підприємств, які б ефективно утилізували ці лампи. Вже зараз відпрацьовані енергозберігаючі лампи викидаються разом із звичайним сміттям з подальшим розміщенням на полігонах ТПВ. При цьому небезпеку представляє не тільки процес утилізації відпрацьованих ламп, але і приватне неакуратне поводження з ними.*

## РОЗДІЛ 1.

*Занепасти природу не можна.  
Можна лише загинути разом із нею.*

**Жак-Ів Кусто,**  
французький вчений-океанограф

### ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ ЕКОЛОГІЇ.

#### 1.1. Становлення екології як науки.

Вперше термін “*екологія*” був запропонований німецьким вченим природодослідником (зоологом), послідовником Чарльза Дарвіна, його учнем Ернстом Геккелем у 1866 році у праці “Загальна морфологія організмів”. У дослівному перекладі з грецької, термін “екологія” походить від двох слів ойкос, що означає “дім”, “житло”, “місце існування”, “місце перебування”, “помешкання”, “сховище” та логос – вчення (наука). Е. Геккель визначав екологію, як “вчення про баланс між організмом та середовищем”, предметом якого є зв’язки живих істот між собою та з неорганічною природою. Він називав екологію наукою, що вивчає організацію й функціонування надорганізмових систем різних рівнів: видів, популяцій, біоценозів (угруповань), екосистем (біогеоценозів) та біосфери. Е. Геккель дав таке визначення екології – “це пізнання економіки природи, одночасне дослідження всіх взаємовідносин живого з органічними і неорганічними компонентами середовища”. Хоча сам Е. Геккель пізніше надавав перевагу терміну “біоекономія” (чи “економія природи”), коротше і точніше слово “екологія” поширювалося дедалі більше, а в другій половині ХХ ст. стало універсальним заступником цілої низки інших понять. Сьогодні є багато різних визначень екології. Деяка частина науковців у своїх визначеннях наголошує на походженні екології з біології й підкреслює вивчення нею відносин живих істот з довкіллям. Але розвиток екології став такий стрімкий, що невдовзі правильніше буде визначати її як синтез науки про довільні природні сукупності об’єктів та явищ і нових принципів й уявлень про призначення людини та інших організмів й цілі їхньої життєдіяльності. В 1970 р., коли відбулася перша екологічна конференція ООН в Стокгольмі, екологія набула політичного значення, вона стала частиною світової політики. Прикметник “екологічний” вже встиг стати синонімом слів “розумний”, “доцільний”, “правильний”, “раціональний”, “такий, як треба” та інших. “Екологізація” розумової та практичної діяльності людей помітніша в розвинених країнах, але й для всієї Землі вона поглиблюється порівняно швидко, що залишає людству певні надії не лише на фізичне виживання, а й на прогрес і збалансований розвиток.

Сьогодні *екологія* – це комплексна (інтегративна) наука, що вивчає відносини живих організмів та їх угруповань між собою й з навколишнім середовищем з метою збереження біосфери. Залежно від розмірів досліджуваних об’єктів екологію поділяють на *аутекологію* (вивчає окремі особини, організми і середовище їх проживання, аут – зовні, ізольовано). Аутекологія або *екологія особин* – вивчає взаємозв’язки представників виду з навколишнім середовищем. Вона вивчає межі стійкості виду і його ставлення

до дії різних екологічних факторів, а також досліджує дію середовища на морфологію, фізіологію та етологію організмів, розкриває загальні закономірності дії абіотичних і біотичних факторів довкілля на живі організми. Проте такого дослідження недостатньо для того, щоб зрозуміти біологічні особливості виду, прогнозувати його поведінку й чисельність без урахування взаємозв'язків з іншими компонентами системи. Таке комплексне вивчення цілих груп організмів є предметом *синекології* (біотичне угруповання, біогеоценоз чи екосистема та її середовище) *екології угруповань* – вивчає умови формування угруповань та особливості їх формування, функціонування, особливості колообігу речовин та енергії в межах екосистем, встановлює основні закони дії цих явищ і процесів. У 30-х роках сформувалася нова галузь екологічної науки – *популяційна екологія* або *демекологію* (популяція та її середовище), засновником якої став англійський вчений Ч. Елтон у 1927 р. Демекологія – вивчає структуру популяцій, описує коливання їх чисельності в залежності від дії різних екологічних факторів, виявляє причини цих коливань. Пізніше, у 1935 р. англійський вчений А. Тенслі ввів поняття екосистема, а російський вчений В. Сукачов (1942) – біогеоценоз, тому виник новий напрямок досліджень біогеоценологія.

Розвиток екології як науки можна прослідкувати на прикладі визначення терміну. Так, відомий американський вчений Юджин Одум в різний час давав різні визначення екології. *Екологія* – “біологія откружающей среды” (1975). “Экология – междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи” (1980). “Сегодня экология сформировалась в принципиально новую интегральную дисциплину, которая связывает физические и биологические явления и создает мост между естественными и общественными науками” (1986). М. Реймерс (1992) відомий російський вчений дав таке визначення: “сучасна екологія – новий розділ знань, наука про виживання в навколишньому середовищі, фундаментальна основа для природоохоронного і середовищеохоронного знання”. Вона є основна, невід’ємна і абсолютно необхідна. Все інше лише її прикладні сфери. Всі вони мають свої постулати і теоретичні узагальнення, які базуються на екологічному фундаменті. Отже, екологія, яка, за словами М. Реймерса “*виросла із коротких штанців, надітих на неї Е. Геккелем*”, перетворилася у фундаментальну дисципліну, якраз вона має стати джерелом фундаментальних знань [56, 57].

Деякі українські вчені [64] дають таке визначення: *екологія* – це комплексна (інтегративна) наука, яка використовує знання різних природничих, технічних, економічних, гуманітарних і соціальних наук для вивчення взаємозв'язку суспільства і природи, впливу людини на природне середовище з метою збереження й покращення природи і довкілля людини. Проте найбільш вдалим є узагальнене визначення, яке подали вітчизняні вчені [2, 6, 9, 11, 20, 27, 47, 50, 61]: *екологія – це інтегративна наука, яка вивчає взаємозв'язки і взаємозалежність всіх живих організмів і екосистем між собою та навколишнім середовищем з метою збереження біосфери й забезпечення збалансованого розвитку життя на Землі*. Вона є однією з головних фундаментальних

комплексних наук про виживання на нашій планеті, завданням якої є пізнання законів розвитку й функціонування біосфери як цілісної системи.

Дуже часто зустрічається таке визначення: *сучасна екологія* – це нова комплексна наука про виживання в довкіллі, завдання якої – пізнання законів розвитку й функціонування біосфери як цілісної системи під впливом природних й антропогенних факторів, а також визначення шляхів ефективної коеволюції техносфери і біосфери [8]. В наш час екологія стала наукою про: структуру та функцію природи в цілому; біосферу, що вивчає місце людини на нашій планеті; життєве середовище людини; взаємозв'язки і взаємозалежність всього живого між собою та довкіллям.

Як міждисциплінарна наука, екологія потребує знань природничих (біології, географії, хімії, геології, астрономії), технічних (математики, фізики, кібернетики, інформатики), соціальних (культури, етики, естетики, політології, соціології, філософії, демографії, етнології, психології, історії, правознавства) й економічних дисциплін для розуміння загальних закономірностей і глобальних процесів, що відбуваються в природі. Вона з традиційної біоекології виросла в комплексну, складну, багатогранну науку, яка стала лідером сучасного життя, філософією XXI століття, стратегією й тактикою виживання людства. Вона необхідна для розуміння загальних закономірностей природних, техногенних і соціальних глобальних процесів й ролі людини в цьому світі. В сучасних умовах необхідно ліквідувати пропуск у фундаментальній освіті (яким є екологія) з метою підвищення екологічно грамотної поведінки в контексті загальнолюдської культури й цивілізації.

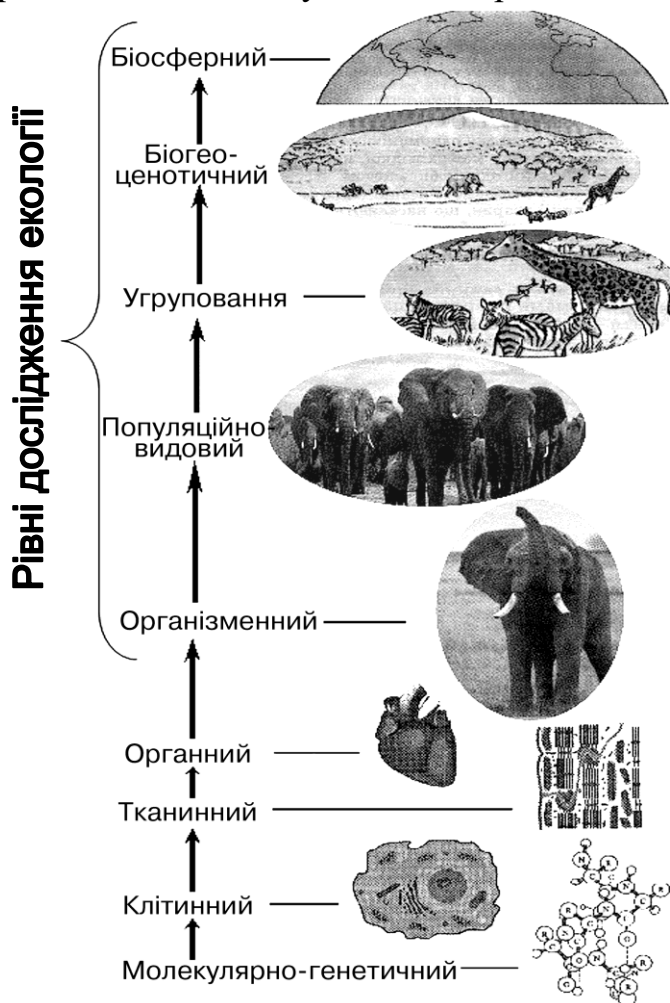
Деякі вчені термін “екологія” ототожнюють з терміном “охорона природи” чи “охорона довкілля”. Цього робити не можна, тому що екологія – це наукова дисципліна, а охорона природи (охорона довкілля) – це комплекс знань і дій, кінцева мета яких – збереження всієї природи Землі й оточення людини заради здоров'я і життя самої людини. Взаємозв'язок природи і людини, в більшості, об'єднують в природоохоронну діяльність – систему заходів, спрямованих на підтримку взаємодії суспільства й природного середовища, що забезпечують збереження, відновлення й збалансоване використання природних ресурсів, попередження антропогенного впливу на природу й здоров'я людини. В західноєвропейських країнах під терміном екологія розуміють таку галузь знань як загальна екологія, а наука, що вивчає діяльність людини в галузі охорони довкілля називається *енвайроментологія* (довкілістика).

**Об'єкт досліджень** – екосистеми (природні, штучні) різних рівнів організації життя планети та їх елементарні функціональні одиниці. Такими екосистемами можуть бути і пенюк з грибами, і краплина води з калюжі, і клумба, і акваріум, і океан, і вся поверхня планети. Угруповання, популяція, організм, орган, тканина, клітина, органелла, ген – головні рівні організації життя. Вони розміщені в ієрархічному порядку, тому взаємодія з середовищем (обмін речовини, енергії та інформації) на кожному рівні зумовлює існування певних структурних й функціональних систем – впорядкованих взаємодіючих і взаємозв'язаних компонентів, які утворюють єдине ціле (рис. 1).

**Предметом досліджень** екології є біосфера, її структурно-функціональна

організація, еволюція, динаміка, тобто процеси утворення, існування й розвитку, а також особливості впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем та біосфери в цілому. Екологія, як *фундаментальна наука*, вивчає екосистеми, утворені угрупованнями різної складності разом із взаємодіючим біотопом, їх складові компоненти, розвиток, динаміку, функції, біомасу, енергетику, трансформацію, класифікацію, а як *функціональна*, вона вивчає: вплив довкілля й окремих його факторів на організми; внутрішньо-видові та міжвидові відносини організмів; становлення морфологічних й фізіологічних особливостей організмів та зміну їх чисельності в залежності від умов середовища існування; морфологічні, фізіологічні (біохімічні) й етологічні адаптації організмів до умов середовища [17, 42, 49, 57]. Отже, екологія вивчає закономірності надорганізованих систем (рівнів живої природи) – видів, популяцій, екосистем й біосфери, а також середовища існування організмів, його види та адаптації організмів до нього.

За М.Ф. Реймерсом *предмет вивчення екології* це: 1) частина біології (біо-екології), яка вивчає відносини організмів (особин, популяцій, біоценозів) між собою та довкіллям, тобто має той предмет вивчення, що його окреслив ще Е. Геккель; 2) дисципліна, яка вивчає загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня. Під ієрархією розуміють розташування елементів, регіонів, систем ступінчастим рядом. На кожному щаблі (або рівні) внаслідок



взаємодії з навколишнім середовищем (енергією та речовиною) виникають характерні функціональні системи; 3) комплексна наука, яка досліджує середовище проживання живих істот, у т. ч. й людини; 4) сфера знань, яка розглядає деяку сукупність предметів і явищ під кутом зору суб'єкта чи об'єкта (здебільшого за участю живого); 5) дослідження становища людини як виду і суспільства в екосфері планети, її зв'язки з екосистемами і розмір впливу на них [20]. Отже, предметом дослідження екології є детальне вивчення за допомогою кількісних методів основ структури й функціонування природних і штучних екосистем, з метою розробки теоретичних основ їх охорони. Тому, будь-яка зміна середовища існування живих організмів є компетенцією екології [9, 64].

Рис. 1. Рівні дослідження екології.

***Основним завданням науки про довкілля є:***

- вивчення закономірностей розвитку екосистем та загального стану сучасної біосфери, умов її формування, особливостей розвитку і причин змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- забезпечення техногенної безпеки біосфери, раціонального використання природних ресурсів у процесі антропогенної діяльності та її вплив на життєздатність природних і штучних екосистем;
- збереження вцілілих та відновлення до рівня природної продуктивності порушених екосистем;
- зменшення антропогенного тиску на біосферу як глобальну екосистему та її збереження для майбутніх поколінь, не порушуючи стійкість динамічної рівноваги в природі;
- вивчення закономірностей формування, існування та функціонування біологічних систем всіх рівнів, регулювання чисельності популяцій;
- встановлення екологічної індикації при визначенні властивостей компонентів ландшафту, визначення механізмів адаптації до середовища;
- прогноз динаміки стану біосфери в часі й просторі, збереження її еталонних ділянок;
- вивчення джерел і типів забруднень довкілля з метою попередження та запобігання їх шкідливому впливу;
- здійснення екологізації всіх видів життєдіяльності людини (навчання, виробництва тощо);
- розробка (з урахуванням основних екологічних законів, правил і принципів) шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи;
- укладання та дотримання міжнародних програм, угод, договорів, протоколів у сфері раціонального природокористування;
- аналіз, моделювання та прогнозування змін довкілля під впливом природних і антропогенних факторів;
- вивчення впливу факторів і компонентів середовища на стан здоров'я й життєдіяльність населення, визначення його соціально-трудового потенціалу;
- постійне проведення екологічного моніторингу атмо-, гідро-, літо- й агросфери та середовища проживання людини;
- збереження здатності біосфери до самоочищення, самовідновлення й саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів, правил, принципів і підходів;
- дотримання стратегії і тактики екологобезпечного розвитку людства, збереження біосфери та життя на Землі.

***Важливими теоретичними завданнями сучасної екології є:***

- впровадження сучасних підходів розробки типологічної й таксономічної класифікації екосистем;
- вивчення структури й метаболізму екосистем усіх таксономічних рівнів й типів, починаючи від мікроекосистем і закінчуючи біосферою включно;
- визначення основних факторів, що забезпечують гомеостаз різнотипних екосистем;



- встановлення основних закономірностей взаємодії екосистем між собою, як суміжних, так і більш віддалених;
- створення наукових засад раціонального використання природних ресурсів, їх охорони, економіки природокористування;
- дослідження різних видів антропогенних навантажень на реакцію різноманітних екосистем і встановлення закономірностей перетворення природних екосистем на антропогенно-природні й антропогенні;
- розробка стратегій збалансованого розвитку;
- розробка ефективних методів екологічного управління.

**Важливими практичними завданнями** сучасної екології є:

- визначення меж допустимого антропогенного навантаження на окремі види й екологічні системи;
- створення штучних екосистем, що відзначаються значною видовою різноманітністю, високою біологічною продуктивністю і значною естетичною привабливістю;
- розробка основних принципів, положень і критеріїв управління антропогенно-природними екосистемами;
- розробка енерго- й ресурсозберігаючих технологій, впровадження системи моніторингу, менеджменту й управління;
- створення всесвітньої ефективної системи збереження біотичного (генетичного) й ландшафтного різноманіття планети.

За **рівнем значення для людства та гостротою проблем** більшість вчених вважає вирішення таких завдань [8, 50]:

- підвищення загального рівня екологічної освіти, культури й свідомості всіх верств населення, формування екологічного типу мислення, створення колективного інтелекту і надзвичайно високої системи інформації;
- стабілізація чисельності населення планети (впровадження еколого-демографічної політики для різних країн), зміна природоспоживацької психології людини (людина не цар природи, а лише її невід’ємна частина);
- вирішення проблеми: парникового ефекту (підписання Кіотського протоколу); кислотних опадів; озонової дири (підписання Віденського й Монреальського протоколу); смогу (Лондонського, Лос-Анджелеського, фотохімічного); явища “ядерної ночі і ядерної зими”; забезпечення людства прісною водою;
- подолання глобальної екологічної кризи;
- знаходження шляхів компромісу між економічними й екологічними інтересами людей;
- “повної” утилізації відходів: промислових, побутових (рекуперація, рециклінг), радіоактивних;
- створення “екологічно чистої” енергетики, перехід на нетрадиційні джерела енергії;
- використання екологічно-обґрунтованих методів і підходів щодо хімізації сільського господарства (поступовий перехід на біологічне й органічне землеробство, впровадження агробіотехнологій);

- запровадження “екологічно чистого” виду транспорту (заміна токсичного палива на екологічно безпечне);
- здійснення екологізації економіки й виробництва;
- проведення демілітаризації, вивільнені кошти направляти на “пом’якшення” екологічних проблем;
- раціональне використання природних ресурсів (керування продукційними процесами), ресурсозбереження й ресурсовідновлення;
- досягнення гармонійних взаємовідносин між суспільством і природою;
- охорона природної біоти планети як на суші, так і в межах Світового океану, збереження і відтворення світового біологічного й ландшафтного різноманіття;
- охорона поверхневих і підземних вод, Світового океану, ґрунтів, лісів;
- вироблення принципів і критеріїв ефективної локальної, регіональної та глобальної екополітики.

Переважає більшість провідних сучасних вітчизняних і зарубіжних вчених (М. Мойсеєв, К. Ситник, Ю. Шеляг-Сосонко, Г. Ягодін, О. Яблоков, Г. Голубєв, В. Горшков, М. Реймерс, О. Лаптев, М. Марфенін, Т. Міллер, Б. Коммонер, Д. Медоуз, Р. Дажо, Г. і Ю. Одум, Ю. Ізраель, М. Будико, В. Крисаченко, В. Данилов-Данильян, К. Лосєв, Н. Воронков, М. Лемешев, Т. Акімова, В. Хаскін, Г. Білявський, В. Некос, О. Созінов, Т. Сафранов, М. Мусієнко, В. Серебряков, В. Шевчук, С. Дорогунцов, В. Трегобчук, О. Адаменко, Г. Рудько, В. Патица, О. Бондар, В. Гуцуляк, М. Гродзінський, М. Клименко, Р. Синельщиков та ін.) вважає, що нині екологія, хоча вона й народилася з біології та базується на ній, покликана вирішувати набагато ширше коло завдань. Під впливом життєвих потреб вона сформувалася у нову дисципліну, яка поєднує природничі, суспільно-політичні, технічні, економічні та юридичні науки. Екологія стала теоретичною основою та науковою базою для розробки питань соціології й раціонального використання її ресурсів, визначення стратегії й тактики гармонізації взаємовідносин людського суспільства та довкілля.

## **1.2. Джерела загроз для довкілля.**

Спеціалісти Організації Об’єднаних Націй (ООН), вчені-екологи відомих міжнародних й національних екологічних і природоохоронних організацій, члени Римського клубу прийшли до висновку, що джерелами загроз для довкілля на теперішній час є: 1) різко зростаюча чисельність населення планети (80 млн. людей за 1 рік), її перенаселення, що призводить до дефіциту основних видів ресурсів, які потрібні людині для нормальної життєдіяльності. Наприклад, мільйонне місто за одну лише добу споживає майже 625 тис. т води, 2 тис. т продуктів харчування, 9,5 тис. т пального, а в навколишнє середовище без потрібної очистки й знезаражування надходить до 500 тис. т рідких, 2 тис. т твердих і 950 т газоподібних відходів [50]. За прогнозами експертів, вже через 40-50 років населення планети збільшиться майже в два рази, внутрішній валовий продукт зросте в 22 рази, первинне використання енергії – 12 разів, води – 8, кількість шкідливих викидів – 1,5-2,5 рази, площа

сільськогосподарських земель зменшиться на 50%, а площа земель з природною рослинністю – з 1,8 до 0,8 га на одну людину, тобто всі ресурси фітостроми будуть вичерпані [37]. Цьому сприяють не виділення фінансів на екологізацію виробництва, а глобалізація таких сфер людської діяльності, як наркобізнес, тероризм, витрати на озброєння (військовий бюджет США лише становить 380 млрд. \$), відмивання грошей в офшорних зонах, сума яких складає 1,5 трил. \$ на рік; 2) низька соціально-економічна забезпеченість країн (1 млрд. населення планети тратить щодоби на повсякденні життєві проблеми менше як 1 \$, 1 млрд. – від 2 до 5 \$, 3 млрд. людей – середній клас, на яких тримається малий і середній бізнес), що розвиваються, зростання бідності, голодування, відповідно підвищення агресивності й злочинності. Люди цих країн змушені нераціонально використовувати природні ресурси (продаючи їх за безцінь); 3) поява атомної енергетики, що зумовило людство, в більшості, відмовитись від використання інших джерел енергії (особливо нетрадиційної); 4) занепад людської моралі, культури й свідомості (неграмотність), низький рівень екологічної освіти й етики; 5) погіршення медико-екологічної ситуації, поширення загрозливих людству хвороб: СНІДу (тепер у світі нараховується 50 млн. ВІЛ-інфікованих, 600 чол. захворює по годинно – що на 10% більше, ніж в 2000 р. Серед всіх ВІЛ-інфікованих  $\frac{3}{4}$  знаходиться на Африканському континенті. В Україні офіційно зареєстровано 4 тис. хворих на СНІД та 500 тис. ВІЛ-інфікованих. За даними ВООЗ, зріс рівень наркоманії (річний обіг наркобізнесу становить понад 1 трил. \$); злоякісних пухлин; хвороби Ебола; атипової пневмонії; нових видів грипу (в т. ч. курячого, свинячого); легеневого (в Україні хворіють 700 тис. людей) і кісткового туберкульозу; генетичні, психічні, фізіологічні захворювання, каліцтво і інших; 6) збільшення кількості природних катастроф. Внаслідок повеней, ураганів, землетрусів, пожеж за останні 10 років постраждало близько 100 млн. людей, матеріальні збитки становлять понад 1 трил. \$ (це вартість ВВП України за останні 60 років); 7) деградація природи (знищення біотичного і ландшафтного різноманіття), збільшення кількості антропогенних катастроф; 8) загострення до критичного рівня конфлікту між техносферою і біосферою, внаслідок чого остання втрачає здатність до самоочищення й самовідновлення; 9) створення озброєння нового типу, що може повністю знищити всю біосферу; 10) тероризм (ядерний, хімічний, біологічний), який поширюється з кожним роком [8], геноцид (екоцид); 11) тривалий розвиток сировинно-видобувних галузей; 12) висока питома вага в структурі промисловості ресурсо- та енергоємних технологій; 13) недосконалість правових і економічних механізмів захисту довкілля; 14) недотримання законодавства про охорону довкілля; 15) недостатнє інформування громадськості про екологічний стан середовища.

Сучасна суперечлива епоха, що поєднує технічні можливості людини з її залежністю від природи, поставила перед цивілізованим світом серйозну альтернативу: або ми повинні повністю зруйнувати та корінним чином змінити існуючу біосферу в свого роду техносферу, де все потрібне людині для життя буде вироблятися штучно, або зберегти зв'язки людства з такою біосферою, в якій воно виникло і з якою протягом мільйонів років пов'язане тисячами

видимих та невидимих ниток. Люди ніби забули, що для підтримання існування життя на Землі іншого джерела, крім ресурсів біосфери, немає. Тому вихід із критичної екологічної ситуації, що склалася, повинен бути знайдений лише за умови екологічно грамотного господарювання, невиснажливого використання природних ресурсів, дотримання принципів “м’якого” управління та екологізації всіх сфер людської діяльності, які не суперечать законом функціонування й розвитку біосфери.

Природа – єдина, цілісна й неподільна. Сучасне господарство – результат взаємодії суспільства та Природи. Отже, суспільство, господарство та Природа взаємопов’язані, і цей зв’язок має глобальний характер, а стан і доля кожного із компонентів – взаємозалежні. Проте тисячоліттями людина втручалася в Природу, не піклуючись про збереження рівноваги в ній. Особливо ускладнилися відносини суспільства та Природи в ХХ столітті, коли науково-технічний прогрес різко прискорився, а антропогенний вплив на довкілля значно посилюється (рис. 1).

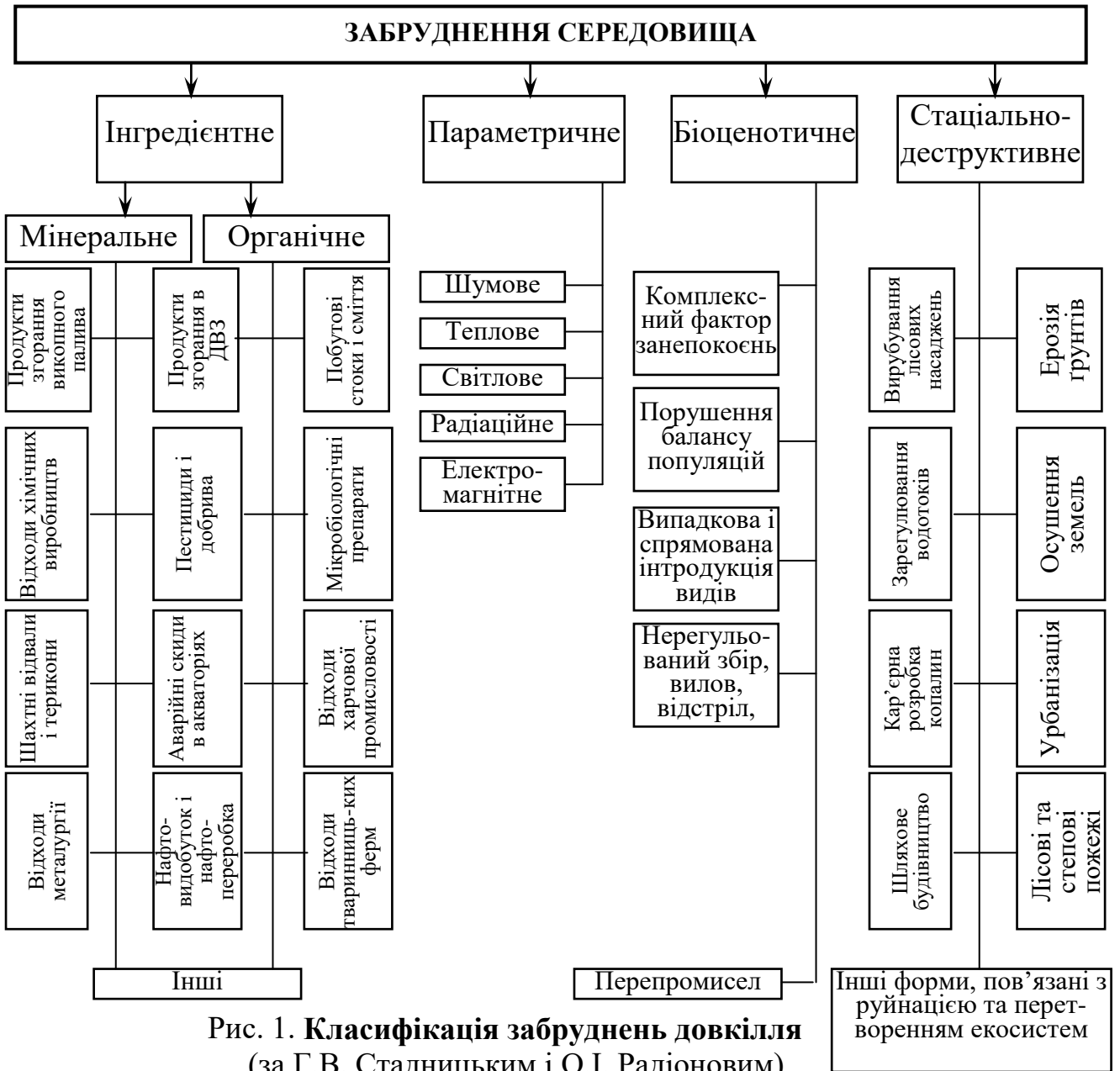


Рис. 1. Класифікація забруднень довкілля (за Г.В. Стадницьким і О.І. Радіоновим)

Це супроводжувалося швидким ростом чисельності населення, інтенсивною індустріалізацією та урбанізацією, що перевищило здатність екосистем до самоочищення, відновлення й саморегулювання.

### **Екологічна проблема № 1**

Забруднення повітря отруйними викидами в атмосферу, які викликають рак, порушують роботу імунної системи, вбивають близько трьох мільйонів осіб на рік. Ситуація катастрофічна, але великі підприємства продовжують працювати і забруднювати наше повітря, що “забезпечує нам дихання, а значить, життя”.

### **Екологічна проблема № 2**

Забруднення води призводить до розмноження малярійних комарів, через що вмирає близько двох мільйонів осіб на рік. Не вистачає чистої води для споживання більше ніж мільярд осіб, а 80% всіх інфекційних захворювань передається через воду. Вода – це життя, а чиста вода – це здоров'я.

### **Екологічна проблема № 3**

Забруднення ґрунту призводить до поглинання людиною шкідливих речовин разом із їжею. Знищення ґрунту (спустелювання, ерозія) зменшують врожай і викликають нестачу продуктів харчування, а значить – голод.

*Якщо більша частина ХХ століття пройшла під знаком ейфорії від технологічних успіхів, то нині більшість людей розуміє, що вони не завойовники, а діти Природи. Можна сказати, що світобачення або світосприйняття вже є не антропоцентричним, як колись, а біоцентричним чи природоцентричним (екоцентричним).*

*У відповідності до змін свідомості людства все частіше акцентується увага на питанні керованої коеволюції Природи та людини, на вивченні законів розвитку біосфери, філософському осмисленні мети існування цивілізації.*

**Ґрунт** – основний компонент наземних екосистем, що утворився протягом геологічних епох в результаті постійної взаємодії біотичних і абіотичних чинників. Як складний біоорганомінеральний комплекс ґрунт є природною основою функціонування екологічних систем біосфери.

Важливою властивістю ґрунтів є їх родючість, завдяки якій вони є основним засобом виробництва в сільському і лісовому господарствах, головним джерелом сільськогосподарської продукції, інших рослинних ресурсів, основою забезпечення добробуту населення. Тому охорона ґрунтів, раціональне їх використання, збереження та підвищення родючості – неодмінна умова подальшого економічного розвитку суспільства.

**Забруднення ґрунту** – це потрапляння у ґрунт різних хімічних речовин, токсикантів, відходів сільського господарства та промислового виробництва, комунально-побутових підприємств у кількостях, що перевищують необхідну концентрацію для участі в біологічному колообігу ґрунтових екологічних систем. Нині кожний мешканець Землі щоденно виробляє в середньому 2-4 кг відходів і сміття, а все населення земної кулі – 8-16 млн. т/добу, або приблизно 3-6 млрд. т/рік. Передбачається, що в найближчий час тверді відходи і викиди від виробництв і споживання досягнуть 15 млрд. т/рік.

Відвали промислових відходів займають значні площі, які непридатні для використання, причому вони бувають розміщені нераціонально, що іноді становить серйозну загрозу для населення.

Теплоенергетичні станції є джерелом забруднення ґрунтів вугільним пилом, золою, димом і деякими токсичними твердими частками, газами ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ), циклічними вуглеводневими, фтористими, миш'яковими сполуками; чорна металургія – рудним і залізистим пилом, оксидами заліза, марганцю, миш'яку, золи, сажі,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , сполуками свинцю; транспорт – вуглеводневими сполуками, натрієм, свинцем, вугільним пилом, золою,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

Ґрунти забруднюються від-працьованими газами тракторів, комбайнів, автомобілів, мастилами і паливом, які витікають з них під час роботи на полях, а також техногенними викидами промислових підприємств – сульфатами, оксидами азоту, важкими металами, радіонуклідами. Безповоротної шкоди завдає ґрунтам відведення сільськогосподарських земель, особливо ріллі, під будівництво фабрик, заводів, електростанцій, відкритих гірничих розробок, доріг та міст, військових полігонів тощо.

Однак найбільшою за масштабами забруднення навколишнього середовища та ґрунтів є аварія, яка сталася на Чорнобильській АЕС 1986 р., що розпочала для людства епоху ядерної біди. Історія ще не знала такої аварії, яка була б настільки згубною за своїми наслідками для довкілля, здоров'я та життя людей. Радіаційне забруднення величезних територій, водоймищ, міст, сіл, вплив радіонуклідів на мільйони людей дозволяє назвати Чорнобильську катастрофу глобальною, а ситуацію – надзвичайною.

### **Забруднення водного середовища.**

У цей час проблема води є дуже актуальна, оскільки люди починають забувати відомий вислів “Вода – це життя”. Без води людина не може прожити більше трьох діб, але, навіть розуміючи всю важливість ролі води в її житті, людина все одно продовжує завдавати шкоди водним об'єктам, безповоротно змінюючи їх природний стан скиданням відходів.

Основна маса води зосереджена в океанах. Вода, що випаровується з його поверхні, дає цілощупу вологу природним і штучним екосистемам суші. Чим ближче район до океану, тим більше там випадає опадів. Суша постійно повертає воду океану, частина води випаровується, частина збирається річками, в які поступають дощові та снігові води. Обмін вологою між океаном і сушею вимагає дуже великої кількості енергії: на це витрачається третина отриманої енергії Сонця.

Цикл води в біосфері до розвитку цивілізації був рівноважним, океан отримував від річок стільки води, скільки витрачав на випаровування. Не змінювався клімат, не міліли річки, не знижувався рівень води в озерах. Із розвитком цивілізації цей цикл почав порушуватися. Через полив сільськогосподарських культур збільшилося випаровування з суші. Річки південних районів обміліли, забруднення океанів і поява на його поверхні нафтових плівок зменшили кількість води, що випаровував океан. Все це погіршило водопостачання біосфери.

Зважаючи на те значення, яке вода має для життєдіяльності людини і всього живого на Землі, можемо стверджувати, що вода – один із найдорогоцінніших скарбів нашої планети.

**Гідросфера Землі** – водне середовище, яке включає поверхневі та підземні води. Перші зосереджені в Світовому океані, що містить близько 91% всієї води на Землі. Поверхня Світового океану (акваторія) складає 361 млн. км<sup>2</sup> і приблизно в 2,04 рази більше площі суші. Якщо розподілити воду рівним шаром, то вона покриє Землю “плівкою” завтовшки в 3000 метрів.

Кількість прісної води складає 6% загального об'єму води на Землі; дуже мала її частка (0,36%) в досяжних для видобутку місцях.

В цей час людство використовує 3,8 тис. км<sup>3</sup> води щороку, причому можна збільшити вжиток максимум до 12 тис. км<sup>3</sup>. При нинішніх темпах зростання вжитку води цього вистачить на найближчих 25-35 років. Викачування ґрунтових вод приводить до осідання ґрунту і будівель (Мехіко, Бангкок) і пониження рівнів підземних вод на десятки метрів.

Кожен житель Землі в середньому споживає 650 м<sup>3</sup> води на рік. Для задоволення фізіологічних потреб достатньо 2,5 літра в день (30 грам на 1 кг ваги тіла), тобто, близько 1 м<sup>3</sup> в рік. У розвинених країнах світу на кожного жителя припадає 200-300 літрів води на добу, в містах – 400-500, у Нью-Йорку – більше 700, Парижі – 500, Лондоні – 300 л. В той час на 60% суходолу не вистачає прісної води. Четверта частина людства (приблизно 1,5 млрд.) відчуває її нестачу, а ще 600 млн. страждають від нестачі і поганої якості питної води, що призводить до шлунково-кишкових захворювань.

Велика кількість води потрібна сільському господарству (69%) для зрошування; 23% вод споживає промисловість; 6% витрачається у побуті.

### **Якість питної води.**

Всесвітня Організація Охорони здоров'я попереджує, що 80% захворювань на планеті викликано вжитком неякісної питної води. У СНД кожна п'ята проба водопровідної води не відповідає санітарно-гігієнічним нормам, кожна восьма – мікробіологічним, а 90% питної води не відповідають санітарним нормам. Таку воду використовують 70% міст і населених пунктів. Більше всього нам “псує життя” хлор, який використовують для дезинфекції води. Деякі його похідні мають канцерогенний ефект та впливають на спадковість.

Для звільнення від хлору воду доцільно відстоювати (від кількох годин до доби), кип'ятити. Сиру воду можна пити лише в крайніх випадках. Не бажано використовувати для приготування їжі гарячу водопровідну воду; вона містить хімічні компоненти.

Останнім часом для доочистки води почали використовувати побутові фільтри, проте небезпечне вторинне забруднення води мікроорганізмами, що осіли на очисному фільтрі.

### **Основні види забруднення гідросфери.**

Під забрудненням поверхневих і підземних вод розуміють будь-які зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей води у водоймищах у зв'язку із скиданням в них рідких, твердих і газоподібних речовин, які роблять воду небезпечною для використання, завдаючи збитків народному господарству, здоров'ю і безпеці населення.

*Механічне забруднення* – підвищення вмісту механічних домішок, властиве, в основному, поверхневим водам.

*Хімічне забруднення* – наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної та нетоксичної дії.

*Бактеріальне і біологічне забруднення* – наявність у воді мікроорганізмів, грибів і дрібних водоростей.

*Радіоактивне забруднення* – присутність радіоактивних речовин в поверхневих або підземних водах.

*Теплове забруднення* – випуск у водоймища підігрітих вод теплових і атомних електростанцій.

*Проникнення забруднюючих речовин в колообіг води.* Три важливі стадії колообігу води: випаровування (А), конденсація (Б) і атмосферні опади (В) (рис. 2).

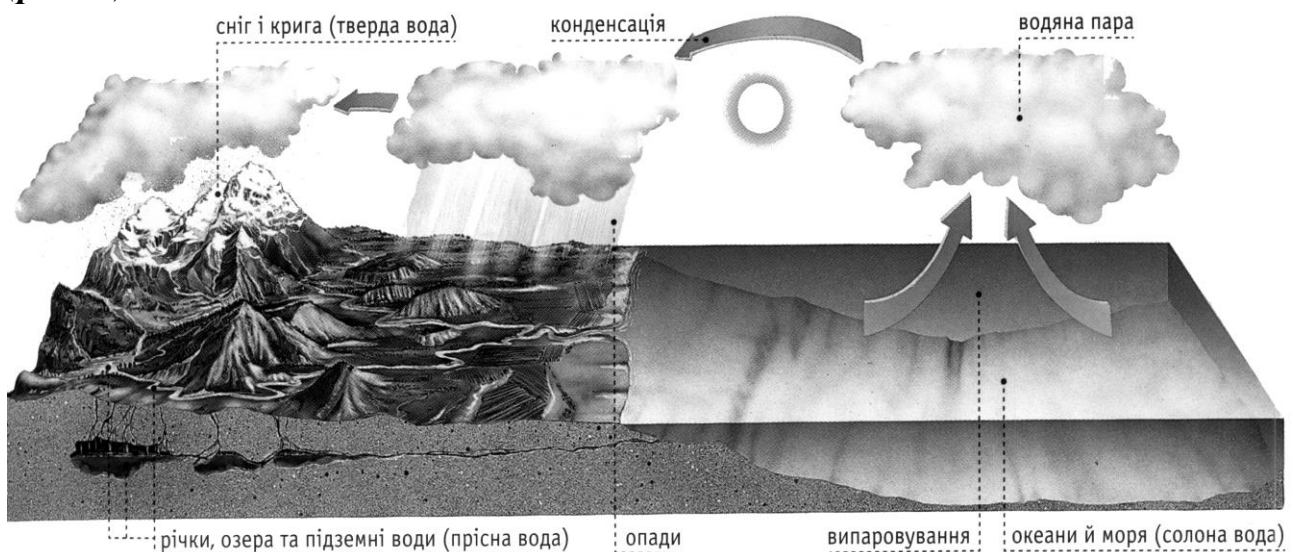


Рис. 2. Колообіг води у природі (за Тола Х., 2005)

Радіоактивні частки, пил і гази поступають із атмосфери разом зі снігом, що випадає, і накопичуються у високогір'ї.

Талі льодовикові води з розчиненими забруднюючими речовинами стікають вниз із високогір'я, формуючи витoki річок, які на своїй дорозі до моря захоплюють частки ґрунту і гірських порід, розмиваючи поверхні, по яких вони течуть.

Води містять кислоти та інші неорганічні речовини.

Вирубка лісів сприяє розвитку ерозії. Багато забруднюючих речовин



скидаються в річки підприємствами целюлозно-паперової промисловості, на яких обробляється деревина.

Дошові води вимивають хімічні речовини з ґрунту та рослин, що розкладаються, транспортують їх в ґрунтові води, а також змивають зі схилів в річки ґрунтові частки.

Промислові гази потрапляють в атмосферу, а звідти разом із дощем або снігом – на землю. Промислові стоки поступають безпосередньо в річки.

Органічні речовини, розчинені у водах, поступають в річки.

Обпилювання полів пестицидами забруднює повітряне та водне середовище.

Коров'ячий гній і інші залишки тваринного походження – основні забрудники місць великих скупчень тварин на пасовищах і скотних дворах.

При відкачуванні прісних ґрунтових вод може статися засолення в результаті підтягування до їх дзеркала мінералізованих вод із морських басейнів.

Метан продукується бактеріями як в природних болотах, так і в стоячих водоймищах при надлишку органічних забруднювачів антропогенного (антропічного) походження.

Теплове забруднення річок викликається викидами від електростанцій нагрітих вод.

Міста є джерелами різних відходів, включаючи органічні і неорганічні речовини.

Вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання – основні джерела забруднення повітряного середовища.

Крупні предмети та частки видаляються з комунально-побутових стічних вод на станціях попереднього очищення. Від багатьох речовин, що поступають з промисловими стоками, неможливо позбутися.

Розливи нафти від морських нафтових свердловин, із танкерів забруднюють води та пляжі.

### **Забруднення Світового океану.**

Щороку в Світовий океан потрапляє більше 10 млн. тонн нафти і до 20% Світового океану вже покрито нафтовою плівкою. В першу чергу це пов'язано з тим, що видобуток нафти і газу в океанах і морях став важливою складовою нафтогазового комплексу. У 2003 році в океані видобуто 850 млн. тонн нафти (майже 30% світового обсягу). В світі пробурено близько 2500 свердловин, з них 800 – в США, 540 – в Південно-Східній Азії, 400 – в Північному морі, 150 – в Перській затоці. Більшість свердловин пробурено на глибину 900 метрів.

Забруднення Світового океану водним транспортом відбувається в напрямках: морські та річкові судна мають відходи власної діяльності, а також викиди в разі аварій токсичних вантажів, переважно нафти і нафтопродуктів. Енергетичні установки суден (в основному, дизельні двигуни) постійно забруднюють атмосферу токсичними речовинами, що частково або майже повністю потрапляють у води річок, морів, океанів.

Нафта, нафтопродукти є основними забруднювачами водного басейну. На танкерах, що перевозять нафту та її похідні, перед кожним черговим завантаженням, як правило, промиваються ємкості (танки) для видалення

залишків раніше перевезеного вантажу. Промивна вода, а з нею і залишки вантажу, зазвичай скидаються за борт. Крім того, після доставки нафтовантажів у порти призначення танкери найчастіше прямують до пункту нового завантаження без вантажу. В цьому випадку для забезпечення належного осідання і безпеки плавання танки судна наповнюються баластною водою. Ця вода забруднюється нафтовими залишками, а перед завантаженням нафти і нафтопродуктів виливається в море. Із загального вантажообігу світового морського флоту зараз 49% припадає на нафту та її похідні. Щороку близько 6000 танкерів міжнародних флотилій транспортують 3,5 млрд. тон нафти (2008 р.). У міру зростання перевезень нафтовантажів і аварій все більша кількість нафти почала потрапляти в океан.

За даними 2008 р. у всі моря світу потрапило майже 20 млрд. тонн сміття. Лише у Північне море було скинуто 98 000 тонн відходів.

### **Охорона Світового океану.**

У 1983 р. вступила в силу міжнародна Конвенція із запобігання забруднення морського середовища ("Хартія морів"). У 1984 р. держави Балтійського басейну підписали в Хельсінкі Конвенцію із захисту морського середовища Балтійського моря. Це була перша міжнародна угода на регіональному рівні. В результаті проведеної роботи вміст нафтопродуктів у відкритих водах Балтійського моря знизився у 20 разів в порівнянні з 1975 роком.

У 1992 році міністрами 12 держав і представником Європейського Співтовариства була підписана нова Конвенція з охорони середовища Балтійського моря.

У 1972 році була підписана Лондонська Конвенція, що забороняє скидання на дно морів і океанів радіоактивних і отруйних хімічних відходів. Військові кораблі відповідно до міжнародного права не мали потреби в дозволі на скидання відходів. У 1993 р. заборонено скидання рідких радіоактивних відходів у моря.

У 1982 р. III Конференція ООН з морського права прийняла Конвенцію з мирного використання Світового океану на користь всіх країн і народів, яка містить близько 1000 міжнародно-правових норм, що регламентують всі основні питання використання ресурсів океану.

Стічні води змінюють основні фізико-хімічні показники водойм, склад видів і побудову біоценозів, викликають труднощі при визначенні ступеня забруднення водойм.

### **Забруднення річок і озер.**

Велика кількість стічних вод, нафтопродуктів і навіть рідкі радіоактивні відходи поступають в річки й озера різних регіонів світу.

Якщо до Великих озер, що містять 90% прісної води, США перестали ставитися як до гігантської вигрібної ями, то на дно майже чотирьох десятків заток, бухт і гирл річок цієї країни все ще осідають відходи, що потрапляють у верхів'я річок із довколишніх міст і фермерських господарств, а також дозволені до скидання хімічні речовини.

У Росії з 60 км<sup>3</sup> стічних вод щонайменше третина потрапляє в довкілля без всякого очищення. Найбільш забруднені водні джерела півдня Росії, а також

Московської області. З басейну річки Кубань в 1991 р. було забрано для виробничих цілей 80% річного стоку, з Дона – 65%. З Тереку й Уралу сучасне господарювання забирає в середньому 50% їх стоку. Більше половини забраної води повертається в річки без очищення. Вода не встигає самоочищатися. Для того, щоб вилікувати річку після такої агресії, необхідно розбавляти забруднену воду чистою у співвідношенні 1:100. Зазвичай, це не робиться.

До р.Неви щодня потрапляє більше 1 млн м<sup>3</sup> забрудненої води, у тому числі без очищення скидається 20% каналізаційних стоків міста.

Незадовільний екологічний стан р. Волги, на берегах якої живе 60 млн. чоловік і виробляється 30% промислової і сільськогосподарської продукції. Водозабір з Волги становить 33%. Об'єм забруднених стічних вод, що скидаються в її басейн, складає 37% загального їх об'єму на території Росії. До Волги в 1989 р. поступало 20 км<sup>3</sup> стічних вод. Якщо виходити з середньонеобхідного для різних галузей промисловості 30-кратного розбавлення, то для доведення цих стоків до норми знадобилося б 600 км<sup>3</sup> чистої води, а середньорічний стік Волги оцінюється у 250 км<sup>3</sup>. Щорічно до Волги, а потім у Каспійське море, поступає 367 тис. тонн органіки, 13 тис.т нафтопродуктів, 45 тис.т азоту, 20 тис.т фосфору, що призвело до різкого скорочення рибних багатств Каспія і Волги.

#### **Самоочищення водойм.**

Кожна водойма – це складна система, де мешкають бактерії, вищі водні рослини, різні безхребетні тварини. Сукупна їх діяльність забезпечує самоочищення водойм. Але цей процес утруднений через порушення біологічної рівноваги, тому одним із природоохоронних завдань є підтримання здатності до самоочищення водойм від домішок і забруднюючих речовин.

Серед *фізичних* чинників первинне значення мають розбавлення, розчинення та перемішування забруднень, що поступають. Добре перемішування та зниження концентрацій зважених часток забезпечується швидкою течією річок. Сприяє самоочищенню водойм осідання на дно нерозчинних осадів, а також відстоювання забруднених вод. У зонах із помірним кліматом річка самоочищується через 200-300 км, а на Крайній Півночі – через 2 тис. км від місця забруднення.

Знезараження води відбувається під впливом ультрафіолетового випромінювання Сонця. Ефект знезараження досягається прямою згубною дією ультрафіолетових променів на білкові колоїди та ферменти протоплазми мікробних клітин, а також спорові організми та віруси.

Серед *хімічних* чинників самоочищення водойм слід зазначити окиснення органічних і неорганічних речовин. Оцінку самоочищенню водойм дають за кількістю легко окиснюваної органічної речовини або за сумарним вмістом органічних речовин.

Санітарний режим водойми характеризується, перш за все, кількістю розчинного у ній кисню, якого повинно бути не менше 4 мг/л в будь-який період року для водойм першого і другого типу. До першого типу належать водойми, що використовують для водопостачання підприємств; до другого – для купання; спортивних заходів.

## **Методи очищення стічних вод.**

**Очищення стічних вод** – це руйнування або видалення з них забруднюючих домішок і знищення в них хвороботворних мікробів. Нині використовуються два основних методи очищення стічних вод: очищення в штучних умовах (на спеціально створених спорудах, установках) і в природних умовах (на полях зрошення; фільтрації, біологічних ставках). Зараз за кордоном дедалі частіше застосовують комбінацію цих двох методів. Забруднені стічні води послідовно очищають механічним, хімічним і біологічним способами. Традиційні методи очищення води вимагають величезної кількості енергії, незліченних pomp, електродвигунів, великих басейнів і різноманітних хімічних речовин (хлору, озону і ін.). Якість води оцінюється невисоко, адже вона містить чимало солей, різних елементів. Цим способом не вдавалося отримати справді чисту воду для потреб електроніки та кількох сучасних технологій [24].

Схема перевіреного у лабораторіях і поза ними ядерно-мембранного методу прямого очищення води від всіх домішок незамінна на виробництвах, де традиційні способи не створюють води потрібної чистоти. Під невеликим тиском і з дуже малою витратою енергії потік забрудненої води послідовно проходить крізь низку мембран зі щораз меншими отворами. Останнє “сито” має такі маленькі дірочки, що в них протискуються лише молекули води. Фільтри для останніх етапів мембранного очищення навчилися виготовляти лише після створення потужних прискорювачів важких заряджених частинок (йонів різних елементів). Очевидно, що у житті все виглядає не так просто. В усіх способах очищення необхідно видаляти вловлені шкідливі речовини. Періодично це треба робити і з блоком ультрафільтрів. Технологія цих процесів вже існує. Натуральні експерименти показали, що нові методи особливо ефективні для очищення невеликих об’ємів води. Можливо, що певний час вони співіснуюватимуть з традиційними, які не скоро поступляться хоча б тому, що існують і готують мільйони кубічних метрів питної води.

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

**Хімічне очищення** стічних вод відбувається після їх механічного очищення. Цей спосіб передбачає внесення в забруднену різними сполуками воду спеціальних речовин-реагентів, які, вступаючи в реакцію з забруднювачами, утворюють нешкідливі сполуки або нерозчинні речовини, що випадають в осад і видаляються. Хімічні методи очищення дуже часто доповнюють фізико-хімічними: випарювання, екстракція, нейтралізація, поглинання домішок спеціальними речовинами-сорбентами тощо.

**Біологічний метод** застосовується для очищення вод, оброблених механічним і хімічним шляхом. Цей спосіб полягає у використанні природних або штучних водойм, у яких розводять спеціальні мікроорганізми, що

живляться органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, вуглеводами, фенолами тощо), розкладаючи їх на прості нешкідливі сполуки (воду, вуглекислий газ, мінеральні солі). Слід додати, що деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не можна очистити сучасними методами, їх доводиться захоронити, закачуючи в підземні сховища. Таким чином, створюються небезпечні об'єкти, бо завжди існує загроза прориву таких вод у підземні водоносні горизонти.

В деяких країнах води, які не можна очистити, випарюють у відстійниках, різко зменшуючи об'єм і масу відходів, що підлягають захороненню. Зазначимо, що ніякими сучасними методами очистити стічні води на 100 % не вдається, бо після певної межі, затрати на кожний додатковий відсоток очищення зростають по експоненті. Тому звичайно чинять так: очищають воду до певної економічно обґрунтованої межі, потім розбавляють її чистою природною водою так, щоб вміст домішок у суміші не перевищував ГДК і скидають у водойму або використовують. В таблиці 47 показано найбільш поширені методи очистки промислових стічних вод. Вивченням, розробкою і вдосконаленням методів очистки стічних вод займається така наука як "техноекологія", яка пропонує різні критерії вибору методів [64].

Таблиця 47

**Інноваційні методи очистки стічних вод**

Концентрація забруднювальних речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Методи очистки вод, які містять забруднювальні речовини			
	Переважно органічні, з t <sup>0</sup> кип			Неорганічні
	< 120 °С	120-250 °С	> 250 °С	
1	2	3	4	5
1-500	біохімічний, сорбційний	хімічний	хімічний, сорбційний	механічний, хімічний, сорбційний
500-5000	хімічний, сорбційний	хімічний, сорбційний, екстракція	сорбційний	механічний, сорбційний, випарювання
	рідинношарове окислення, спалювання в печах			
5000-30000	хімічний, екстракція, рідинношарове окислення з біохімічною доочисткою, спалювання в печах			механічний, випарювання, скидання в море, поховання в землю
> 30000	екстракція, рідинношарове окислення, спалювання в печах			те ж саме

Для ілюстрації того, як працюють сучасні передові водоочисні споруди в розвинутих країнах світу, розглянемо схему роботи такої станції біля м. Вісбадена (Німеччина). Тут діє складна комплексна система очищення досить забрудненої води річки Рейн. По спеціальній трубі щодоби з Рейну

відбирається й надходить на станцію 100 тис. м<sup>3</sup> води. Вона потрапляє в гігантські ванни, де пропускається крізь фільтр, що відокремлює пісок, намул, мазут тощо. Довжина цього фільтра – 46 м. Після фільтрування воду провітрюють в каскаді резервуарів, підвищуючи вміст кисню. Далі вона зазнає багатоступінчастої обробки – коагуляції, фільтрування через пісок і активоване вугілля. Потім рейнська вода через інфільтраційні колодязі потрапляє в підземні шари ґрунту на глибину 6-10 м, де змішується з ґрунтовими водами. Під землею вона циркулює тижні й навіть місяці, після чого через забірні колодязі її знову піднімають на поверхню. На цьому етапі вона вже досить чиста. Проте її знову інтенсивно “повітрюють”, коагулюють і фільтрують. Останній етап очищення – 18 герметичних фільтрів уповільненого циклу, де вода пропускається через пісок. Потім воду хлорують, щоб уникнути бактеріального ураження у водопровідній мережі, і в такому вигляді вона надходить до споживача [24]. Але навіть при досконалій очистці якісна питна вода в нашій країні не подається до споживача. Це пов'язано з її зараженням різними грибками, бактеріями, мікроорганізмами, пліснявою, вірусами, водоростями, які зберігаються на трубах водогонів, що спричиняє біологічне забруднення. Цьому сприяє й те, що через залізні труби проходить підсос каналізаційних стоків.

Стічні води очищають також із використанням ультразвуку, озону, іонообмінних смол і високого тиску. Добре зарекомендувало себе очищення шляхом хлорування.

*Сапробність* визначає інтенсивність дихання водойми або споживання нею кисню. За Празькою Конвенцією – це сума всіх процесів, пов'язаних із втратою потенційної енергії водойми.

*Карта якості води* – це результати, отримані за допомогою коефіцієнта сапробності.

#### ***Варіанти водойм у сапробній шкалі***

*Лімносაпробність* – ступені забрудненості поверхневої води, серед яких виділяються: а) ксеносапробний; б) олігосапробний; в) β-мезосапробний; г) α – мезосапробний; д) полісапробний.

***Біологічне (біохімічне) споживання кисню – БСК*** – характеризує органічні сполуки, що розкладаються біологічним шляхом.

Велика кількість ***забруднювачів води*** є токсичними речовинами, які можуть викликати хвороби і навіть смерть.

**Забруднення води** – проблема глобального масштабу, яка забирає життя більше 14 000 чоловік у день.

**Масару Емото** – японський письменник, відомий своїм твердженням, що на молекули води можна впливати людськими думками, відчуттями та словами. Якщо останні спрямувати на воду перед її заморожуванням, а після цього досліджувати форми кристалів, які утворюються під впливом низької температури, то за формою кристалу можна визначити ставлення дослідника до води: любов, агресія, байдужість тощо.

У цілому, забруднення водойм всіх типів стало таким сильним, що у

багатьох з них можливості до самоочищення вичерпалися, почався процес необоротної деградації. Конвенцій про захист океанів, морів та прісних вод прийнято багато, але ефект від них поки що малий. Хоча в цілому Світовий океан ще здоровий, цього не можна сказати про внутрішні моря і прибережні зони.

**Надзвичайно важливим залишається сучасний екологічний стан космічного простору.** На відстані 200 км від поверхні Землі знаходяться метеоритні тіла, що рухаються зі швидкістю польоту 20 км/с. На відстані до 2000 км від планети розмір метеоритів і вага збільшується, наприклад до 3000 тонн, але середня швидкість цих тіл зменшується до 10 км/с.

Навколоземна орбіта нині налічує до 3000 відпрацьованих ракет, штучних об'єктів з масою 40 т. Ці тіла утворюють “космічне сміття” та створюють на орбіті, висотою до 2000 км, небезпеку більшу, ніж метеорити.

Взаємодія різного виду космічних об'єктів веде до їх зіткнення та утворення додаткових уламків, що викликає зростання загального числа “космічного сміття”. З точки зору експлуатації космічний простір ділиться на:

- а) низькі орбіти висотою до 5500 км;
- б) середні орбіти;
- в) геосинхронні орбіти висотою до 35870 км.

Найбільше число штучних об'єктів знаходиться на низькій орбіті, менше – на геосинхронній і середній.

Час перебування об'єктів на висоті 200-400 км – декілька місяців, на висоті 400-900 км – 1 рік і більше; на висоті 900 км – до 500 років і більше. Природне гальмування залежить від циклу сонячної активності (11 років).

Космічні об'єкти діаметром до 0,1 см представляють велику небезпеку для корпусу штучного супутника. При швидкості 10 км/с вони мають таку кінетичну енергією, як куля зі швидкістю 100 км/год, що призводить до серйозних руйнувань при зіткненні. Вдосконалені методи захисту могли б забезпечити ефективний захист від часток розміром до 2 см, але єдиний надійний спосіб захисту – уникнути зіткнення з ними.

Джерелом забруднення навколоземної орбіти є також руйнування штучних супутників Землі. Це паливні баки, захисні екрани, продукти життєдіяльності людини (12%); відпрацьовані корпуси ракет (14%); невикористаний вантаж (20%); уламки (49%).

За період із червня 1961 р., коли вперше зафіксовано руйнування штучного супутника, на орбіті з'явилося більше 130 уламків космічних об'єктів. Останнім часом проводять навмисне руйнування військових супутників, які вичерпали свій робочий термін.

Особлива небезпека для Космосу – збільшення числа великогабаритних уламків на низьких орбітах, що використовуються в цей час. Середня швидкість зіткнення між космічними об'єктами на низьких орбітах складає 10 км/с. В результаті виникає значно більше дрібніших часток, ніж при хімічному вибуху.

Одна ракета здатна залишити мільярди часток (2000-12000 кг оксиду алюмінію). Більшість часток згорають в атмосфері, проте вони викликають ерозію поверхневого шару корпусу супутників. Руйнування корпусу ракети

призводить до утворення близько 125 відстежуваних космічних об'єктів; руйнування невикористаного вантажу – 50 об'єктів.

Число уламків зростає великими темпами із запусками супутників. Для прогнозування майбутнього стану космічного простору необхідно брати до уваги джерела забруднення та сонячну активність.

В 2010 р. накопичення загальної маси уламків на низькій орбіті досягло 3,5-12,2 тис. тонн.

На геостаціонарній орбіті ситуація інша: тут близько 500 космічних об'єктів. Необхідна система екранування або методики захисту. Виникає також небезпека для діяльності астронавтів за бортом, оскільки скафандри повинні витримувати удар космічних часток.

Політика відомств відносно космічних об'єктів лише формується: захист орбіт, недопущення поширення уламків, зменшення “космічного сміття” тощо.

**Політика США.** Космічна програма США ділиться на два напрямки: урядові програми (закони, директиви); комерційні програми (правила, ліцензії).

До вимог НАСА (1982 р.) належить програма із знешкодження компонентів палива на супутнику “Дельта” (верхня ступінь) з метою запобігання вибухів. Міністерство оборони США (1987 р.) запланувало військово-космічні операції для зниження космічних уламків (проектування і проведення випробувань, експериментів). Слід враховувати рівень скупчення космічних об'єктів при плануванні або переході на нову орбіту; не допустити зіткнення з тими об'єктами, що дрейфують у Космосі.

Міністерство транспорту і управління космічними польотами зобов'язало вести облік проблем безпеки, пов'язаних із уламками ракетно-космічної техніки. Федеральна комісія зв'язку рекомендує Всесвітній адміністрації радіоконтролю регулювати діяльність супутників на стаціонарних орбітах.

НАСА створила власний комітет із контролю за орбітальними уламками та надання рекомендацій відносно їх зменшення.

В цей час близько 7000 космічних об'єктів можуть бути каталогізовані. Можливість виявлення їх оптичними датчиками значно вища в порівнянні з радіолокацією. Проводиться моделювання зіткнень космічних об'єктів різного типу; аналізуються матеріали, що повертаються на Землю (конструкції супутників, наприклад, “Салармакс” – довготривала космічна станція з пластинами для збору космічного пилу).

Опрацьовуються заходи з обмеження засміченості космічного простору: відведення з орбіт відпрацьованих матеріалів, польоти ракетноносія “Дельта” для видалення залишків палива відпрацьованих ступеней із орбіт; переведення їх на інші орбіти; зменшення уламків запуску та перехід у щільні шари атмосфери, використання нових видів палив за рахунок конструкції ракетноносіїв і, вільних від часток оксиду алюмінію, а також інше активне “очищення” Космосу.

При неможливості виводу з орбіти ступеней ракетноносія та літального апарату їх нейтралізують, видаляють всі види палив для запобігання вибухів.

Деякі уряди та міжнародні організації проводять заходи з видалення зі стаціонарних орбіт після експлуатації штучних супутників Землі (ІНТЕЛСАТ,



ТЕЛЕСАТ (Канада), ИНМАРСАТ, ISKO (Індонезія) зобов'язалися оснащувати свої супутники системами переходу на вищу орбіту).

Пропонується посилити роль міжнародних законів і регламенту по Космосу, серед яких є:

“Договір про принципи, що регулюють діяльність держав при дослідженні і використанні Космосу, включаючи Місяць і інші небесні тіла” (набрав чинності з 10 жовтня 1967 р.), містить положення, що мають загальний характер і охоплюють проблему засміченості.

Конвенція про реєстрацію, запуск у Космос штучних об'єктів (набрала чинності 15 вересня 1976 р.) оцінює збитки від уламків з Космосу.

Угода з порятунку астронавтів (3 грудня 1968 р.).

Усвідомлюючи проблему “космічного сміття”, уряд США заявляє: “...Всі сектори космічної промисловості прагнуть зменшувати міру засміченості Космосу. Проведення випробувань, експериментальних польотів здійснюватиметься на основі зниження або мінімізації рівня засміченості з врахуванням умов економічності”.

На майбутнє визначено дві критичні сфери діяльності:

- низькі навколосемні орбіти, де уламки відзначаються високою швидкістю та масою;

- геосинхронні орбіти, де найближчим часом багато об'єктів вичерпають свої ресурси.

Нині існує недостатня координація дій між урядом і приватним сектором.

Немає жодного міжвідомчого органу з координації та контролю за виконанням заходів щодо видалення уламків із Космосу.

Не активізується політика з боротьби за чистоту навколосемного простору. Масштаби засміченості зростають у зв'язку з розширенням експлуатації Космосу і вимагають міжнародної співпраці.

Літак на водневих елементах може підняти в повітря двох чоловік і знаходитися у польоті приблизно 45 хвилин. Інженери компанії говорять, що такий літак є модифікацією звичайного двомісного моторного лайнера. Не дивлячись на те, що тести пройшли успішно, компанія так і не зазначила, чи будуть найближчим часом проведені випробування більших моделей на водневих елементах. На думку іспанських фахівців, що брали участь у випробуванні, появу перших зразків літаків на водні можна чекати не раніше, ніж через 20 років.

**Розробки компанії “Boeing”.** Основний конкурент концерну “Airbus” компанія “Boeing” також веде роботи за проектами літаків із “зеленими” джерелами живлення. У квітні 2008 року “Boeing” провела в Іспанії випробування першого пілотованого одномоторного літака на водні. В компанії “Boeing” говорять, що новинка працює за рахунок спеціально сконструйованих паливних елементів на базі водню, які в процесі роботи генерують електричний струм, що подається на двигун апарату. У якості відходів у моделі літака утворюється лише продукт дії водню та кисню – вода. “Такі тести допоможуть здійснювати подальший розвиток нового покоління екологічно безпечних літаків”, – говорять у прес-службі компанії (*рис. 3*).



Рис. 3. Водневий літак

Європейський авіаційний концерн “Airbus” представляє свою нову ініціативу в галузі охорони довкілля. Компанія визначається з доцільністю реалізації програми створення нових авіаційних електродвигунів. Перші літаки A320 комплектували новими типами двигунів вже з 2009 року.

У компанії “Airbus” електродвигуни не розглядають як повноцінну заміну колишнім двигунам лайнера; вони виступають лише як допоміжні рішення, що дозволяють не запускати на повну потужність гасові двигуни. Це, з одного боку, дозволить уникнути додаткових викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу, а з другого – покращить ресурс раніше створених двигунів (рис. 4).



Рис. 4. Літак компанії “Boeing”

Експерти стверджують, що в разі реалізації нової програми електродвигунів концерну “Airbus” зниження викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу може вимірюватися тисячами тонн у рік на кожен діючий літак.

**Забруднення в районах аеропортів.** Грунт довкола аеропортів забруднений солями важких металів і органічними сполуками в радіусі до 2-2,5 км. У осінньо-зимовий і весняний періоди проводиться обробка повітряних суднів антиобморожувачем і видалення снігово-льодового шару зі штучного покриття аеродромів. При цьому застосовуються активні препарати та реактиви проти зледеніння, що містять сечовину, аміачну селітру, поверхнево-активні речовини, які також потрапляють у ґрунт.

В аеропортах цивільної авіації електромагнітна обстановка визначається випромінюванням потужних радіолокаційних станцій, призначених для навігації повітряних суден. До них, в першу чергу, належать наземні оглядові станції радіолокацій, що працюють у діапазонах ультрависоких і надвисоких частот. Дія електромагнітного поля на людину в районах розміщення радіолокаційних станцій носить переривчастий характер, що обумовлений періодом обертання установки. Результати обстеження з вивчення електромагнітної обстановки в районі аеропортів країни показали: у 60% випадках були потрібні спеціальні заходи щодо захисту населення в розташованих поблизу аеропортів населених пунктах.

У деяких містах за рівнем створюваного шуму та спільної зашумленості території перше місце серед всіх джерел посідає повітряний транспорт.

Для авіаційного шуму, як ні для якого іншого, характерний дратівливий ефект. При раптовому виникненні на тихому фоні шум літаків викликає в людей почуття страху, особливо в нічний час. Найбільше занепокоєння відчувають люди, які страждають захворюваннями нервової та серцево-судинної систем, шлунково-кишкового тракту тощо. Відсоток скарг цієї частини населення (64-90%) набагато більший, ніж від здорових людей (39-52%). Експлуатація літаків великого тоннажу з потужними турбореактивними і турбогвинтовими двигунами, збільшення інтенсивності їх польотів, зростання парку і розширення сфери використання цивільних вертольотів призводять до значної “зашумленості” околиць аеропортів і територій під повітряними трасами. Авіаційний шум дає істотний вплив на шумовий режим території в околицях аеропортів, який залежить від напрямку злітно-посадочних смуг і трас прольотів літаків, їх інтенсивності протягом доби, пори року, типу літака, що базуються на цьому аеродромі, інших чинників. При цілодобовій інтенсивній експлуатації аеропортів рівні звуку в населених пунктах досягають у денний час – 80 дБ, а в нічний – 78 дБ, максимальні рівні коливаються від 92 до 108 дБ.

При польотах в нижніх шарах стратосфери двигуни надзвукових літаків виділяють оксиди азоту, які окиснюють озон. У стратосфері відбувається інтенсивна взаємодія сонячних променів із молекулами кисню, що сприяє розпаду останніх на окремі атоми. Іонізовані атоми кисню з його молекулами утворюють озон. Область підвищеної концентрації озону, так звана озоносфера, яка розташована на висоті 20-25 км, відіграє дуже важливу роль для Землі: поглинаючи майже всю ультрафіолетову радіацію, озон, тим самим, оберігає живі організми від загибелі.

При надзвичайних і аварійних ситуаціях літаки вимушені зливати в повітрі

зайве паливо для зменшення посадочної маси. Кількість палива, що зливається літаком за 1 раз, складає від 1-2 тис. до 50 тис. літрів. Частина палива, яка випаровується, розсівається в атмосфері без небезпечних наслідків, проте частина, що не випарувалася, досягає поверхні Землі і водою і може викликати сильні місцеві забруднення. Паливо, що не випарувалося й досягло поверхні у вигляді крапель, залежить від температури повітря і висоти зливу. При температурі вищій 20°C може випадати до декількох відсотків злитого палива, особливо при зливі на малих висотах.

Найбільше забруднення довкілля відбувається в зоні аеропортів під час посадки і зльоту літаків, а також під час прогрівання їх двигунів. Підраховано, що при 300 зльотах і посадках трансконтинентальних авіалайнерів на добу в атмосферу поступає найбільша кількість оксиду вуглецю і вуглеводневих з'єднань, а в процесі польоту – максимальна кількість оксидів азоту. Оцінка сумарної кількості основних забруднювачів, які поступають в повітряне середовище контрольованої зони аеропорту в результаті його виробничої діяльності (без врахування забруднення повітря спецавтотранспортом та іншими наземними джерелами), показує, що на площі близько 4 км<sup>2</sup> виділяється за 1 добу від 1000 до 1500 кг оксиду вуглецю, 300-500 кг вуглеводневих з'єднань і 50-80 кг оксидів азоту. Така кількість шкідливих речовин при несприятливому поєднанні з метеорологічними умовами, може призводити до підвищення їх концентрацій в атмосфері.

#### ***Проблема емісії шкідливих речовин.***

Авіація активно сприяє глобальному потеплінню та емісії шкідливих речовин. В цей час нормуються емісії незгорілих вуглеводнів (НС), оксиду вуглецю (СО), оксидів азоту (NO<sub>x</sub>), диму (SN) від турбореактивних і турбовентиляторних двигунів цивільних літаків у зоні аеропортів. Забороняється викид палива після зупинки двигуна. Перші норми були прийняті в 1971 році, але вводити їх треба було в часи, коли розпочиналося широкомасштабне використання літаків, тобто у 60-і роки ХХ ст.

Проблема емісії шкідливих речовин в авіації – одна з найважливіших. В останні роки викиди газів в атмосферу зростають, що викликає занепокоєння екологів. На ці викиди припадає близько 3% загального об'єму викидів газів, що викликають парниковий ефект у Європі, проте їх рівень підвищується швидкими темпами (на 87% з 1990 року), оскільки перельоти стають дешевшими, а витрати, пов'язані з охороною довкілля, поки що не враховуються.

#### ***Наслідки розвитку авіації:***

1. Забруднення повітря.
2. Шумові забруднення.
3. Електромагнітні випромінювання.
4. Температурні зміни в районах аеродромів.
5. Геоекологічні забруднення в районах аеропортів.
6. Будівництво нових доріг, злітно-посадочних смуг.

### 1.3. Методи екологічних досліджень.

Екологія у своїх дослідженнях використовує широкий арсенал *методів* (способів пізнання навколишнього світу, одержання об'єктивних фактів та їх тлумачення) – як традиційних, так і нових. Методологічну основу екології складають поєднання системного підходу, спостереження, експерименту, оцінки та моделювання. Всі методи, які використовуються в екології (*експедиційні, дистанційні, аналітичні*) поділяють на такі групи [26]:

1) методи, за допомогою яких збирається інформація (спостереження, біоіндикація, експеримент, вимірювання параметрів) про стан екологічних об'єктів (всі методи природничих наук): рослин, тварин, мікроорганізмів, природних чи штучних екосистем, біосферу;

2) методи обробки отриманої інформації, збирання, аналіз і узагальнення;

3) методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів;

4) методи прогнозування та моделювання (вербальні, графічні, математичні, стохастичні моделі та інші).

Будь-яке екологічне дослідження починається зі тривалих *спостережень і порівняння* (польові дослідження), які ведуться із застосуванням різноманітних приладів, реактивів і технічних засобів, до яких залучаються спеціально підготовлені кадри. Дослідник отримує інформацію про кількісний облік чисельності організмів у різні відтинки часу, стан об'єктів, параметрів середовища різноманітних екосистем, заносючи ці показники до комп'ютерної бази даних (проводиться екологічний моніторинг). Для реалізації комплексних спостережень створюють спеціальні стаціонари, які дають найбільш характерну інформацію про екосистему, але й використовують експедиційний метод. Спостереження на природних об'єктах найбільш інформативні тоді, коли вони проводяться регулярно в певних місцях через певні проміжки часу. На практиці більшість екологів, починаючи нове дослідження, застосовують такі підходи: *популяційні, екосистемні, аналіз середовища існування, еволюційні, історичні*.

Кожна з наук, які входять до складу екології, має свої методи дослідження, проте спільними для них усіх є описовий, порівняльний, історичний й експериментальний.

Найдавніший – *описовий* метод, його почали використовувати з перших кроків вивчення довкілля. Протягом тривалого часу він був єдиним у пізнанні живої природи, а тепер можливості його значно розширилися завдяки застосуванню різних приладів. Описовий метод тісно пов'язаний із спостереженнями, які на сучасному етапі використовується як моніторинг.

У XVIII ст. в екології утверджується *порівняльний* метод, в основу якого покладено пізнання предметів і явищ шляхом їх порівняння, встановлення подібності і відмінності. Далі розвиток екології пов'язують з *історичним* методом, який виступає основою вивчення явищ життя на всіх рівнях організації живого. Він ґрунтується на виявленні закономірностей при порівнянні характеристик вимерлих організмів з характеристиками існуючих. При допомозі цього методу вчені отримують знання про шляхи еволюції, про виникнення нових видів, про зміни форм життя під дією екологічних факторів,

пов'язані зі змінами геологічних епох. *Експериментальний* метод став широко використовуватися в екології на початку XIX ст. За допомогою експерименту дослідник може втрутитися в хід процесів та явищ і вносити певні зміни. Цей метод, на відміну від описового й порівняльного дає змогу цілеспрямовано вивчати явища в умовах, які можна обчислювати як кількісно, так і якісно, а також відтворювати їх у разі потреби. Експеримент дає змогу проникнути в суть предметів чи явищ і моделювати їх, це відбувається за рахунок синтезу наук та вдосконалення техніки. Цей метод збагатився новими методиками і прийомами, властивими фізиці, хімії, кібернетиці, математиці. В експериментальних дослідженнях широко використовуються мічені атоми, рентгенографія, електронна мікроскопія (мікротоми), мікрофотографії, кіно-, відеозйомка, звукозапис, гістологічний і біохімічний аналіз, мічення тварин, трансплантація ембріонів, запліднення яйцеклітин у пробірці, клонування.

*Екосистемний* підхід вивчає потік енергії і колообіг речовин між біотичними й абіотичними компонентами екосфери. Пріоритетним для цього підходу є встановлення функціональних зв'язків, наприклад ланцюгів живлення, живих організмів між собою і середовищем (центральний об'єкт ↔ енергетичний, речовинний й інформаційний обмін).

Вивчення будь-яких взаємодій між організмами і середовищем існування може бути засновано лише на аналізі кількісних показників і властивостей стану організмів і середовища та виявленні залежності між ними, встановленні їх взаємозв'язку (показником залежності між ознаками є коефіцієнт кореляції, він змінюється від  $-1$ , тобто повна відсутність взаємозалежності, до  $+1$ , 100% взаємозалежність). Такі дослідження можливі лише із застосуванням *математичних* методів (кореляційного чинника, кластерного аналізу тощо). Отримання кількісних оцінок має виявлення тенденцій в змінах процесів (біофізичних, біохімічних, біологічних), що вивчаються, які надалі можуть стати основою для прогнозування станів, змін різних процесів і можливих наслідків. Результати цих досліджень за допомогою математичних методів можуть бути представлені у формалізованому вигляді (апроксимації емпіричних графічних залежностей, рівняння регресії), що може скласти основу для прогнозування процесів, що вивчаються. На теперішній час широке поширення в екологічних дослідженнях набули методи моделювання – аналогові матеріальні, абстрактні вербальні й абстрактні математичні, де серед останніх виділяють аналітичні, імітаційні, емпірико-статистичні тощо. Вони знаходять широке застосування в екологічному прогнозуванні й моделюванні екосистем і те, яким чином змінюватимуться її показники з використанням комп'ютерної техніки й інформаційних технологій. Моделлю називають абстрактний опис реального процесу, який відображає його істотні ознаки. В основі будь-якого моделювання й прогнозування лежить принцип умовного поділу складних екосистем на елементарні підсистеми, пов'язані між собою функціональними взаємозв'язками. При математичному моделюванні реальні явища описують за допомогою математичних термінів і символів. Математична модель, на думку Овчиннікова С.О. (2000), повинна відповідати таким вимогам: 1) з визначеною точністю описувати різні зв'язки і відношення в однакових термінах і

поняттях; 2) спростувати вихідний обсяг інформації (генералізація даних); 3) сприяти одержанню нової інформації про вже відомі взаємодії в екосистемі; 4) підтверджувати чи відкидати наявність можливих зв'язків і виявляти нові; 5) давати можливість для пояснення і прогнозування поведінки екосистем в цілому протягом часових інтервалів; 6) допускати можливість корекції на підставі нових даних. Одними з перспективних є використання в екології *абстрактних* моделей – деякі абстрактні описи того чи іншого об'єкта або явища реального світу. До них належать: вербальні, графічні й математичні моделі. *Вербальні* – суто словесні описи елементів і процесів моделювання. *Графічні* – є схематичними зображеннями компонентів системи і зв'язків між ними. *Математичні* описують екосистему у вигляді одного чи кількох математичних виразів. Моделювання застосовують при дослідженні популяцій майже всіх організмів – від вірусів до людини.

Вибір оптимальних і екологічно прийнятих варіантів і стратегій природоохоронної діяльності на державному, регіональному чи місцевому рівнях можливий тільки на основі застосування *економічних* методів. В останній період в екологічній науці важливого значення набув системно-структурний підхід. Суть якого полягає у розчленуванні живих систем на рівні організації, вивчення цих рівнів, а потім – інтеграція добутих даних з метою синтезу знань.

До основних методів можна віднести і такі: *фізичні, хімічні* (вивчення всього комплексу природних та антропогенних екотоксикантів в різних середовищах довкілля), *біофізичні* (досліджують специфіку прояву фізичних законів у живих організмах), *генетичні* (оцінка канцерогенної та мутагенної небезпечності), *цитологічні* (вивчення будови, складу, функцій клітин живих організмів, різних за своєю природою та складністю в нормальному й патологічному стані), *гістологічні* (вивчення будови, складу, функцій тканин людини), *мікробіологічні* (вивчення адаптації мікроорганізмів до екотоксикантів, використовуючи електронну мікроскопію, рентгеноструктурний аналіз, ультрацентрифугування), *екотоксикологічні* (вивчення реакції організмів на дію екотоксикантів та визначення їх критичних концентрацій), *екофармакологічні* з метою корекції екотоксикологічних уражень, *біохімічні, біоіндикаційні, палеонтологічні* (вивчення залишків організмів колишніх мешканців планети, виділяють палеоботанічні й палеозоологічні), *радіоекологічні* (міграція радіонуклідів), *метеорологічні, кібернетичні, наземний, повітряний та космічний екомоніторинг, ретроспективного аналізу, статистичні*, використання найновіших ПЕОМ з можливостями аналізу, систематики, прогнозу, моделювання екосистем, ГІС (геоінформаційні системи), вихід в Інтернет, електронна пошта тощо. *Кібернетичний* підхід покликаний вирішувати завдання керування інформацією, а саме її одержанням, передачею і перетворенням у складних технічних, соціальних, біотичних й науководослідних системах. Основний метод кібернетичного дослідження – логіко-математичний, на якому базується автоматизоване моделювання з його системами експериментування й експертування.

*Радіоекологічні* методи дозволяють виявляти і вимірювати інтенсивність йонізуючих випромінюваних радіоактивних речовин та джерел

випромінювання, які ґрунтуються на їх здатності йонізувати речовину середовища, у якій це випромінювання поширюється. Йонізація є причиною фізичних й хімічних змін у речовині, які можуть бути виявлені і виміряні. До таких змін середовища відносять зміну електропровідності речовин (рідин, твердих, металів, газів), люмінесценція речовин, зміна кольору, засвічування фотоплівки, зміна забарвлення, прозорості, опірності електроструму до певних хімічних розчинів та ін. В залежності від того, які з цих змін реєструються, використовують такі методи: йонізаційний (за величиною струму йонізації); хімічний (за ступенем зміни кольору індикатора); фотографічний (за ступенем почорніння фотошару); сцинтиляційний (за ступенем світіння люмінофор).

*Використання ГІС-технологій* передбачає збирання й автоматизацію розподілених даних про регіони різних територіальних рівнів, їх уніфікацію, зберігання, обробку, аналіз й синтез проблемно-орієнтовної інформації.

Крім того, також широко використовуються *морфологічні, популяційні, балансові, польові, порівняльні та картографічні* методи. Так, статистичний метод, дозволяє отримувати, обробляти та аналізувати первинні статистичні матеріали; балансовий метод дає можливість зіставляти наявність природних ресурсів з їх використанням; порівняльний – передбачає вивчення об’єктів через порівняння з іншими (*рис. 2*).

В екології найчастіше порівнюють забруднені й екологічно чисті ділянки (це називають методом *експерименту*). Широко використовують порівняно прості методи *математичної статистики*: обробіток варіаційних рядів з визначенням математичного очікування, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, отримання інтенсивних та екстенсивних показників для порівняння тощо.

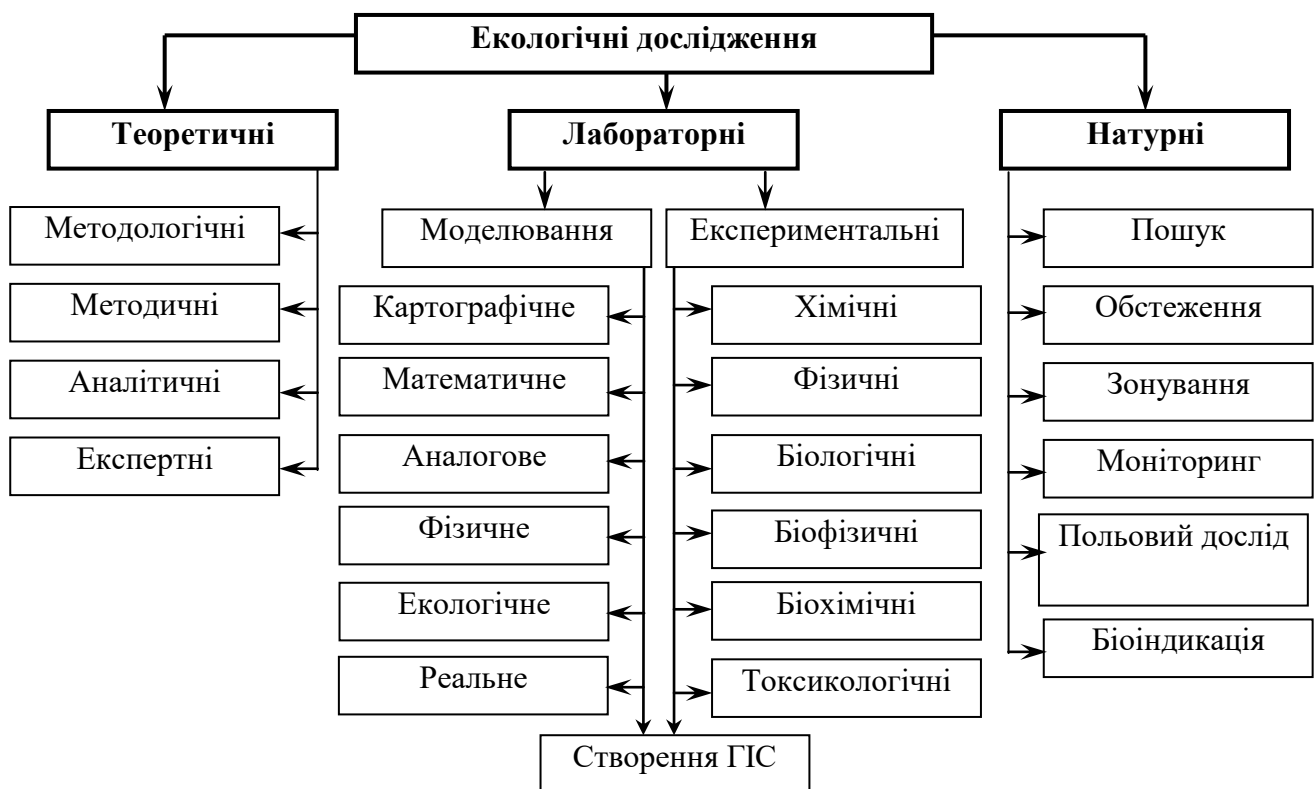


Рис. 2. Класифікація методів екологічних досліджень.



В останні десятиріччя у вивченні екологічних проблем біосфери великого значення надають *аерокосмічним методам* дослідження. Нині в багатьох країнах створені й функціонують глобальні експериментальні системи вивчення природних ресурсів, до складу яких входять водний, наземний і ракетно-космічний комплекс збору інформації та наземний комплекс її приймання, обробки, збереження, поширення й використання. Специфіка використання космічних зніманих і отримання з них нової інформації обумовлені їх оглядовістю, можливістю вивчення поверхні Землі на різних рівнях генералізації (узагальнення). Аерокосмічні методи дозволяють вести детальне спостереження за станом флори й фауни на величезних територіях, контролювати їх заповідний режим, регулювати інтенсивність вилову риби відповідно до чисельності косяків. Вже сьогодні на космічних станціях проводяться досліди щодо впливу умов невагомості на ріст і розвиток організмів, що допомагає поглибити знання про процеси життєдіяльності, які відбуваються на планеті, оцінити в динаміці всі процеси, що відбуваються в локальному, регіональному чи глобальному масштабах. Так, космічне знімання 1975 р. зареєструвало пилосольові бурі, які несли отруйні для рослин, а 1986 р., проведене японським супутником, зафіксувало поширення теренами Європи чорнобильських радіонуклідів починаючи від другого дня аварії [20]. Сьогодні аерокосмічні методи застерігають від негативних атмосферних явищ (ураганів, тайфунів, виверження вулканів та інших стихійних лих), дозволяють виявляти косяки риб, прогнозують погоду, якість врожаю, визначають міграцію шкідників тощо.

Значну роль у дослідженні навколишнього середовища відіграє **екологічне картування** [3] – процес збору, аналізу і переробки інформації в польових експедиційних умовах для складання екологічних карт. Екологічне картування містить цілий комплекс експедиційних досліджень екологічного стану літосфери, геоморфосфери та інших компонентів довкілля з польовими маршрутами, складанням еколого-геохімічних профілів, буріння свердловин, вивчення ґрунтових розрізів, відбору проб гірських порід, кір вивітрювання ґрунтів, підземних, ґрунтових і поверхневих вод, певних відкладів, атмосферного повітря, опадів, снігу і дощу, рослинної маси, продуктів харчування рослинного і тваринного походження, вивчення захворюваності населення від екологічних умов тощо. Вся первинна екологічна інформація відповідно аналізується, систематизується з використанням комп'ютерної техніки й аерокосмічних методів, ГІС тощо, а після цього проводять складання екологічних карт (екологічне картографування). За тематикою і змістом екологічні карти поділяються на: ландшафтно-екологічні; екологічно-геологічні; біоекологічні; демографо-екологічні; медико-екологічні (еколого-гігієнічні); агроекологічні; промислово-екологічні; транспортно-екологічні, військово-екологічні, еколого-географічні; еколого-геохімічні; кризових екологічних ситуацій тощо.

Просторовий ряд екологічного картографування включає такі рівні [20]: глобальний, субглобальний, регіональний (по природних, адміністративно-господарських, природно-господарських регіонах, екологічних лих), локальний

(для міст, промислових зон, місць екологічних лих і т.д.). Кожен з цих рівнів реалізується в картах певного масштабу: національний рівень 1:2500000 – 1:5000000 і дрібніше; регіональний рівень 1:1000000 – 1:2000000; локальний рівень 1:200000 – 1:100000 і крупніше. Різновиди екологічних карт використовуються для: обґрунтування мережі екологічного моніторингу; розробки національних, регіональних і локальних програм охорони природи; раціонального природокористування; оздоровлення екологічної ситуації, рекультивації земель; проведення екологічних експертиз різного призначення; розробки вартісної оцінки ресурсів; обґрунтування екологічної політики. Географічні карти не обмежуються фіксацією розміщення явищ і виявленням закономірностей цього розміщення. Отримання нових знань і характеристик, висвітлення процесів розвитку, встановлення взаємозв'язків і прогнозів явищ – ось ті можливості, що відкривають картографічному методі найширші перспективи. Сьогодні в Міністерстві надзвичайних ситуацій розроблені такі напрями картографічного моделювання катастроф (Р.Ю. Шевченко, 2002): 1) прогнозування й оцінка наслідків повеней; 2) прогнозування й оцінка наслідків селевих (опливиних) проявів; 3) прогнозування та оцінка наслідків викидів в атмосферу небезпечних хімічних речовин; 4) просторова оцінка можливих наслідків карстових проявів; 5) виконання розробки алгоритмічної бази прогнозно-моделюючих комплексів; 6) проведення програмної реалізації блоку просторового моделювання територій затоплення; 7) проведення актуалізації засобами аерокосмічної зйомки і дистанційного зондування геометрії водних об'єктів і дорожньої мережі АР Крим і Закарпатської області.

**Гідроекологи** для досліджень використовують [59, 60]: 1) спостереження за станом поверхневих і підземних вод; 2) проводять вивчення видового складу гідробіонтів і кількісних показників розвитку окремих видів, визначаючи хімічний і фізичний аналіз води та донних відкладів за допомогою новітніх технічних засобів – аквалантів, підводних човнів, батискафів, підводного телебачення, різних датчиків для отримання оперативної інформації, використовуючи комп'ютерну техніку із застосуванням аерофотозйомки. Для біологічного дослідження водного середовища широко використовують – планктонні сітки, планктонозбирачі, планктоночерпаки, дночерпаки, трали, драги, які дають можливість проводити аналіз видового складу водної флори і фауни (зокрема і мікроскопічних компонентів), а також обрахувати їх чисельність і біомасу, тобто динаміку й концентрацію водних організмів в певних точках водойм в просторі і в часі; 3) здійснюють експерименти в природних і штучних водоймах; 4) проводять лабораторне і математичне моделювання водних екосистем.

Деякі вчені у своїх дослідженнях використовують лише *загальнонаукові* (ґрунтуються на філософських, загальнонаукових принципах) й *специфічні* (властиві певній галузі наукової діяльності) методи. На думку Залеського І.І., Клименка М.О. (2005), до загальнонаукових належать *методи емпіричного дослідження* (спостереження, вимірювання, порівняння), а також *емпірико-теоретичні* (абстрагування, аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, моделювання), *теоретичні* (сходження від абстрактного до конкретного,

прогнозування, системний) методи. Специфічним найвикористовуванішим методом дослідження екології людини є *антропоєкологічний моніторинг* (медико-біологічний, комплексний) – система спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей у зв'язку з дією на них факторів довкілля, а також спостереження й оцінювання умов середовища, які негативно впливають на здоров'я населення, зумовлюючи поширення захворювань.

При дослідженні ландшафтів, пропонують використовувати *традиційні* (експедиційні, експериментально-стаціонарні, літературно-картографічні, суцільного знімання, ключових ділянок, геофізичні, геохімічні) й *специфічні* методи. До специфічних вони відносять: історико-археологічний (передбачає сумісний аналіз історичних і археологічних матеріалів, що тісно пов'язує антропогенне ландшафтознавство з історичною географією); метод історико-генетичних рядів (відображає динаміку та історію розвитку природних і антропогенних ландшафтів в найбільш характерні часові зрізи); порівняльний метод натуральних аналогів (допомагає виявити схожість й відміни антропогенних ландшафтів з їх краще вивченими натуральними аналогами); ареографічний (відображає на карті ареали у вигляді суцільних областей розповсюдження або значків основних класів і типів природного й антропогенного ландшафту). Специфічний підхід до вивчення ландшафту як складної взаємодіючої парагенетичної системи дає можливість вивчити і встановити взаємозв'язки між антропогенними й оточуючими натуральними чи іншими антропогенними ландшафтами.

У поєднанні з науково-технічними розробками екологічні дослідження дають змогу вирішувати проблеми збереження довкілля найбільш раціонально і економічно ефективно. У світовій практиці такий підхід має назву менеджмент довкілля.

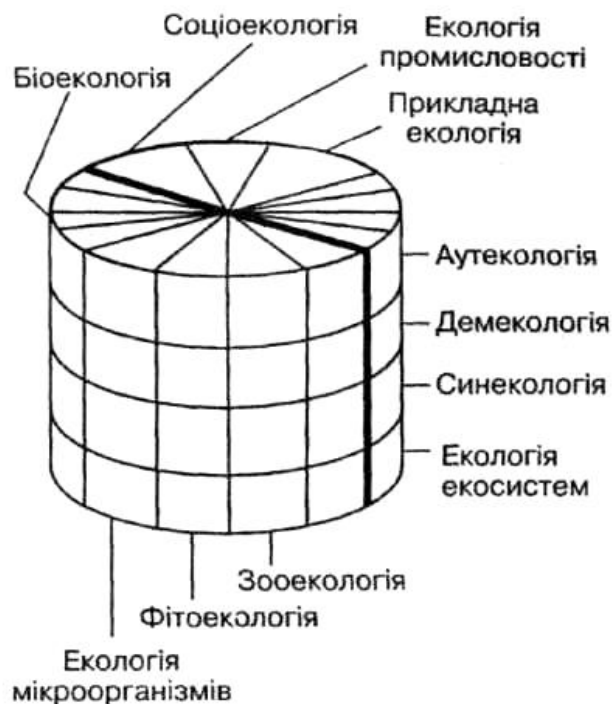
Гострота екологічних проблем у розвитку біосфери в цілому і в окремих регіонах досягла меж, що вимагають системного підходу до них, всебічного та комплексного вивчення навколишнього середовища з використанням усього комплексу як традиційних, так і нових методів. Системний підхід дає змогу розв'язати низку завдань, які стоять перед екологією як комплексною наукою, зокрема розкрити цілісність екосистем різного ієрархічного рівня, прослідкувати і передбачити зміни у властивостях основних компонентів екосистем під впливом антропогенної діяльності, а також вирішити проблеми збереження самої людини як виду.

#### **1.4. Структура сучасної екології та її взаємозв'язок з іншими науками.**

Екологія – це інтегративна наука, яка дуже швидко розвивається. Умовно екологія поділяється на чотири горизонтальні рівні (*рис. 3*), що відповідають різним рівням біологічної організації: від особини (аутекології), через популяцію (демекології) і угруповання (синекології) до екосистеми чи біогеоценозу (екології екосистем, біогеоценології) й біосфери в цілому (біосферології). Ці напрямки входять до загальної екології (теоретичної екології, біоекології). Отже, взаємовідносини особин або груп особин того чи іншого виду з умовами середовища вивчає аутекологія. Демекологія – вивчає структуру

й динаміку чисельності популяції окремих видів. Вивченням живої природи на рівні екосистем займається синекологія чи біоценологія, тобто вчення про угруповання рослин, тварин і мікроорганізмів, їх взаємодії один з одним та з неорганічним середовищем проживання. Біогеоценологія – вивчає екосистеми (біогеоценози) суходолу.

**Глобальна екологія** (мегаекологія, панекологія, неоекологія) – вивчає особливості функціонування біосфери Землі в цілому, виявлення механізмів гомеостазу цієї глобальної системи. Відносно об'єктів вивчення екологію поділяють на екологію *мікроорганізмів* (прокаріот), *рослин, тварин, людини, промисловості, енергетики, транспорту, сільського господарства* тощо. Стосовно досліджуваних середовищ або компонентів екологію поділяють на *екологію суходолу, прісних і морських водойм*. За підходами до предмета вивчення виділяють *аналітичну* та *динамічну* теоретичну екологію, з точки зору фактора часу розглядають історичну та еволюційну екологію, а також супутні їм архео- та палеоекологію. Залежно від того, на що впливають умови існування організмів, екологію поділяють на *морфологічну* та *фізіологічну*. Хімічна, геохімічна та біогеохімічна екології вивчають сукупність відповідних їм зв'язків й взаємодій, що впливають на організми [42]. Крім основних блоків екології виділяють блоки міжпредметних прикладних й теоретичних наукових дисциплін, які сформувалися чи формуються на стику різних наук, але в основу їх покладено екологічний метод пізнання.



**Рис. 3. “Шаровий піріг” екології**

В останній час започаткувались найрізноманітніші напрямки екологічних досліджень, за рахунок бурхливої екологізації різних галузей діяльності людини, які можна об'єднати за пріоритетністю, ознаками галузевої належності, теоретичного й практичного значення. Тому екологія як наука трансформувалась в *неоекологію* – “комплекс (смейство) наук, изучающих развитие, функционирование и прогнозирование развития антропосферы”.

Об'єктом дослідження неоекології є антропосфера – унікальна й найбільш складна із всіх сфер соціоекології [47].

На сьогодні існує не мало підходів, щодо визначення структури сучасної екології та її взаємозв'язку з іншими науками. Безумовно, всі вони мають право на існування й подальший розвиток, зважаючи на багатопрофільність, теоретичне значення, конкретну практичну спрямованість самої науки. Проте, найбільш вдалою й загальноприйнятою, є запропонована схема структуризації сучасної екології, що розроблена Г.О. Білявським та В.М. Бровдієм (1995), (*таблиця 1*) [9, 11, 41]. Виходячи з кола проблем, які вирішує зараз екологія, її поділено на *теоретичну* (фундаментальну) та *прикладну* (або практичну).

Завданням *теоретичної екології* є дослідження загального стану біосфери та закономірностей формування її складових частин у зв'язку з процесами, що відбуваються в агро-, літо-, гідро- й атмосфері, розробка заходів, спрямованих на гармонізацію взаємовідносин людського суспільства і природи, збереження біологічного розмаїття і загалом всіх форм життя на Землі. Крім того, теоретична екологія досліджує закономірності, формує принципи, правила, екологічні поняття і терміни, якими оперує ця наука. Оскільки жива речовина на певному етапі розвитку стає по суті екологічною силою Землі, здатною швидко змінювати її обличчя, пристосовуючи його до своїх потреб, то найдостовірніші і найповніші дані для теоретичних узагальнень цього розділу екології дають дослідження екології живих організмів та їх угруповань. Фактично вони досліджують взаємозв'язки і взаємодію всіх форм живої матерії з навколишнім середовищем та між тими чи іншими формами живого. Тематика екології часто перетинається з тематикою таких галузей біології як: ботаніка, зоологія, фізіологія, генетика, біофізика, теорією еволюції тощо. Це визначає формування багатьох проміжних і синтетичних напрямів, таких як цитоекологія, екологічна імунологія, екологічна фізіологія, продукційно-енергетична екологія, еволюційна екологія та ін.

*Прикладна екологія* об'єднує такі три підрозділи: 1) науки про охорону та раціональне використання природних ресурсів (“геоекологія” або енвайронментологія та оптимізація природокористування); 2) науки про соціально-економічні фактори впливу на довкілля (“соціоекологія”); 3) науки про техногенні фактори забруднення довкілля (“техноекологія”).

Особливості окремих блоків сучасної екології (біоекології, геоекології, екології природних сфер, соціальної екології, техноекології, агроєкології) деякі вчені трактують так [9, 50]:

*Біоекологія* займається формуванням уявлень про екологію як економіку природи на основі вивчення потоків речовини, енергії та інформації в життєдіяльності організмів, їх груп та біологічних систем. Вона є праматір'ю і головною складовою сучасної екології. До складу біоекології входять екологія природних біологічних систем (аутекологія, демекоелогія, синекологія, біогеоценологія); екологія таксономічних груп; еволюційна екологія.

Біоекологічними дослідженнями охоплені різні форми та систематичні групи живих організмів, зокрема, віруси й бактерії, нижчі й вищі рослини, безхребетні та хордові, гриби і людина. Так, високих темпів набули біоекологічні

дослідження мікроорганізмів, зокрема, бактерій. І це не випадково. Бактерії заселяють всю біосферу, і неможливо відшукати такі ділянки, в яких би існувало життя без бактерій. Розглядаючи екологію бактерій, потрібно враховувати, що вони є не тільки мешканцями біосфери, але й її творцями. Бактерії самі собою є, можливо, найважливішим екологічним фактором для всіх без винятку живих організмів, з якими вони взаємодіють безпосередньо або через процеси колообігу елементів. Вони є одночасно коменсалами, симбіонтами або паразитами. Одним з напрямів вивчення бактерій є дослідження їх аутокології. Стосовно екології бактерій цей розділ науки вивчає дію різних абіотичних факторів середовища на окремі їх популяції та види. Важливим фактором еволюції бактерій є розвиток біотехнології та генної інженерії. В умовах забруднення навколишнього природного середовища різноманітними хімічними, фізичними та біологічними речовинами, швидкого розвитку промисловості та різкого зменшення чисельності популяцій диких тварин, все актуальнішого значення набуває дослідження їх в екології [11].

В результаті успіхів молекулярної біології високими темпами розвивається молекулярна екологія. Не дивлячись на відносно нескладну організацію бактеріальної клітини та її незначний об'єм, вона володіє надто складними механізмами молекулярних адаптацій, про існування яких донедавна навіть не здогадувались.

*Біоіндикація* вивчає реакцію живих організмів на забруднення середовища антропогенного характеру. Живі організми з вузькими межами екологічного пристосування (стенобіонти) є, як правило, надійними біоіндикаторами середовища. Своєю поведінкою, зміною фізіологічних реакцій або навіть можливістю свого існування вони свідчать про зміни в середовищі. Такі організми широко використовуються в управлінні процесами екологічної реабілітації забруднених територій, природних басейнів і навіть повітря.

*Біомоніторинг* являє собою досить складну систему спостережень за станом екосистем, біот чи окремих видів організмів в різних екологічних умовах. Важливе значення мають також експериментальна екологія, екологія ландшафтів, а також заповідна справа.

*Експериментальна екологія* має надто широке поле діяльності. Базою експериментальної екології є саме життя та його потреби. Господарська діяльність людини – це також своєрідний експеримент над природою. В міру опанування людиною позаземних просторів та планет Сонячної системи, стають актуальними екологічні проблеми, пов'язані з існуванням земних організмів в цих незвичних для них умовах. Водночас набуває подальшого розвитку космічна екологія.

Важливим розділом теоретичної екології є всебічне вивчення екології людини як біологічної істоти, яка живе в певному природному середовищі і потребує відповідних абіотичних і біотичних умов для свого існування. Об'єктом досліджень цієї науки є людина, але не як соціальний об'єкт, а як біологічний вид. Фактично це екологія біологічного виду *Homo Sapiens*. Але чітких, обґрунтованих розмежувань між соціальною екологією і екологією людини поки що не зроблено. Існують також певні неузгодженості і з такими

науками, як валеологія, безпека життєдіяльності, медична географія та медична екологія (щодо цілей, завдань, методів досліджень, підходів). М.Ф. Реймерс визначив екологію людини як екологію людської популяції, яка охоплює як соціально-психологічні та етнологічні стосунки людей між собою, так і ставлення людей до природи, тобто як комплексну еколого-соціально-економічну галузь знань [57]. Т. Димань, М. Барановський, Г. Білявський та інші, в екології людини виділяють екотрофологію (гр. ойкос – місце проживання, трофе – харчування, логос – вчення) – науковий напрям, що вивчає проблеми харчування людини, що заснований на досягненнях природничих, соціальних і економічних наук. За їх визначенням: “екотрофологія навчає як створити умови, що повністю забезпечують потреби різних верств населення в раціональному і збалансованому харчуванні, адекватному національним традиціям і звичкам, віку, професії, стану здоров’я, економічному становищу та екологічній ситуації, відповідно до вимог сучасної медичної науки”.

**Геоекологія** або ландшафтна екологія вивчає великі геосистеми та географічні процеси, що відбуваються за участю живих організмів. Об’єктами вивчення геоекології є геосистеми, що представляють собою контрольовані людиною ділянки ландшафтів (чи цілі ландшафти) з характерними для них процесами тепло- і вологообміну, біохімічним колообігом, видами господарської діяльності людини та соціально-економічними відносинами. Геоекологія, вивчаючи специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах, на суші і в океані, в тундрі, тайзі і тропіках, у горах і пустелях, дає екологічну характеристику різних географічних регіонів, областей, районів, ландшафтів. Вона розглядає екологічні наслідки ендо- та екзогенних геологічних процесів, видобутку корисних копалин, займається екологічним картографуванням [50]. Геоекологію, як нову науку географічного циклу, було введено в кінці 30-х років К. Тролем взамін запропонованого ним же терміну “екологія ландшафтів”. Згідно з С.П. Горшковим, геоекологія – наука про сучасні ландшафти (як природні, так і техногенно-змінені), а також про геологічне середовище, про способи та можливості використання природним ресурсів й екологічних обмежень при розвитку суспільства. Л.М. Коритний розглядає геоекологію як важливу складову частину географії, предмет досліджень якої – територіальної закономірності взаємодії суспільства і природи, а об’єкти – інтегральні геосистеми різного об’єму.

Екологічна геологія – принципово новий напрям у геології, який дозволяє реалізувати екологічний принцип відносно геологічного середовища, що може використовувати як: літосферний простір для будівництва споруд та інженерних комунікацій; постачальник значної частини енергетичних ресурсів; мінеральна основа біосфери. Г.І. Рудько (2002) пропонує розглядати такі основні екологічні функції геосферної оболонки: 1) ресурсну, що відповідає за певний рівень речовини та енергії, необхідних для життєдіяльності людського суспільства; 2) геодинамічну, що відповідає за прояв і динаміку природних й техногенних (антропогенних) геологічних процесів, які впливають на умови існування людського суспільства; 3) геохімічну санітарну, що відповідає за стан здоров’я

населення через оцінку рівня та характеру техногенного забруднення природних середовищ. При цьому геохімічна функція геологічного середовища може бути розділена на ландшафтно-геохімічну і гідрохімічну; 4) гідро-геологічно-гідрологічну функцію геологічного середовища; 5) радіоекологічну функцію геологічного середовища. Для екологічної геології приймають такі рівні організації літосфери: геофізичний (фізичні поля і частки); атомно-молекулярний (елементи і сполуки); мінералогічно-петрографічний (мінерали, гірські породи); локальний геологічний (масиви гірських порід, стратиграфогенетичні комплекси гірських порід); регіональний (геологічні формації, структурні поверхи, регіональні геосистеми); планетарний (геооболонки). Об'єктами дослідження в екологічній геології є геоекологічне середовище, закони та умови його розвитку в епоху техногенезу. Техногенні зміни екологічного стану геологічного середовища в Україні контролюються такими параметрами: динамікою ресурсів корисних копалин і параметрами екологічних змін геологічного середовища в результаті розробки родовищ корисних копалин; зміною ландшафтно-геохімічних умов; зміною інженерно-геологічних умов; зміною гідрологічних умов; зміною радіоекологічних умов [2]. До геоекологічного розділу, крім зазначених в таблиці 1, входять такі напрями: екологія гідробіонтів Світового океану, озер, штучних водойм, боліт тощо; геоекоеінформатика; дистанційний геоекомоніторинг; екологічна й гірничодобувна промисловість; тропосферні екологічні дослідження, стратосферні екологічні дослідження тощо.

Екологічна проблематика в географії з точки зору загальної градації основних екологічних проблем може бути розглянута в наступних аспектах: біогеографічний аспект в географії по суті є продовженням екологічної тематики в біології. В рамках цього напрямку проводяться дослідження з виявлення географічних закономірностей організації екосистем та їх типології як первинних структурних одиниць біосфери; геосистемний напрям у географії базується на концепції екологічного підходу до геосистем.

Екологія природних сфер досліджує екологічні процеси, що відбуваються на територіях, де вплив людини ще не відіграє вирішальної ролі у функціонуванні екосистем (заповідні території, позашельфові зони океанів і морів, пустелі, великі лісові масиви, гори, де антропогенні забруднення мінімальні або в межах допустимих для функціонування біоти норм).

Цікавим міжпредметним комплексом, який виник на стику суспільних наук і екології є соціоекологія – розділ сучасної екології, що вивчає роль людини в довкіллі не як біологічного виду, а як соціальної істоти, а також шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою. Вона поділяється на екологію особистості, соціальних груп, людських популяцій, людства і тісно пов'язана з етнографією і соціологією. Основними завданнями *соціальної екології* є [5, 50]:

- 1) формування екологічної свідомості та екологічної культури;
- 2) вивчення взаємовідносин між суспільством і природою;
- 3) розробка принципів і критеріїв екологічного менеджменту;



4) формування основ локальної, регіональної та глобальної екологічної політики.

**Соціальна екологія** розглядає взаємовідносини в системі “суспільство-природа”, вона вивчає взаємодії та взаємозв’язки людського суспільства з природним середовищем, розробляє наукові основи раціонального природокористування, які передбачають охорону природи та оптимізацію середовища проживання людини. Характер взаємовідносин людини і природи залежить, перш за все, від її моральності, освіченості, знанні наслідків своєї діяльності, загального культурного рівня і духовності (рис. 4) [5]. Вона включає, крім основних, такі розділи, як економія, яка вивчає здебільшого історичні, еколого-соціально-економічні закономірності розвитку глобальної системи “суспільство-природа”, екологія, що досліджує еколого-економічні системи різного рівня ієрархії і, насамперед, межі розумного навантаження на природне середовище; тектологія – наука про управління еколого-соціальними та еколого-економічними процесами [11].

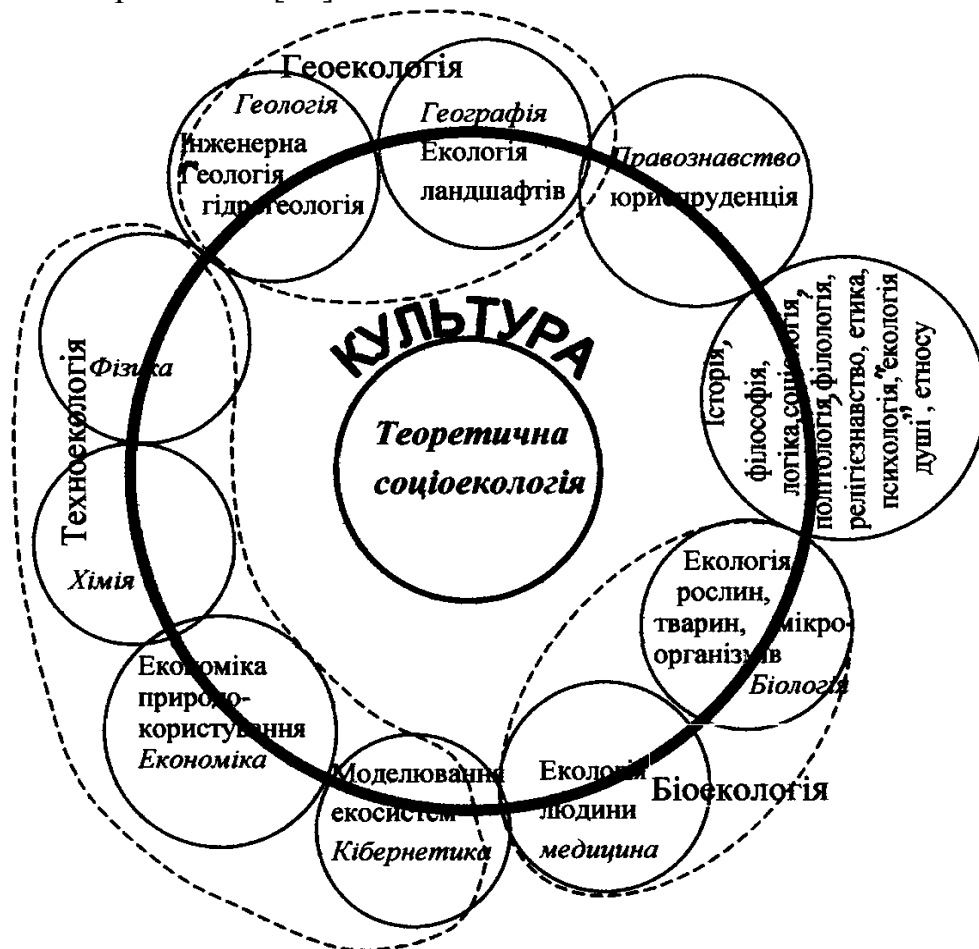


Рис. 4. Структура екології людського суспільства (*Human ecology*) (за Г.О. Бачинським та ін., 1995)

Відомий український вчений М.А. Голубець виділяє окрему науку геосоціосистемологію. Об’єктом дослідження якої є геосоціосистеми, їх генезис, закономірності розвитку, будови й функціонування, структурно-функціональні взаємозв’язки і взаємозалежності між їхніми внутрішніми компонентами та з іншими геосоціосистемами, про особливості їх саморегуляції, еволюції й антропогенної динаміки, принципи управління

геосоціосистемними процесами з метою забезпечення оптимальних умов життя людей, збереження для теперішніх і майбутніх поколінь сприятливого довкілля та досягнення умов сталого розвитку в локальних, регіональних і глобальних масштабах. Предметом дослідження цієї науки є складні явища і процеси на планеті, зумовлені потужним виробничим впливом людства на природне середовище свого існування, на біосферу та її довкілля. На думку вченого, глобальною геосоціосистемою є соціосфера – самоорганізована, саморегульована планетна система, до складу якої належить біосфера (ноосфера), інші охоплені виробничою діяльністю геосфери та прилеглий до Землі Космос і людське суспільство з усіма наслідками його розумової й господарської діяльності (інтелектуальними здобутками, спорудами, інституціями, формами організації, типами виробничих відносин тощо). На відміну від біосфери, основними функціональними рисами якої є живлення і біотичний колообіг, а відношення між компонентами – трофічними (харчовими), в соціосфері відповідниками до цих показників є праця, соціальний обмін речовин і суспільні відносини.

**Техноекологія** – найбільший за обсягом блок прикладних екологічних напрямів (і, відповідно, дисциплін), пов'язаних з такими сферами людської діяльності, як енергетика, промисловість, транспорт, військова справа, сільське господарство, космос. До техноекологічного розділу (блоку) входить 60% всіх напрямів в екології. Це такий блок, що активно розвивається.

Серед завдань техноекології слід назвати такі [9]:

- вивчення обсягів, механізмів і наслідків впливів на довкілля та здоров'я людини різних галузей і об'єктів діяльності, особливостей використання ними природних ресурсів;
- розробка регламентацій природокористування і технічних засобів охорони природи;
- розв'язання проблеми утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем;
- екологізація виробництв.

За останнє десятиліття в техноекологічних розділах виокремилися галузеві підрозділи, кожен з яких має свої методи екологічних досліджень і контролю, свою специфіку впливу на довкілля, способи утилізації відходів та свої методи й шляхи екологізації [8, 9, 50]:

- військова діяльність – за її типами:
  - а) екологічні проблеми механізованих військ;
  - б) екологія і ракетна справа;
  - в) екологія і військово-морський флот;
  - г) екологічні проблеми військово-промислового комплексу;
  - д) екологічні наслідки військових напрямків та навчань;
  - е) екологічна освіта військових кадрів;
  - є) екологічна безпека військової радіотехніки; військова техніка і стан довкілля та ін.;
- енергетика:
  - а) екологія і ядерна енергетика;

- б) гідроенергетика і екологія;
- в) екологічні проблеми теплоенергетики;
- г) альтернативна енергетика (вітрова, сонячна, біоенергетика, геотермальна і ін);

- промисловість – близько 20 галузевих підрозділів (екологічні проблеми металургійної, нафтопереробної, хімічної, машинобудівної, будівельної, цементної, м'ясо-молочної, цукрової, фармацевтичної, деревообробної та інших галузей);

- транспорт – екологічні проблеми повітряного, наземного автомобільного, водного, залізничного, трубопровідного, підземного транспорту;

- сільське господарство (агроекологія):

а) екологія культурних рослин;

б) екологія сільськогосподарських тварин;

в) екологічні проблеми землеробства;

г) екотоксикологія агросфери;

д) заповідна справа в агросфері;

е) агроекологічний контроль, моніторинг, аудит, експертиза;

є) агроекологічний менеджмент, управління і бізнес;

ж) альтернативне землеробство;

з) соціальна екологія агросфери;

и) агроекологічна освіта і виховання;

і) географічні інформаційні системи (ГІС) в агропромисловому комплексі;

ї) екологічні проблеми електрифікації і механізації сільського господарства і ін;

- космічна діяльність – екологія ближнього і дальнього космосу, екологія космічних апаратів; екологія космічних тіл, подібних до Землі.

**Агроекологія** є одним із розділів прикладної екології. Це комплексна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є агросфера планети, а предметом – взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі аграрного виробництва, а також вплив сільського господарства на природні комплекси. Її мета – ефективна екологізація всіх галузей сільського господарства для забезпечення виробництва якісної “екобезпечної продукції” в достатній кількості при збереженні й відтворенні природно-ресурсної бази аграрного сектору.

Агроекологія вивчає особливості екологічних процесів в агросфері і є ідеологічною основою екологічно збалансованого функціонування агросфери.

Урбоекологія, або екологія міських систем, досліджує процеси урбанізованих селитибних і промислових територій, які формують екологічні умови та особливості функціонування екосистем під впливом житлових масивів, енергетики, транспорту, будівництва, різних галузей промисловості. На думку В.П. Кучерявого (2001), **урбоекологія** – це наука про взаємозв'язки і взаємодію в часі й просторі двох систем – міської (в складі підсистем – соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, керівної, адміністративної та ін.) і природної, а також про ноосферне управління урбоекосистемою. Урбоекосистема – це природно-територіальний комплекс (геокомплекс) зі всією його ієрархічною структурою – від ландшафту до фації, який знаходиться під

безпосереднім впливом (минулим, сучасним, майбутнім) міста. Ці території мають найбільше техногенне навантажені.

Сьогодні активно розвиваються такі напрями, як екологічна техніка, екологічна метрологія, стандартизація і сертифікація, економіка природокористування, екологічна політика.

Сьогодні на стику екологічного підходу та інших наук появляються різні напрями. Так, на стику екології й гідробіології появилась *гідроекологія* – комплексна наука, що вивчає водні екосистеми або їх частини як цілісну систему взаємодіючих живих і неживих компонентів, а також вплив господарської діяльності людини на стан і якість води.

На стику з геологією і палеонтологією виникла палеоекологія, яка відтворює екологічні зв'язки вимерлих видів рослин і тварин на основі будови викопних форм та умов їх захоронення.

В результаті поєднання екологічного підходу з принципами ландшафтознавства з'явилась ландшафтна екологія – напрямок, який тісно пов'язаний з проблемами раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів.

Впровадження в екологію принципів термодинаміки породило продукційно-енергетичну екологію, яка досліджує закономірності розсіювання потоку енергії в трофічних ланцюгах.

Перелічені вище напрями досліджень, з використанням досліджень біогеоценології, геології, географії, економіки, математики, кібернетики, інформатики та інших наук (рис. 5), дають цінний матеріал для розробки теорії екологічних систем. Проте будь-які програми оздоровлення екологічно хворих територій вимагають системи управління ними (екологічний менеджмент), не кажучи вже про необхідність проведення в життя певної екологічної політики.

Управління потрібно здійснювати на основі конкретних правових норм, що потребує розробки на наукових засадах екологічного права, а також науково обґрунтованих норм і техногенних навантажень на середовище.

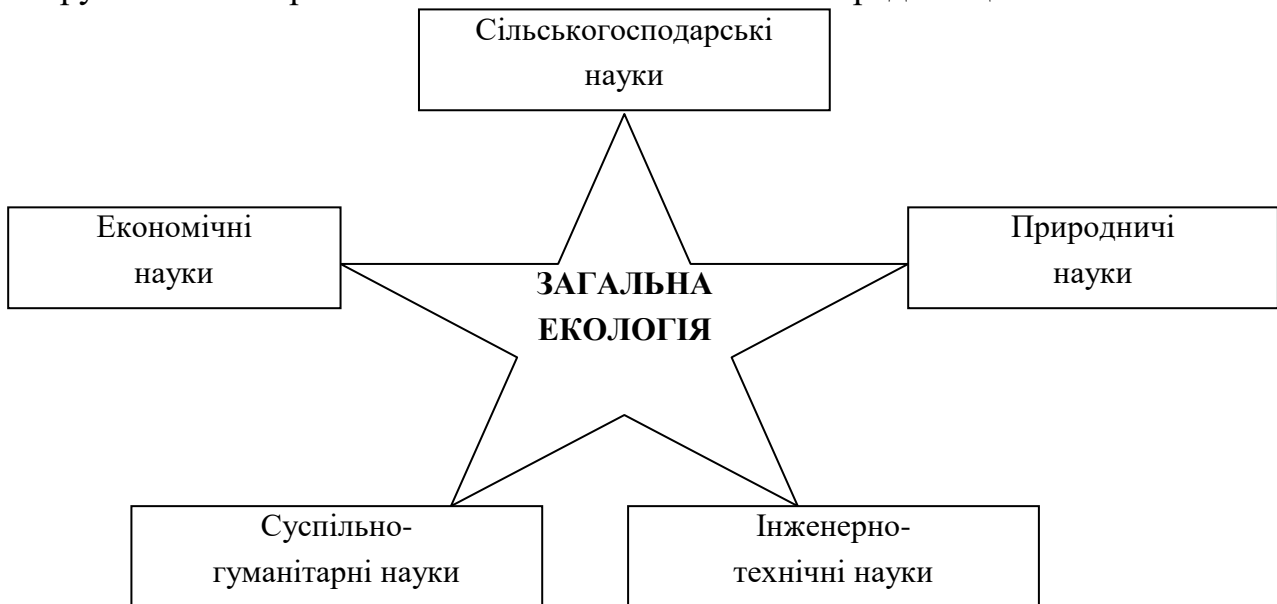


Рис. 5. Місце екології в структурі сучасних наук.

Головною функцією управління (*менеджменту*) є формування організаційно-управлінського механізму охорони навколишнього природного середовища. Таке управління неможливе без організації зворотного зв'язку. Тому наука управління в галузі екологічних проблем не може обійтися без досліджень в галузі біоіндикацій та біомоніторингу [9, 11].

Серед прикладних наук екологічного змісту головне місце посідає **економіка природокористування**. Екологічні проблеми природокористування є проблемами ноогеніки – науки про те, як уникнути екологічних бумерангів в умовах розвитку науково-технічного прогресу. Предметом економіки природокористування є дослідження механізму залучення природних ресурсів у виробництво, їх охорони і відтворення на основі досягнення науково-технічного прогресу. Завдання економіки природокористування як науки виходять з дій економічних законів. До головних завдань належать [10, 30, 68]: 1) визначення перспективних напрямків розвитку виробництва з урахуванням раціонального природокористування та якості довкілля; 2) визначення рівня задоволення потреб суспільства в природних ресурсах; 3) прогнозування використання природних ресурсів й стану довкілля; 4) визначення шляхів і методів підвищення ефективності використання природних ресурсів; 5) врахування економічної оцінки природних ресурсів при обробці балансу національного багатства; 6) екологічно обґрунтоване планування вкладень у довкілля; 7) визначення соціально-економічної ефективності економічних затрат; 8) економіко-екологічна оцінка виробництва, будівництва й технічного переозброєння (модернізація) підприємств і галузей господарства; 9) посилення режиму економії та господарської дисципліни завдяки економному використанню природних ресурсів з метою збільшення випуску промислової й сільськогосподарської продукції та охорони довкілля від забруднень. Одним з найважливіших завдань економіки природокористування, спрямованого на комплексне використання природних ресурсів, є залучення в обіг вторинних ресурсів, споживання відходів виробництва, створення безвідходних і маловідходних енерго- та ресурсозберігаючих технологій.

**Охорона навколишнього середовища** – комплекс міжнародних, державних, регіональних, локальних, адміністративно-господарських, технологічних і громадських заходів, спрямованих на збереження і забезпечення раціонального природокористування, відновлення, охорону та примноження природних ресурсів для блага людського суспільства і підтримання екологічної рівноваги біосфери. Вчені західних країн розрізняють, як правило, науку екологію і науки про навколишнє середовище. Екологія вивчає групи факторів середовища, які впливають на організми: абіотичні (неживої природи – температура, вологість повітря й ґрунту, світло, хімічний склад атмосфери, води, ґрунту та ін.), біотичні (різні внутрішньо- і міжвидові відносини організмів у природному угрупованні) і антропогенні (вплив діяльності людини на живу природу). Охорона природи розглядає лише третій фактор – вплив людини на середовище, який, проте, не в усьому збігається із загальноекологічним підходом.

М.Ф. Реймерс виділяє загальну “велику” екологію (інакше – екологія глобальна, мегаекологія, панекоекологія) – такий науковий напрям, який досліджує

сукупність природних і соціальних явищ і предметів, але в площині інтересів людини (рис. 6) [56]. Вчений пропонує поділити екологію за розмірами об'єктів вивчення на: аутоекологію (організм і його середовище існування); популяційну екологію або демекологію (популяція і її середовище); синекологію (біотичні угруповання, екосистеми та їх середовище); географічну або ландшафтну екологію (крупні геосистеми, географічні процеси за участю живого та їх середовище); глобальну екологію (мегаекологія, екологія загальна, вчення про біосферу Землі). За відношенням до предметів вивчення, М.Ф. Реймерс поділяє екологію на: екологію мікроорганізмів (прокаріот), грибів, рослин, тварин, людини, сільськогосподарську, промислову та загальну (як теоретично узагальнюючу дисципліну). По середовищам і компонентам, вчений розрізняє екологію суходолу, прісних вод, морську, Крайньої Півночі, високогір'я, хімічну (геохімічну, біогеохімічну) тощо. За підходами до предмета вивчення – аналітичну й динамічну.



Рис. 6. Підрозділи екології (за М.Ф. Реймерсом)

Тепер уже сформувався 90 напрямків екологічних досліджень, які можна умовно об'єднати за проблемами галузевої належності (з подальшим поділом у кожній галузі), пріоритетності, належності до геосфер та їх компонентів, взаємопідпорядкованості, соціально-економічної значущості з урахуванням прямих і зворотних зв'язків. Кожен із напрямків екологічних наук має свою специфіку, своє коло питань, що їх потрібно вирішувати, свої особливості екологічного моніторингу, свої методи досліджень, але завдання в них одне: визначити характер забруднення довкілля, пов'язаних із тим чи іншим видом діяльності людини, об'єми цих забруднень, ступінь їх небезпечності, можливості нейтралізації завданої природі шкоди, а також вирішити проблеми оптимальної екологізації технологій, охорони природи, збереження й

відновлення природних ресурсів [9].

Сьогодні неможливо відвернути екологічну кризу без розвитку експериментальної екології, без створення глобальної системи моніторингу довкілля – безперервних точних вимірів стану повітря, води і ґрунтів, біологічних об'єктів майже для всієї поверхні Землі. Та ці дані будуть мертвою інформацією за відсутності теорій, методів та засобів передбачення і коригування стану й змін довкілля.

Екологія повинна стати лідером наук XXI сторіччя, а роззброєння на всіх континентах й дотримання екологічних законів – основою всіх форм життєдіяльності людини. Сьогодні дотримання та впровадження в економіку екологічних законів, правил, принципів і підходів дозволить зменшити антропогенний тиск на природу, забезпечити екологічну безпеку та надати шанс для виживанню всього людства.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яке завдання дисципліни “Екологія” у педагогічних закладах освіти?
2. Що таке екологічний світогляд?
3. Визначте чотири рівня пізнання Природи.
4. Які основні положення екологічного світогляду?
5. Що може зробити кожен із нас для збереження життя на Землі?
6. Причини виникнення екологічних криз.
7. Наведіть приклади масштабів людської діяльності, яка перетворює нашу планету на непридатне для життя середовище.
8. Наведіть приклади екологічних негараздів в Україні.
9. Визначіть джерела загроз для довкілля.
10. Коли екологія сформувалась як наука? Кого вважають її засновником?
11. Дайте кілька визначень екології.
12. Сформулюйте об'єкт і предмет вивчення екології.
13. Визначіть взаємозв'язки екології з іншими науками.
14. Структура сучасної екології як науки.
15. Основні напрями наукових екологічних досліджень.
16. Які головні завдання людства щодо охорони довкілля?
17. Що ви знаєте з історії розвитку екології як науки?
18. Які знання сьогодні потрібні фахівцю будь-якої галузі?
19. Основні етапи формування сучасної екології як науки?
20. Назвіть рівні організації живої матерії.
21. Окресліть екологічний стан аерокосмічної галузі.
22. Проблеми забруднення ґрунту.
23. Проблеми забруднення водного середовища.
24. Визначіть методи очищення стічних вод.
25. Що передбачає охорона Світового океану?
26. Сапробність водойм, основні показники якості води.
27. Охарактеризуйте екологічний стан космічного простору.
28. Що таке “космічне сміття”?
29. Які Ви знаєте методи екологічних досліджень?
30. Визначте основні завдання теоретичної і прикладної екології.

## РОЗДІЛ 2.

*Що ми позичили в наших дітей?  
Усе, що успадкували від наших батьків.  
Життя. Мову, якою говоримо і без  
якої й не були б людьми. Дороги, що  
ведуть від міста до міста й далі —  
до інших країн та інших народів.  
Ліси й гаї, озера, річки й струмки...  
Тож хіба не зобов'язані ми залишити  
нашим дітям хоча б не менше?*

**Б. Місвалдіс,**  
латиський письменник

## СТРУКТУРА ТА МЕЖІ БІОСФЕРИ.

### 2.1. Походження та еволюція життя.

Поява життя в ході тривалого розвитку природних систем є великою загадкою Природи. Наука лише наближається до її вирішення. Виникнення й організація живої речовини пов'язана з властивостями атомів, що її складають, а також із властивостями вуглецю. Причиною зародження життя були певні процеси в космічній еволюції речовини Сонячної системи або, точніше, в ядерному синтезі (нуклеосинтезі), що передував появі цієї системи. Саме ядерний синтез сприяв утворенню біогенних елементів С, Н, N у тому співвідношенні, яке виявилось сприятливим для формування складних органічних сполук – попередників життя. З появою первинної газової туманності, пов'язаної з раннім Сонцем, з'явилися органічні сполуки.

У гірських породах раннього докембрія Гренландії, Південної Африки та Західної Австралії виявлені безперечні геохімічні свідчення існування древньої біосфери з пануванням фотосинтезуючих автотрофних організмів. Передбачувана багатьма ученими рання біосфера з гетеротрофними організмами існувала відносно недовго, оскільки у кам'яному літописі земної кори вона практично не залишила слідів.

З перебігом геологічного часу еволюція живих організмів дала незліченне число видів. Виникнення фотосинтезу сталося близько 4 млрд. років назад, а, можливо, ще раніше. Спочатку фотосинтез у біосфері здійснювався синьозеленими водоростями та їх предками, що сприяло появі вільного кисню і дозволило більшості живих істот удосконалити свій енергетичний обмін, надбудувавши над колишнім анаеробним обміном нові системи кисневого дихання. Біосфера – потужний кисневий потенціал, який визначив характер геохімічних процесів, міграцію хімічних елементів і форми їх існування. У криптозої, докембрії життя розвивалося в морських умовах і досить повільно.

У кембрійському періоді з'явилися вищі безхребетні тварини, які будували свій скелет із вуглекислого кальцію. Формування скелета у хребетних тварин викликав посилення міграції фтору та фосфору. Вихід рослин на сушу в девонському періоді визначив різкий перелом у розвитку біосфери в цілому. Він



відкрив широкі можливості для подальшого збільшення видів тварин і рослин. Спочатку з'явилися папороті, хвощі, які забезпечили міграцію вуглекислоти. Розвиток наземної рослинності та утворення ґрунтів створили передумови для виходу на поверхню континентів тварин. В результаті еволюції рослинного світу в мезозойській ері виникли ліси. Жива речовина охопила нижню частину атмосфери – тропосферу. Птахи почали відігравати важливу роль в обміні речовин між сушею та морем.

Нарешті, найзначніші зміни в біосфері Землі настали у зв'язку з появою людини. Виникла антропосфера, початком якої є розселення первісної людини по поверхні всіх континентів. Із часом людина стала відносно незалежною від клімату. Поки що продуктивні сили цивілізації розбудовують антропосферу, яка є стихійним проявом діяльності людського суспільства. За В.І. Вернадським, вона має перейти в ноосферу – оболонку Землі, що визначається свідомою й розумною діяльністю людства.

**Біосфера** – оболонка Землі, в якій існує життя. Це – цілісний комплекс усіх екосистем, відкрита термодинамічна система, яка ззовні отримує енергію і речовини для синтезу органічних сполук і виділяє в природне середовище відходи, що забезпечує її стійкість. Об'єм біосфери становить близько 0,4% об'єму планети. До складу біосфери входять частини таких геосфер, в яких умови придатні для існування живих організмів (рис. 5):

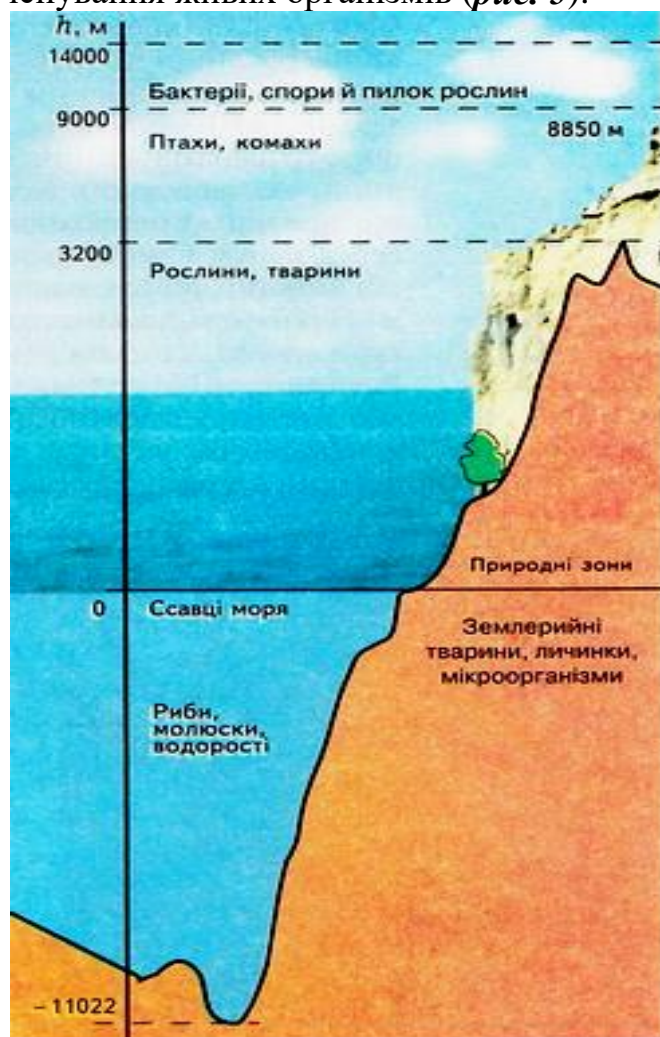


Рис. 5. Межі біосфери

- 1) нижня частина атмосфери (тропосфера – до висоти 10 км);
- 2) вся гідросфера (води рік, озер, морів, океанів);
- 3) верхня частина літосфери (приблизно до глибини 5 км).

Усі ці складові об'єднані в єдиній оболонці життя живими організмами, які не лише існують в біосфері, а є її творцями.

Основна маса живої речовини зосереджена в порівняно невеликому прошарку – біостромі, який лежить на поверхні суходолу, охоплює верхні шари водойм та містить до 98% всієї живої речовини планети.

Вперше термін “*біосфера*” з'явився у ХІХ ст. у працях австрійського вченого-геолога Е. Зюсса (1875 р.). На існування всепроникаючої живої матерії вказував ще Ж.Б. Ламарк (1802 р.). Основоположником сучасних уявлень про “сферу життя” є академік В.І. Вернадський (1863-1945 рр.). Наукові ідеї, покладені в основу вчення про біосферу, видатний вітчизняний природодослідник розвивав у окремих статтях, а пізніше в лекціях, прочитаних у 1923-1924 рр. в Карловому університеті Праги та в Сорбоні (Париж). Положення, які він розвивав, були узагальнені в книзі “Біосфера”, опублікованій у 1926 р. Поверхню Землі В.І. Вернадський (*рис. 6*) розглядав як своєрідну оболонку, розвиток якої визначається діяльністю живих організмів. Суть вчення В.І. Вернадського полягає в тому, що вища форма розвитку матерії на Землі – життя – усереднює інші планетарні процеси: “Можна без перебільшення твердити, що хімічний стан зовнішньої кори нашої планети, біосфери, цілком перебуває під впливом життя, тобто визначається живими організмами. Незаперечно: енергія, що надає біосфері її звичайного вигляду, має космічне походження, її випромінює Сонце у формі променистої енергії. Але саме живі організми, тобто сукупність життя, перетворюють цю космічну променисту енергію у земну, хімічну і створюють нескінчену різноманітність нашого світу. Це живі організми, які своїм диханням, своїм живленням, своїм метаболізмом, своєю смертю і своїм розмноженням, постійним використанням своєї речовини, а головне – триваючою сотні мільйонів років безперервною зміною поколінь, своїм народженням і розмноженням породжують одне з найграндіозіших планетарних явищ, що не існують ніде, крім біосфери”.



Рис. 6. В.І. Вернадський (1926 рік)

Атмосфера – повітряна оболонка Землі, яка складається з суміші газів, що до

висоти 20 км має приблизно постійний склад: азоту – 78%; кисню – 21%; аргон, діоксид вуглецю, неон, гелій, озон – разом до 1 %.

Азот утворився протягом історії розвитку Землі завдяки виділенню газів із земної кори та хімічним процесам; нагромадився в атмосфері, оскільки він хімічно неактивний і майже не вступає в процеси обміну речовин живих організмів.

Кисень первісної атмосфери, щовиникла внаслідок виділення газів і охололого земного ядра завдяки фотодисоціації  $H_2O$  та  $CO_2$  під дією ультрафіолетових променів,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  і  $NH_3$  були основними компонентами первинної атмосфери.

Перші організми (пропаріоти) розвинулись близько 3,5 млрд. років тому. Перший кисень міг походити від синьозелених водоростей і накопичуватись у первісній атмосфері 2 млрд. років тому. Кисень був основою перших еукаріотів, наступників прокариотів (рис. 7).

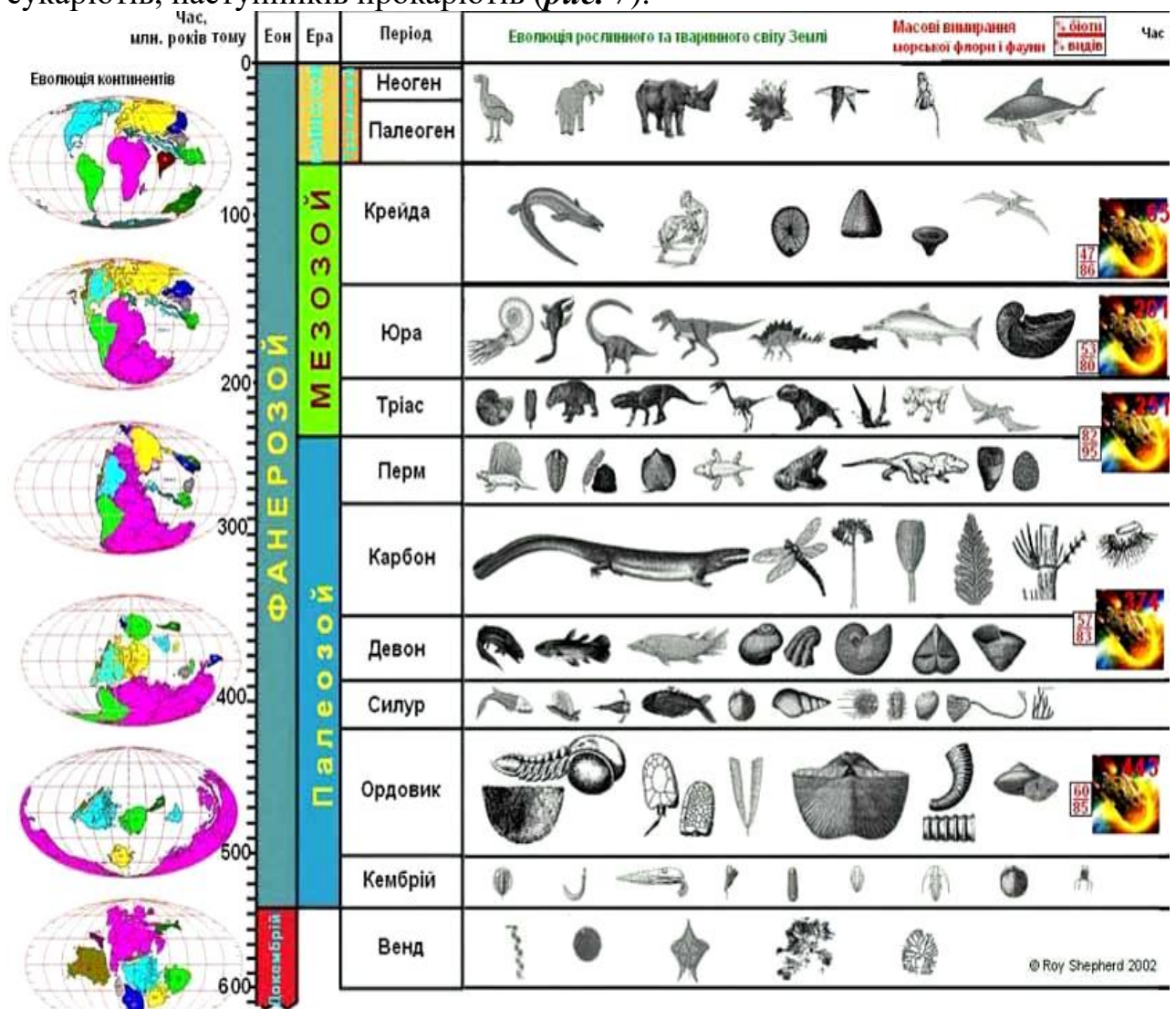


Рис. 7. Еволюція розвитку органічного світу

Кисень, який міститься в атмосфері нині, – це побічний продукт виробництва глюкози в процесі фотосинтезу в рослинах.

Двооксид вуглецю повітря визначається як кількість водяної пари через реакції рівноваги, що протікають між атмосферою, гідросферою, літосферою

(колообіг води, вуглецю).

Озон – триатомна форма кисню, утворюється в стратосфері, в основному на висоті 25-30 км (озоновий шар), який захищає живі організми від жорстких ультрафіолетових променів.

Тропосфера сягає від Землі на відстань 10 км, містить майже всю водяну пару атмосфери. Тут відбувається зміна погоди та переміщення повітря.

Стратосфера знаходиться на висоті від 10 до 50 км; в ній через низьку температуру ( $-90^{\circ}\text{C}$ ) над полюсами розміщується ізотермічний шар. У стратосфері є озоновий шар, який абсорбує шкідливі для живих організмів ультрафіолетові промені з довжиною хвилі від 200 до 340 нм, в результаті чого він нагрівається до  $0^{\circ}\text{C}$ .

Мезосфера знаходиться на висоті від 50 до 80 км; тут температура продовжує підніматися до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Потім температура знижується до  $-80^{\circ}\text{C}$ , утворюючи яскраво виражену межу в атмосфері.

Термосфера сягає на 500 км (іоносфера), де температура підвищується до  $1200^{\circ}\text{C}$ . Тут спостерігається підвищення електропровідності шарів – іонізація, що спричинена енергією сонячного випромінювання.

На висоті 500 км починається зовнішня атмосфера – екосфера або магнітосфера, де відбуваються електромагнітні явища.

## 2.2. Категорії організмів.

Органічний світ біосфери складається з чотирьох «царств»: доядерних (прокаріот), рослин, грибів і тварин. Першими в геологічній історії були прокаріоти, сліди життєдіяльності яких виявлені морфологічно і біохімічно у формаціях докембрія. Головні генетичні взаємини між прокаріотами, рослинами, грибами і тваринами представлені на *рис. 8*.

Еукаріоти представлені, головним чином, рослинами та тваринами. Для накопичення поживних речовин рослини використовують процес фотосинтезу. Тварини ж активно пересуваються в пошуках кращих жител і їжі, проте існують такі морські форми тварин (губки, корали, морські лілії), що ведуть прикріпленій спосіб життя і споживають їжу у вигляді мікроорганізмів.

Основна відмінність між рослинами і тваринами, яка оформилася ще в докембрійський час, коли біосфера була населена одноклітинними організмами, полягає у способах живлення є переміщення. Чисельність видів тварин приблизно в 4 рази перевищує чисельність рослинних організмів.

За числом видів перше місце серед тварин посідають комахи. Цей найчисельніший клас безхребетних налічує понад 1 млн. видів. Очевидно, що число видів комах різко перевищує число видів будь-якого класу живих організмів. Але, за висновком ентомологів, крім вивчених видів комах в межах біосфери існує ще стільки ж неврахованих. Комахи здатні до швидкого розмноження, тому вони є потужним біологічним і геохімічним чинником біосфери. Орієнтовні розрахунки показують, що на нашій планеті мешкає мінімум 108 млрд. комах, тобто на кожну людину на Землі припадає близько 17 представників цього класу.



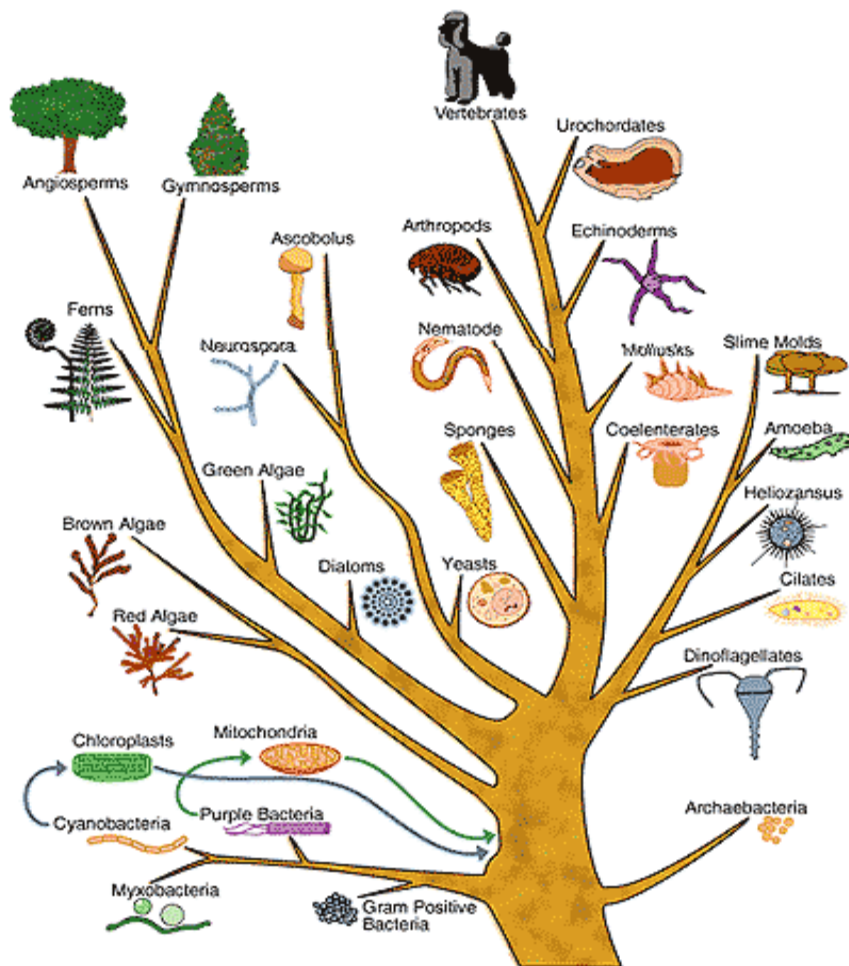


Рис. 8. Взаємозв'язок між прокаріотами, рослинами, грибами і тваринами

Наступними за числом видів є молюски, але їх значно менше, ніж комах. Хребетні тварини за кількістю видів посідають третє місце, а серед них найчисельніші – ссавці. Приблизно половина хребетних припадає на риб. Таким чином, якщо у членистоногих найбільш інтенсивне утворення видів відбувалося на суші, переважно серед комах, то в хребетних найбільш сприятливі можливості для цього реалізовувалися у водному середовищі.

### 2.3. Середовища існування живих організмів.

Під поняттям “середовище” (зовнішнє, внутрішнє, живильне, природне, антропогенне, географічне, соціальне, навколишнє тощо) розуміють природні тіла та явища, з якими організм знаходиться в безпосередніх чи опосередкованих взаємовідносинах. В більш широкому соціально-екологічному значенні під цим терміном розуміють сукупність фізичних (природних), природно-антропогенних і соціальних факторів життя людини.

*Середовище життя* – це та частина Природи (живої та неживої), яка оточує живий організм (людину), з якою він безпосередньо взаємодіє через свою життєдіяльність. Середовище життя рослин і тварин слід відрізнити від середовища життя людини, яке включає в себе всі території й акваторії, що є місцем перебування та виробничої діяльності. Тому загальне середовище життя слід розділяти на природне й соціальне. Так як людина – біосоціальна істота, то у її середовищі можна виділити такі компоненти: природні (повітря,

вода, ґрунт, рослини, гірські породи), антропогенні (автобани, будови, споруди); соціальні (релігійні, етнографічні, економічні, етичні, морально-правові, духовні феномени).

До середовища життя людини входять всі компоненти географічної оболонки, вся сукупність технологічних об'єктів, створених людиною, а також всі соціальні феномени людського суспільства, які складають його соціальне (сукупність суспільних, матеріальних і духовних умов існування) середовище. Середовище життя є динамічним комплексом.

*Середовище існування* – умови існування (сукупність абіотичних і біотичних чинників) окремого організму або біоценозу загалом, які впливають на їх, розвиток і розмноження.

*Місце існування* – це не тільки територія, яку займає організм (угруповання), але й цілий комплекс екологічних умов середовища, що впливають на цей організм через дію різноманітних екологічних факторів, наприклад, невеличке пониження в рельєфі, різне розташування рівня поверхневих чи ґрунтових вод, механічний і хімічний склад ґрунту, різна експозиція схилу поверхні по відношенню до освітлення, температури, вологості і багато іншого. Всі вони складають своєрідні умови і впливають на життя організмів чи угруповань. На нашій планеті живі організми в ході тривалого історичного розвитку освоїли чотири основні середовища існування (водне, ґрунтове, наземно-повітряне і організм як середовище існування живих організмів).

**Водне середовище** було першим, в якому зародилося й поширилося життя. У подальшому живі організми оволоділи наземно-повітряним середовищем, з'явилися наземні рослини і тварини, які адаптувались до нових умов життя. Потім вони утворили і заселили, за словами В.І. Вернадського, “специфічне біокосне тіло планети” – ґрунт.

**Гідросфера** – динамічна система, в якій постійно протікають фізико-хімічні й біологічні процеси, а всі природні води планети перебувають у безперервному колообігу, фізичною основою якого є сонячна радіація. Остання забезпечує нагрівання води й суші, випаровування, виникнення атмосферного тиску, переміщення повітряних мас в атмосфері та водних – в океанах, концентрацію вологи в атмосфері та її випадіння у вигляді дощу та снігу, стікання води до річкових русел і океану. Така циркуляція включає в себе океанічну й материкову складові. У водному середовищі існує біля 150 тис. видів тварин, або біля 7% від їх загальної кількості та 10 тис. видів рослин (8%). До речі, число видів рослин і тварин, що залишилися існувати у водному середовищі, значно менше, ніж на Землі, отже, еволюція на суші проходила значно швидше. Відомо, що не тільки водне середовище впливає на її мешканців, але й жива речовина гідросфери впливає на середовище існування, трансформує його, втягуючи в колообіг речовин і енергії. Вчені встановили, що вода океанів, морів, річок та озер розкладається й відновлюється в біотичному колообігу за 2 млн. років, тобто вона вся проходить через живу речовину Землі не одну тисячу разів. Отже, сучасна гідросфера являє собою продукт життєдіяльності живої речовини не тільки сучасної, але й минулих геологічних епох, а водне середовище існування – частина гідросфери, яка

забезпечує життєві процеси.

**Ґрунтове середовище** освоїли як водні, так і наземні організми, які створили специфічний комплекс його мешканців. Четвертим специфічним середовищем стали самі живі організми, кожний з яких є цілим світом для паразитів й симбіонтів, що його населяють.

**Ґрунт** – основа Природи суші, пухкий поверхневий шар суходолу, який складається з твердих частинок, оточених повітрям і водою, та є основним життєвим субстратом для рослин. Це створює надзвичайно різноманітні умови, сприятливі для життя. Вперше детальну характеристику ґрунту дав В.В. Докучаєв. Він довів, що ґрунт – це динамічне, а не інертне середовище, яке заселене численними організмами. Вченим було виділено п'ять головних ґрунтоутворюючих факторів: клімат, материнська порода (геологічна основа), топографія (рельєф), живі організми і час. Ним було пояснено дуже складні хімічні, фізичні, фізико-хімічні й біологічні процеси, що проходять в поверхневому шарі гірських порід на шляху їх перетворення в ґрунт. В.І. Вернадський назвав ґрунт “біокосним” тілом – “душею біосфери”, вирізнивши в такий спосіб біологічну структуру, яка розташована між живою та неживою Природою.

**Наземно-повітряне середовище життя.** В процесі еволюції наземно-повітряні умови ускладнилися, життя в ньому стало суворішим, ніж в океані. Це середовище було освоєно значно пізніше, ніж вода. Повітря, як середовище існування, мало придатне для існування живих організмів, і лише їх незначна кількість пристосувалась до специфічних умов цього середовища. Життя на суші потребує такої адаптації (анатомо-морфологічної, фізіологічної, етологічної), яка можлива лише при високому рівні організації виду рослин і тварин. Особливостями цього середовища є:

- 1) мала густина повітря та його тиск;
- 2) особливості газового складу повітря, високий вміст кисню;
- 3) зміна вологості в залежності від географічної широти, сезону й часу доби;
- 4) опади;
- 5) велика амплітуда температурних коливань;
- 6) особливості світлового режиму;
- 7) рельєф місцевості, особливості ґрунту.

**Організм як середовище існування симбіонтів і паразитів.** Протягом всього життя або життєвого циклу багато видів гетеротрофних організмів мешкають в інших живих організмах (рослинах, тваринах, людині), які для них є середовищем існування. Навіть прокаріотичні організми – бактерії, актиноміцети, синьо-зелені водорості – і ті мають співмешканців. В більшості одноклітинних еукаріотичних форм (червоні, зелені й діатомові водорості, амеби, радіолярії та ін.) знайдені внутріклітинні паразити й симбіонти. Практично немає жодного виду, особливо в багатоклітинних організмах, які були б позбавлені внутрішніх мешканців. Чим вища організація хазяїна і ступінь диференціації їх тканин і органів, тим різноманітніші умови вони можуть надавати своїм співмешканцям.

**Паразитизм** – специфічна форма співжиття (симбіозу) організмів різних видів, з яких один (паразит) перебуває в більш або менш тривалому

безпосередньому (тілесному) зв'язку з іншим (жителем або хазяїном), використовуючи його як джерело живлення та життєве середовище. Паразити (від гр. – “нахлібник”, “дармоїд”) – організми, які живуть на поверхні тіла (ектопаразити – кліщі, блохи, п'явки) або всередині тіла (ендопаразити – гельмінти, бактерії, віруси, паразитичні найпростіші) інших живих істот (хазяїв), живляться за їхній рахунок і здебільшого завдають їм певної шкоди. *Рослино-ектопаразити* – більшою частиною тіла знаходяться поза межами хазяїна, а в нього проникають і вступають в контакт з живими клітинами лише органи живлення – присоски чи гаусторії. У *рослин-ендопаразитів* майже все тіло поміщається всередині тканин хазяїна, назовні виходять лише органи розмноження. Ендопаразити виникли в процесі еволюції організмів з їх вільно існуючих форм. Паразитів поділяють на *зоопаразитів* (найпростіші, комахи, п'явки) і *фітопаразитів* (бактерії, гриби, ліани). Деякі групи нижчих тварин, особливо це стосується плоских червів, нематод і деяких членистоногих, складають виключно паразитичні форми. У хребетних це явище зустрічається дуже рідко. Для тварин і рослин, що ведуть паразитичний спосіб життя, організм, на якому чи в якому вони поселяються (хазяїн, господар), є специфічним середовищем існування (рис. 9).

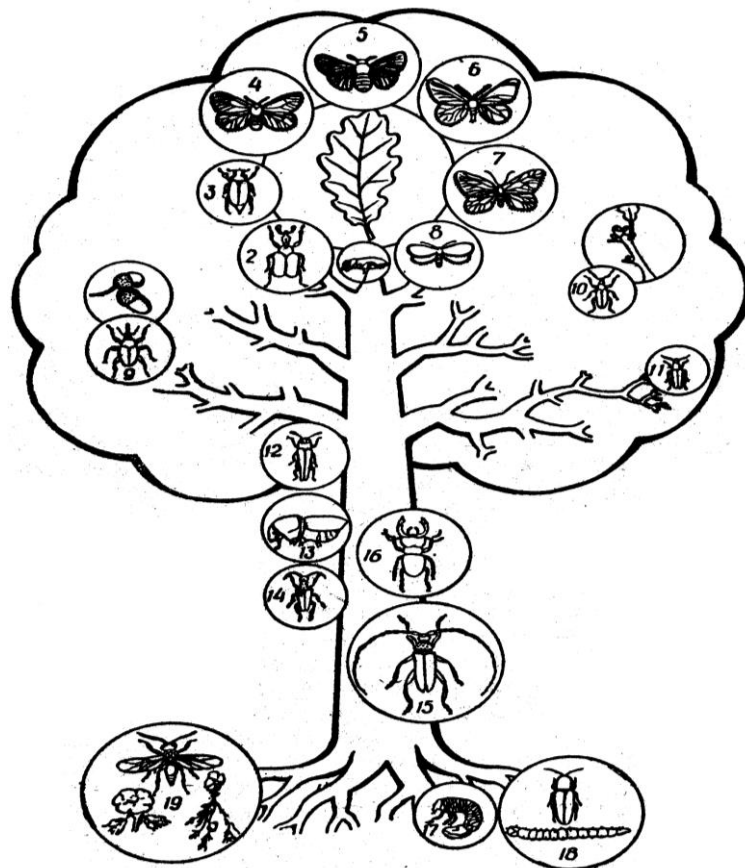


Рис. 9. Споживачі дуба (за П. Давіньо і М. Тангом)

**Листя:** 1 – довгоносик-стрибун; 2 – трубокверт; 3 – травневий хрущ; 4 – золотозу; 5 – кільчастий шовкопряд; 6 – п'ядун-обдирало; 7 – зимовий п'ядун; 8 – зелена дубова листовійка. **Жолуді:** 9 – жолудевий довгоносик; 10 – грушевий листовий довгоносик. **Гілки:** 11 – темна м'якотілка. **Кора:** 12 – зелена вузькозлатка; 13 – дубовий заболонник; 14 – вусач-рагій; 15 – великий дубовий вусач; 16 – жук-олень. **Корені:** 17 – травневий хрущ, личинка; 18 – хлібний смугастий ковалек; 19 – коренева горіхотвірка.



Більша частина паразитів практично повністю втратила зв'язок із зовнішнім світом, і всі стадії їх розвитку проходять в організмі хазяїна, на-приклад, малярійний плазмодій (рис. 10). Розрізняють *стаціонарний* і *тимчасовий* паразитизм. При стаціонарному паразитизмі паразити тривалий час можуть бути при одному хазяїні (“постійні” – воші, пухоїди) або розвиток їх проходить зі зміною хазяїв (періодичні – більшість стрічкових черв'яків, кровососні двокрили, більшість клопів). При тимчасовому паразитизмі паразити не все своє життя пов'язують з хазяїном, а частину його проводять вільно і незалежно від нього.

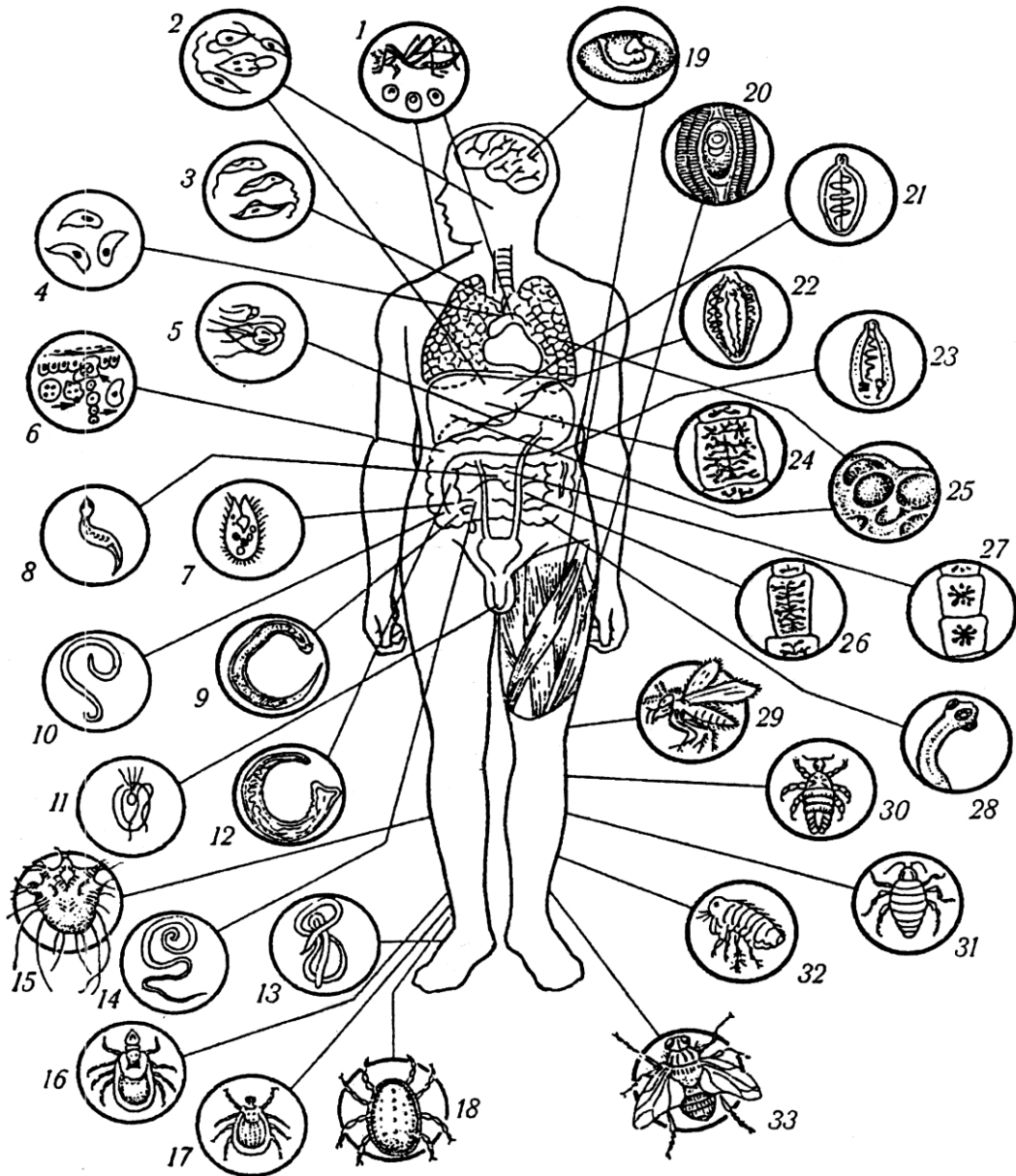


Рис. 10. Локалізація паразитів у тілі людини

1 – плазмодії малярії й комар-анофелес; 2 – лейшманія; 3 – трипаносома; 4 – токсоплазми; 5 – лямблії; 6 – амеба дизентерійна; 7 – балантидій; 8 – некатор; 9 – гострик; 10 – аскарида; 11 – трихомонада; 12 – кривоголовка; 13 – ришта; 14 – волосоголовець; 15 – коростяний кліщ; 16 – кліщ ікодез; 17 – кліщ-дермацентор; 18 – кліщ орнітодорус; 19 – фіна озброєного цїп'яка; 20 – трихіна; 21 – ланцетоподібний сисун; 22 – печінковий сисун; 23 – котячий сисун; 24 – цїп'як озброєний; 25 – ехінокок (міхур); 26 – цїп'як незброєний; 27 – стьожок широкий; 28 – цїп'як карликовий; 29 – москіт; 30 – воша; 31 – блошиця; 32 – блоха; 33 – муха-жигалка.

Між паразитами й хазяїнами в процесі еволюції виникли складні взаємовідносини, які відображають шляхи виникнення паразитизму. Перший шлях – просте квартиранство (наприклад, коли самка гірчака відкладає ікру в мантійну порожнину двостулкового моллюска беззубки). Деколи більш дрібний організм поселяється до житла більш крупного або поблизу нього і з часом переходить на тіло хазяїна, а потім – в середину, живлячись за рахунок його соку і, таким чином, спричиняючи шкоду хазяїну. Квартирант може, в кінцевому випадку, перетворитися в паразита, а тіло хазяїна стає для нього середовищем існування. Другий шлях переходу до паразитизму – через хижаків. Третій шлях – випадкове проникнення майбутнього паразита в організм хазяїна. Наприклад, великі тварини можуть проковтнути разом з їжею дрібні форми, які не гинуть, а пристосовуються до нових умов, перетворюючись в паразитів.

#### **2.4. Екологічні чинники середовища, їх класифікація.**

Життєдіяльність живих організмів визначається умовами природного середовища. Частина Природи, яка оточує живий організм, популяцію чи складніші біологічні угруповання, і з якою він безпосередньо взаємодіє, називається *середовищем*. Середовище складається з багатьох елементів, умов, явищ, тобто чинників, що існують із ним в нерозривній єдності, але не всі вони однаково впливають на живі організми. Останні також реагують на різні елементи середовища по-різному. Екологія, яка вивчає чинники середовища за їх впливом на живі організми, називається *екологією організмів (аутекологією)*. Типовим об'єктом аутекології є система “особина – середовище” (моноцен). Отже, екологічний чинник – це будь-яка умова (елемент) навколишнього середовища, що прямо чи опосередковано впливає на організм протягом хоча б однієї з фаз його розвитку.

Пристосування організмів до середовища називається *адаптацією*. Здатність до адаптації – одна з важливих властивостей життя, що забезпечує саму можливість його існування та можливість організмів розмножуватися й виживати. Адаптації проявляються на різних рівнях – від біохімії клітин і поведінки окремих організмів до будови й функціонування їх угруповань та екологічних систем. За межами здатності до адаптації настає смерть (летальний наслідок). Адаптації можуть бути морфологічними, які виражені в пристосуванні будови (форми) організмів до факторів середовища; фізіологічними (біохімічними) – пристосування травного тракту до складу їжі; етологічними – пристосування поведінки тварин до температурних умов, вологості та ін. За більш широких адаптаційних процесів можуть з'являтися певні генетичні риси. Пристосування організмів до існування в різних умовах відбувалися історично, в результаті чого сформувались специфічні для кожної географічної зони угруповання рослин і тварин.

Не всі чинники однаково впливають на живі організми, серед них виділяють:

а) життєво необхідні для організмів, без яких останні не можуть жити, рости й розвиватися (вода, світло, тепло, кількість мінеральних солей тощо);

б) чинники, які не є необхідними для організмів, але впливають на них

(вітер, димові гази, тиск, іонізуюче випромінювання, радіоактивність тощо);

в) чинники, до яких організми завжди або певний час ставляться байдуже (інертні гази атмосфери).

Екологічні чинники можуть впливати на живі організми по-різному: як подразники, вони зумовлюють пристосувальні (адаптаційні) зміни функцій організму; як обмежувальні – унеможливають існування організмів за певних умов як сигнали про зміни інших факторів середовища.

Більшість екологічних чинників впливає на живі організми за принципом градієнтів – певна напруженість діючого чинника зумовлює відповідне йому посилення екологічної реакції (наприклад, поясність рослинного покриву в горах, де одночасно діють кліматичні, едафічні, орографічні, гідрологічні, космічні та інші фактори).

Екологічні чинники впливають на живі організми по-різному:

1) усувають окремі види з території, кліматичні, фізико-хімічні, орографічні особливості яких їм не підходять, таким чином змінюючи їх географічне поширення. Засолення, підкислення, підтоплення чи осушення ґрунтів веде до усунення з цих територій багатьох видів аборигенної флори й фауни та появи нових угруповань – галофітів, ацидофілів, гігрофітів, ксерофітів;

2) змінюють плодючість, смертність, густоту різних популяцій шляхом впливу на кожну з них, та викликаючи їх міграцію. Наприклад, екологічно необґрунтоване використання пестицидів чи мінеральних добрив призводить до хімічного забруднення водойм. Це викликає загибель жаб, змій, інших видів, які є джерелом харчування лелек й інших консументів, що зумовлює міграцію та кочівлю тварин в інші місця, зменшуючи їх щільність і навіть викликаючи зникнення популяції;

3) сприяють появі адаптивних модифікацій: кількісні і якісні зміни метаболізму (зимова і літня сплячки, фотоперіодизм чи геліотропізм, діапауза чи анабіоз).

Розрізняють абіотичні, біотичні та антропогенні чинники (*рис. 11*).

#### **Абіотичні чинники:**

1) кліматичні (метеорологічні) – температура повітря, вологість, кількість опадів, світла, сонячна радіація, енергія, вітровий режим, тривалість дня і ночі, тиск, аерація, газовий склад повітря, радіаційний режим, фізичні поля;

2) едафічні (ґрунтові) – механічний склад, вологість, газовий режим ґрунту, його щільність, кислотність, склад ґрунтових розчинів, фізичні, хімічні, механічні особливості;

3) гідрологічні (забезпечують існування водних організмів) – температура, сольовий і газовий склад води, прозорість, освітлення, мутність водної товщі, її тиск з глибиною;

4) орографічні (особливості рельєфу) – вплив експозиції, крутизни схилів, висота над рівнем моря, вплив рельєфу на особливості циркуляції атмосфери, зміни температур;

5) геологічні – характер поверхні Землі, материнська порода, її походження (мінерали, супутні породи тощо);

6) космічні геліофізичні та геофізичні – рівень космічного випромінювання,

потік сонячної енергії, фази 11-річного сонячного циклу, напруженість магнітного поля Землі;

7) катастрофічні – різноманітні природні явища (повені, урагани, засухи, зсуви, пожежі, снігові лавини, цунамі, вулкани, землетруси, ожеледиці, хуртовини).

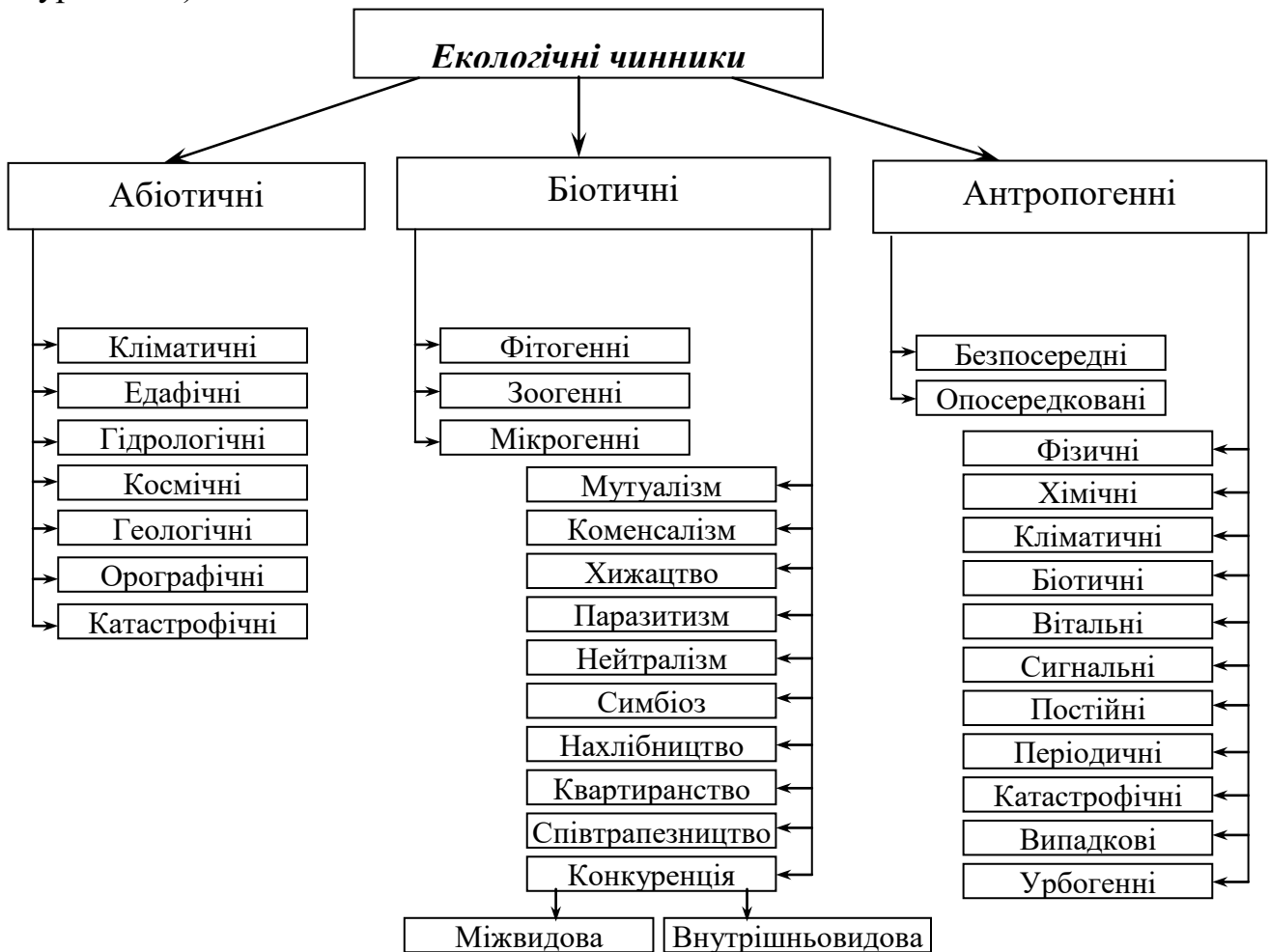


Рис. 11. Класифікація екологічних чинників.

Біотичні чинники формуються сукупністю організмів у результаті їх взаємодії. Кожен організм відчуває на собі вплив інших живих істот, сам впливає на них, вступає у взаємозв'язки з представниками власного та інших видів. Вони поділяються на:

- 1) фітогенні (вплив рослин на організми, аллопатія, фітонциди);
- 2) зоогенні (вплив тваринних організмів один на одного);
- 3) мікробогенні (вплив вірусів, бактерій, мікроорганізмів, найпростіших).

Антропогенні чинники (сільськогосподарський, промисловий, містобудівний, транспортний, військовий вплив) виникають унаслідок діяльності людини, спричиняють зміни середовища життя інших видів організмів або безпосередньо впливають на них.

Кожен екологічний чинник може діяти на організм із різною інтенсивністю. Нормальна життєдіяльність популяції можлива лише за умови життєвого оптимуму екологічного фактора (сприятливого впливу) для виду, що забезпечує оптимальні умови життя особин цього виду. Чим більше

відхилення екологічного фактора від оптимальних умов, тим сильніше пригнічується життєдіяльність організмів. Мінімальні та максимальні значення екологічного фактора є критичними – за їх межами життя неможливе. Межі, за якими існування організмів припиняється, називають *межами витривалості*. Фактори, що виходять за межі витривалості (межі мінімуму чи максимуму), називають *лімітуючими* або *обмежуючими*. Будь-який екологічний фактор може бути лімітуючим.

## **2.5. Закономірності впливу чинників середовища на організм (аутекологія).**

Кожен екологічний чинник впливає на живі організми позитивно чи негативно залежно від сили прояву його дії. Сприятливу силу чинника, тобто таку, що забезпечує найкращі (оптимальні) умови життєдіяльності особин, називають *зоною оптимуму* екологічного чинника, або просто *оптимумом* для організмів цього виду. Умови, при яких життєдіяльність організму максимально пригнічена, але він ще може існувати, створюють *зону песимуму*. Так, при вирощуванні рослин при різних температурних значеннях спостерігають за їх розвитком і відмічають максимальний ефект. Цей чинник і буде оптимальним для рослини. Весь інтервал температур, від мінімальної до максимальної, за якого можливий розвиток, називають *діапазоном стійкості* (витривалості), або *толерантності*. Будь-які відхилення від оптимуму негативно позначаються на розвитку організмів. Чим значніші відхилення, тим сильніше пригнічується життєдіяльність. Мінімальні чи максимальні значення екологічного чинника, що обмежують життєдіяльність організму, називають *межами стійкості* (витривалості). Між зоною оптимуму та межами стійкості, в міру наближення до останніх, рослини відчувають стрес, тобто мова йде про *стресові зони* чи *зони пригнічення* в межах діапазону стійкості (*рис. 12*).

Мінімальні чи максимальні значення екологічного чинника, вище або нижче яких організм не може існувати, називають *критичними точками*. За їх межами життя неможливе і настає смерть. Інтервал між критичними точками називають *екологічною валентністю* (пластичністю). Поряд із критичними точками існують *песимальні зони*, далі розташовуються *зони комфорту*, а в центрі знаходиться *зона оптимуму*, яка є найсприятливішою для функціонування організму. Німецький еколог Р. Гессе запропонував схему стосунків в діапазоні екологічної толерантності, яку назвав валентністю екологічних чинників. Варто відмітити, що крива, яка представляє екологічну валентність в межах зони толерантності, не завжди має симетричний вигляд із оптимальною зоною, розміщеною в центрі.

Якщо хоч один із екологічних чинників наближається до критичної межі або перевищує її, то, незважаючи на оптимальну дію інших умов середовища, організму загрожує смерть, а цей чинник стає для нього обмежувальним (лімітуючим). Лімітуючими можуть бути як абіотичні (нестача тепла, вологи або їх надлишок), так і біотичні чинники (окупація території сильнішим конкурентом, нестача запилювачів рослин).

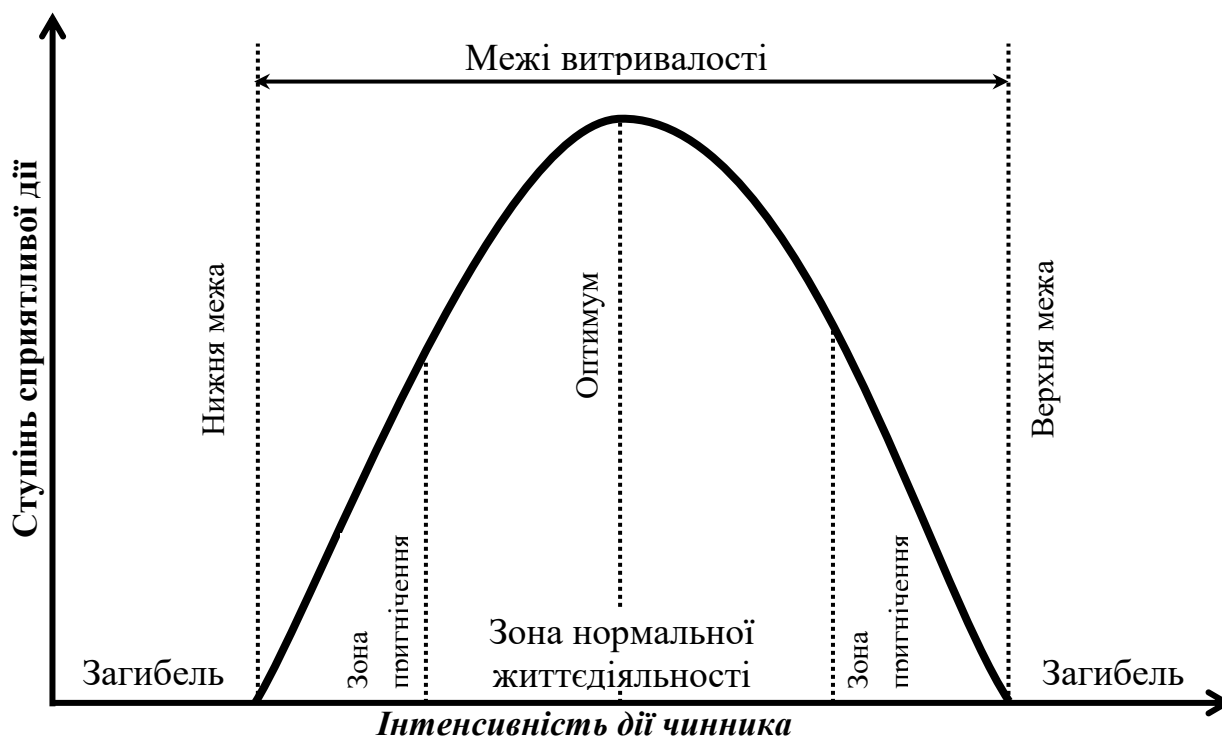


Рис. 12. Залежність дії екологічного чинника від його інтенсивності

Гіпотеза про те, що витривалість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб, вперше була виказана німецьким хіміком Ю. Лібіхом у 1840 р. Його висновок щодо залежності росту рослини від того елемента, який є в мінімальній кількості, відомий як *закон мінімуму Лібіха*. Лімітуючим чинником може бути не лише нестача, а й надлишок. Наприклад, в ґрунті знаходяться всі елементи мінерального живлення, необхідні для певного виду рослин, крім одного, скажімо, бору чи цинку. Розвиток рослини на такому ґрунті буде сильно пригнічений або взагалі неможливий. Якщо в ґрунт внести необхідну кількість бору чи цинку, то це призведе до підвищення врожайності. Якщо ж додавати в ґрунт інші хімічні елементи (наприклад, азот, фосфор, калій) і їх кількість буде оптимальна, а бор чи цинк взагалі відсутні, то це не сприятиме очікуваній врожайності. Такий приклад можна навести з кислотністю ґрунту. Якщо кислотність (рН) далека від оптимуму для озимого жита, то ніякі агротехнічні заходи, крім вапнування ґрунту, що знижує кислотність, істотно не допоможуть збільшити врожайність цієї культури. Концепція лімітуючого чинника дозволяє визначити напрямок пошуку в разі необхідності поліпшення умов середовища.

Для нормального розвитку організмів потрібен комплекс чинників або певний режим із допустимими коливаннями в певних межах витривалості або толерантності. Витривалість виду відносно коливань будь-якого екологічного чинника називається *толерантністю* (лат. *tolerantia* – “терпіння”). Поняття про лімітуючий вплив максимуму та мінімуму ввів В. Шелфорд в 1913 р., сформулювавши “закон толерантності” – стійкості живих організмів до дії чинників середовища. Після появи “закону толерантності” вченими були проведено класифікацію організмів (багатьох рослин і тварин) за їх

екологічною валентністю. Відомий американський вчений Ю. Одум на основі детальних досліджень закону толерантності зробив доповнення:

1) організми можуть мати широкий діапазон толерантності відносно одного чинника та вузький стосовно іншого;

2) організми з широким діапазоном толерантності до всіх чинників, як правило, вирізняються значною розповсюдженістю в Природі;

3) якщо умови за одним фактором не є оптимальними для даного виду, то можна звужити діапазон толерантності й до інших екологічних факторів;

4) період розмноження організмів є критичним, і у цей час чимало факторів стають лімітуючими. Межі витривалості для особин, які розмножуються з насіння, яєць, ембріонів, звичайно, значно вузьчі, ніж для дорослих організмів. Наприклад, підкислення води за рахунок випадання кислотних дощів є шкідливим для ембріонів риб, малька, тоді як дорослі особини переносять значно вищу кислотність водного середовища.

Типовим прикладом є вплив забрудненого атмосферного повітря на організм людини (рис. 13).

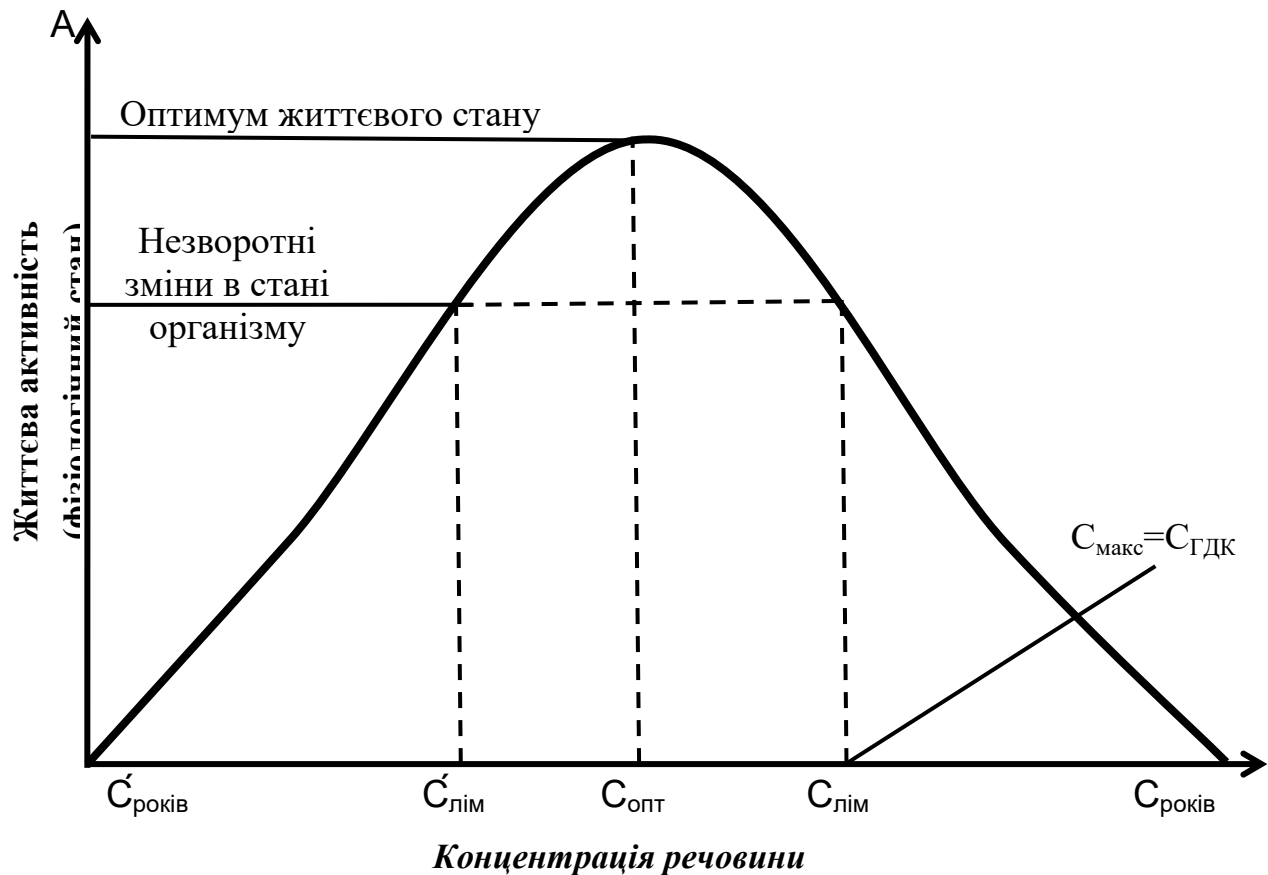


Рис. 13. Вплив забрудненого атмосферного повітря на організм людини  
 $C$  – концентрація токсичної речовини,  $C_{лт}$ ,  $C_{лт}^d$  – летальні концентрації токсичної речовини;  $C_{лм}$ ,  $C_{лм}^d$  – лімітуючі концентрації токсичної речовини;  $C_{опт}$  – оптимальна концентрація.

При значеннях концентрації  $C_{років}$  і  $C_{років}^d$  людина помирає, але незворотні зміни в її організмі пройдуть при значно менших значеннях  $C_{лім}$ ,  $C_{лім}^d$ .

Відповідно, істинний діапазон толерантності визначається саме останніми значеннями. Тому необхідно експериментально, в дослідах на тваринах, визначати концентрацію кожної токсичної речовини і не допускати перевищення її вмісту для конкретного середовища. Для санітарної охорони навколишнього середовища важливими є не нижні межі стійкості до шкідливих речовин, а верхні, тому що забруднення довкілля – це є перевищення стійкості організму. Тому основним завданням є те, що фактична концентрація токсичної речовини  $C_{\text{факт}}$  не повинна перевищувати  $C_{\text{лім}}$ , або  $C_{\text{факт}} < C_{\text{лім}}$ . Таким чином,  $C_{\text{лім}}$  одночасно є пороговою концентрацією  $C_{\text{пор}}$  і максимально допустимою  $C_{\text{макс}}$  для організму людини. В санітарно-захисній зоні  $C_{\text{лім}}$  має зміст гранично-допустимої концентрації  $C_{\text{ГДК}}$  чи ГДК. Отже, цінність концепції лімітуючих чинників полягає в тому, що вона дає змогу екологу знайти відправну точку при дослідженнях складних ситуацій. Вивчаючи конкретну ситуацію, еколог може виділити слабкі ланки і сфокусувати увагу на тих умовах середовища, які з найбільшою вірогідністю можуть бути критичними (лімітуючими).

Для існування організмів велике значення має не тільки абсолютна величина чинника, але й швидкість його зміни. Організми, що можуть витримувати значні зміни умов навколишнього середовища, називають *еврибіонтами* (гр. – еврис – “широкий”, біон – “існуючий”). Так, молюск ставковика звичайного живе у воді з різною солоністю, швидкістю течії, мутністю води, різним температурним режимом, з високим і низьким вмістом кисню (з рослин – очерет звичайний). А *стенобіонти* (гр. – стenos – “вузький”, біон – “існуючий”) – організми, що можуть жити лише за відносно постійних умов середовища, при незначному коливанні його чинників. Так, форель живе лише у проточних водоймах із швидкою і холодною течією, водою, багатою на кисень (з рослин – журавлина болотна, росичка круглолиста). В таких умовах будь-які особини можуть виживати, рости, розмножуватись, тобто підтримувати свою чисельність. Для характеристики амплітуди толерантності видів в екології використовується ряд термінів, що характеризують відношення живого організму до екочинника, додаючи корені слів “стено” (вузький) і “еври” (широкий): евритермні – стенотермні по відношенню до *температури*; евригідричні – стеногідричні по відношенню до *води*; евригалінні – стеногалінні по відношенню до *солоності*; еврифагні – стенофагні по відношенню до *їжі*; евриойкні – стеноойкні по відношенню до *місця проживання*; еврибатні – стенобатні по відношенню до *тиску*. Еврибіонтність і стенобіонтність характеризують різні адаптації організмів до виживання. Види, які тривалий час розвиваються у відносно стабільних умовах, втрачають екологічну валентність (пластичність) і виробляють риси стенобіонтності, тоді як види, що існували при значних коливаннях чинників середовища, набувають підвищеної екологічної валентності і стають еврибіонтами (*рис. 14*).

**Закон компенсації чинників** (закон взаємної заміни) встановив Е. Рюбель у 1930 р. Згідно цього закону відсутність чи недостача одного екологічного чинника може бути компенсована дією іншого. Наприклад, деякі молюски



нестачу кальцію компенсують стронцієм, а недостатню кількість світла в парниках можна компенсувати підвищеною концентрацією CO<sub>2</sub>. Але повністю компенсувати дію основних екологічних чинників дією інших неможливо. Так, за повної відсутності світла його дія не компенсується жодним іншим чинником.

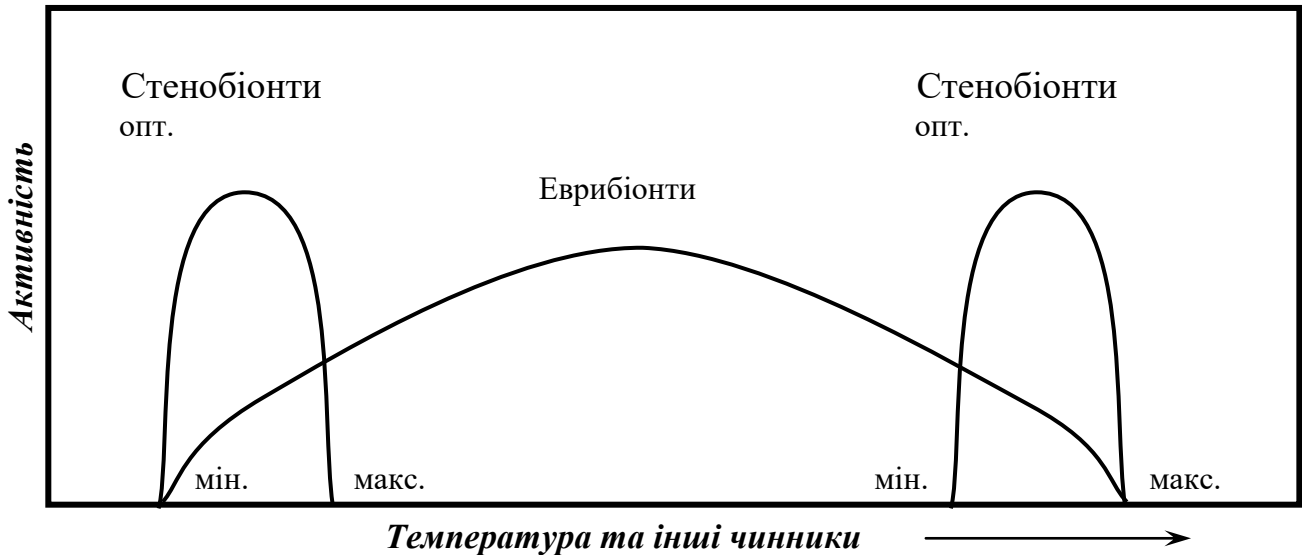


Рис. 14. Екологічна пластичність видів (за Ю. Одумом)

**Закон неоднозначної дії чинника на різні функції.** Кожен екологічний чинник неоднаково впливає на різні функції організму. Оптимальні чинники для одних процесів можуть бути пригнічувальними для інших ні. Так, температура від + 40 °С до – 40 °С у пойкилотермних тварин підвищує обмінні процеси, але гальмує рухову активність, ці тварини впадають в теплове заціпеніння. У впливі чинників середовища на живі організми та реакціях на них останніх, проявляються закономірності *взаємодії чинників* (констеляція). Закон взаємодії чинників сформулював Мітчерліх. Суть його полягає в тому, що реакція виду на дію одного чинника залежить від наявності та інтенсивності дії інших чинників, де можлива обмежена взаємокомпенсація (взаємозамінність) чинників (спеку легше переносити при сухому, а не вологому повітрі, а замерзнути можна швидше у мороз із сильним вітром, аніж у безвітряну погоду). Таким чином, один і той же чинник у поєднанні з іншими виявляє неоднакову екологічну дію і навпаки, одного й того ж самого екологічного результату можна досягти різними шляхами. Наприклад, в'яненню рослин можна запобігти збільшенням вологості ґрунту та зниженням температури повітря, що зменшує випаровування, а сильний мороз легше їй витримувати в безвітряну погоду (створюється ефект часткової взаємозамінності чинників). Проте взаємна компенсація дії чинників не може бути безмежною, і повністю замінити один з них на інший неможливо. Наприклад, нестачу теплоти збільшенням освітленості, а вологи — мінеральними речовинами.

**Закон обмежувальних (лімітованих) чинників.** Чинники середовища, що мають у деяких умовах значення досить близькі до мінімуму чи максимуму, ускладнюють існування або поширення виду, незважаючи на те, що інші

чинники перебувають в оптимальних дозах. Лімітовані чинники впливають на формування географічних меж поширення виду, ареалів. Так, відсутність оптимальної температури лімітує поширення в помірному кліматі цитрусових рослин, а відсутність оптимальної кількості вологи лімітує їх зростання в напівпустелях і пустелях.

## 2.6. Екологічна ніша організму.

Сукупність усіх чинників (умов) і ресурсів (поживи) середовища, в межах якої може існувати вид у Природі, називається *екологічною нішею*. Термін ввів Д. Гріннел у 1917 р., його співвітчизник Ч. Елтон дав нове визначення цього поняття. Екологічна ніша – це не лише певні умови середовища, а й спосіб життя та добування їжі. Наприкінці 50-х років Хатчинсон розвинув концепцію екологічної ніші й запропонував розглядати її як n-вимірний простір екологічних чинників. За Ю. Одумом, екологічна ніша – це не тільки фізичний простір, який займає певний вид організмів, але і його функціональна роль в угрупованні, тобто його трофічне положення і його місце відносно градієнтів абіотичних чинників середовища (температури, тиску, вологості). Вчений висловив думку: якщо поняття “місце існування” означає “адресу”, де живе організм, то термін “екологічна ніша” – роль (“професію”), яку організм відіграє в екологічній системі. Екологічна ніша виду – це його місце перебування (біотоп) + вимоги виду до навколишнього середовища (температурні, водні, трофічні та ін.).

Для характеристики екологічної ніші використовують два основні параметри: ширину ніші та перекриття ніші з сусідніми. На розміри й динаміку екологічної ніші впливають спеціалізація виду за використанням простору, харчуванням, періодом активності тощо. В широкому розумінні поняття екологічної ніші включає:

- 1) фізичний простір;
- 2) простір екологічних факторів;
- 3) морфоструктурні (анатоמו-морфологічні, морфологічні), фізіологічні (біохімічні), поведінкові (етологічні) адаптації.

*Екологічна ніша* – фізичний простір із властивими йому екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму, місце виду в Природі, що включає не лише становище його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі й ставленні до абіотичних чинників середовища. Вона характеризує ступінь біологічної спеціалізації цього виду. Екологічні ніші – результат процесу еволюції, під час якої кожен вид пристосувався (спеціалізувався) до своєї ніші кормові потреби. Екологічна ніша зводить до мінімуму конкуренцію з іншими видами: в одному й тому ж місці існування може бути багато екологічних ніш. Наприклад, ліс включає екологічні ніші багатьох видів рослин і тварин.

При вивченні й характеристиці екологічної ніші враховують ряд правил:

- 1) правило обов'язковості заповнення екологічної ніші: пуста екологічна ніша завжди буває природно заповненою;
- 2) правило конкурентного виключення (принцип винятку Г.Ф. Гаузе): два

види не можуть існувати в одній і тій же місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто вони “займають одну і ту ж екологічну нішу”. Згідно з цим принципом, види, що мають подібні екологічні ніші, найбільше конкурують між собою.

Ці правила мають велике значення для вивчення поведінки організмів і пояснення таких закономірностей, як міжвидова конкуренція, територіальна поведінка тощо. Знання екологічної ніші дає можливість відповісти на запитання, як, чим живиться вид, чиєю здобиччю є сам, як і де відпочиває, розмножується, яких умов потребує.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Що таке біосфера?
2. Хто є основоположником сучасних знань про біосферу?
3. Суть вчення В.І. Вернадського про біосферу.
4. Які геосфери входять до складу біосфери, їх межі?
5. Роль і значення атмосфери для біосфери, її склад.
6. Дайте характеристику основним компонентам атмосфери.
7. Охарактеризуйте тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу й екzosферу.
8. Структура органічного світу біосфери.
9. Основні представники еукаріот.
10. Яке співвідношення між кількістю видів тварин і рослин?
11. Хто лідер за числом видів серед тварин?
12. Які найчисельніші тварини серед хребетних?
13. Що таке середовище існування, середовище життя?
14. Які середовища існування живих організмів Ви знаєте?
15. Що таке антропосфера?
16. Що таке ґрунт?
17. Від яких чинників залежить біотичне різноманіття ґрунту?
18. Чи може бути організм середовищем існування інших живих істот?
19. Що таке паразитизм, наведіть приклади?
20. Які Ви знаєте екологічні чинники середовища?
21. Який напрям екології називають аутоекологією?
22. Що таке адаптація?
23. Як впливають екологічні чинники на організм?
24. Які чинники середовища відносять до антропогенних?
25. Що таке межа витривалості (стійкості, толерантності) організму?
26. Які чинники середовища називають лімітуючими?
27. Що таке екологічна ніша організму?
28. Які організми називають еврибіонтними?
29. Які організми називають стенобіонтними?
30. Закон мінімуму Ю. Лібіха.
31. Закон толерантності Шелфорда.

## РОЗДІЛ 3.

*Потреби безмежні, а ресурси  
обмежені, отже, шлях споживацтва  
веде до розбитого корита.*

**Ю. О. Медведєв,**  
російський публіцист

### ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ.

#### 3.1. Екологія популяцій (демекологія).

У Природі відбувається постійна взаємодія не тільки окремих особин із навколишнім середовищем, а й цілих популяцій. Цей зв'язок має зворотній характер. Популяції мають не лише основні ознаки виду, а й певні особливості будови окремих особин і пристосованість до специфічних місцевих умов ареалу цього виду. Вид – сукупність організмів, які населяють певний простір (ареал) у межах земної кулі, мають схожі морфо-фізіологічні ознаки і тотожні реакції на дію екологічних чинників навколишнього середовища, здатні до схрещування з відтворенням плодючих нащадків та відрізняються від інших груп особин практично повною репродуктивною ізоляцією і відсутністю гібридних форм.

**Популяція** – сукупність особин одного виду рослин, тварин чи мікроорганізмів, які протягом тривалого часу та багатьох поколінь існують у межах однієї території, вільно схрещуються, дають плодюче потомство. Існує декілька наукових визначень популяції: “екологічна популяція – це просторово обмежена внутрішньовидова група особин одного виду, в основі якої лежить спільність походження, морфологічна подібність, єдність екологічних реакцій на зовнішній вплив” (Новіков Г.О.); “популяція – це група особин одного виду, яка здатна до самовідтворення і протягом еволюційно тривалого часу насичує, утворюючи самостійну генетичну систему та формує власний екологічний гіперпростір” (Яблоков О.В.); Дедю І.І. трактує так: “популяція – сукупність особин одного виду із загальними умовами, необхідними для підтримання його чисельності на певному рівні впродовж тривалого часу, і з характерними властивостями, які визначають єдність особин (морфологічна будова, вільне схрещування тощо)”.

Термін “популяція” походить від латини *populus* - “народ”, “населення”; він був запозичений із демографії та введений у екологію в 1903 р. датським вченим В.Л. Йогансенем. Екологічну популяцію можна визначити як населення одного виду на певній території. Взаємозв'язки і взаємозалежності між популяціями та природним оточенням, закономірності їх виникнення, умови формування та еволюція, розвиток екологічних і генетичних структур, міжпопуляційні взаємовідносини і динаміку розвитку популяції окремих видів вивчає *популяційна екологія (демекологія)*, а будову та зміни її генетичного складу – *популяційна генетика*.

Отже, демекологія вивчає стосунки в надорганізмовій системі популяція – середовище. За визначенням С. Шварца популяція – це “елементарне угруповання

організмів певного виду, яке має всі необхідні умови для підтримання своєї чисельності протягом тривалого часу в умовах постійно зміненого середовища” (рис. 15).

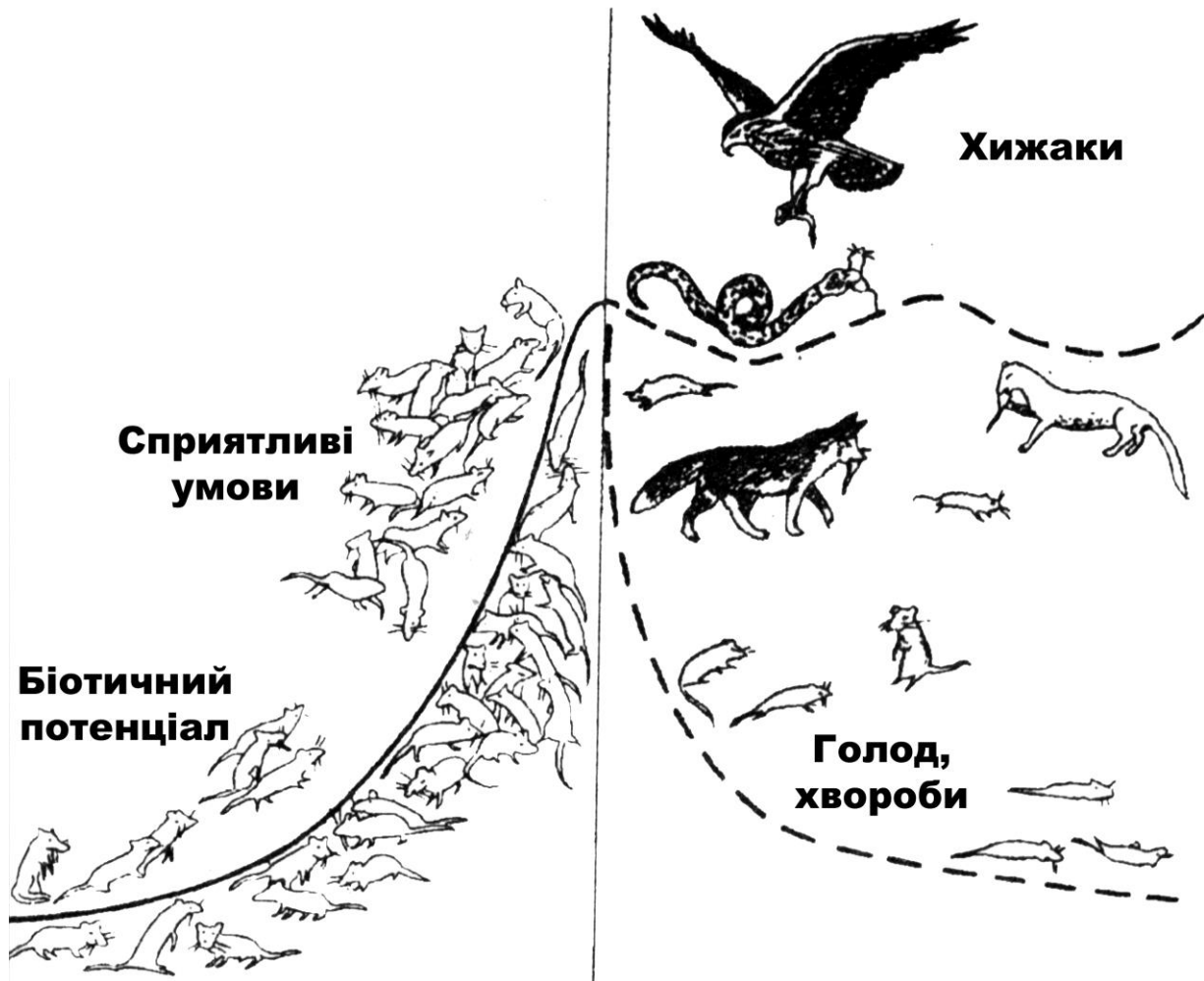


Рис. 15. Опір середовища (за Б. Небелом)

Термін “популяція” використовують, як правило, коли говорять про конкретне внутрішньовидове угруповання, що формує певний біогеоценоз, а в ширшому сенсі – для визначення відокремленої групи виду, незалежно від того, яку територію вона займає і яку генетичну інформацію несе.

*Популяція* – це елементарна еволюційна одиниця, яка виступає першою надорганізмовою біологічною макросистемою, екологічною ознакою якої є щільність, розподіл особин за віком і статтю, характер розміщення в межах екосистеми чи угруповання. В біоценозах популяція може мати становище ценопопуляції (сукупність особин одного виду в межах угруповання); поліценотичної популяції (популяції тварин, які переходять із одного біоценозу в інший), інвазійної популяції – проникнення особин інших видів до складу певної популяції. Ці проникнення можуть бути направлені навіть на знищення певної екосистеми, в якій живе ця популяція (сарана, вірусні й бактеріальні захворювання).

Основне завдання *демекології* – це дослідження морфологічних особливостей популяції, її вікового складу, чисельності, густоти,

народжуваності та смертності; поширення і характер розселення організмів, вивчення внутрішньовидових і міжвидових стосунків у популяції. Розвиток популяційної екології сьогодні пов'язаний із новими теоріями флуктуацій, генетичними та біогеоценотичними особливостями розвитку популяцій, вивченням їх енергетичного потенціалу. Демекологія має теоретичне та практичне значення для охорони Природи, збереження біотичного та генетичного різноманіття.

Для характеристики зміни чисельності популяції використовують *біотичний потенціал* ( $r$ ). Термін увів Р. Чемпен у 1928 році. Цей показник характеризує теоретичну чисельність нащадків від однієї пари або однієї особини за одиницю часу чи весь життєвий цикл. У природі біотичний потенціал ніколи не реалізується повністю, а його величина залежить від різниці між народжуваністю і смертністю в популяціях  $r = b - d$ , де  $b$  – кількість народжених, а  $d$  – кількість загиблих особин у популяції протягом одного і того ж періоду. Зміни популяції якого-небудь виду – це результат порушення рівноваги між біотичним потенціалом й опором оточуючого середовища. Подібна ситуація динамічна, вона весь час регулюється, тому що фактори оточуючого середовища дуже рідко залишаються незмінними на протязі певного часу (рис. 16).

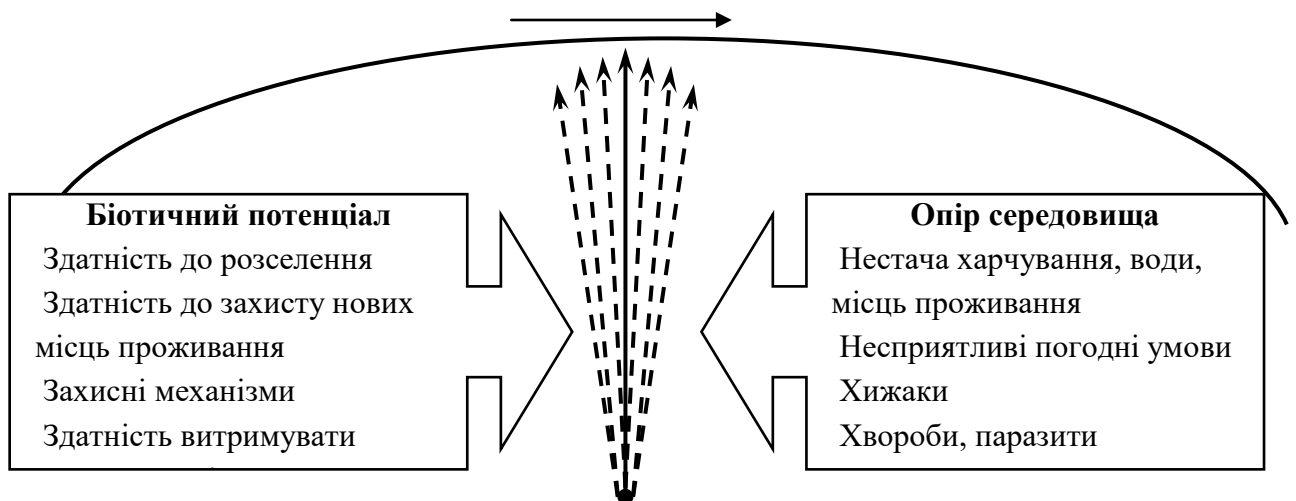


Рис. 16. Рівноважний стан популяції (за Б. Небелом)

Структура популяції є однією з головних ознак, а виділення структурних елементів популяції дає змогу дослідити її динаміку. Різка зміна структури популяції призводить до її поступової деградації. *Екологічна* структура популяції – це її стан на певний момент, її основні показники: кількість (чисельність) і густота (щільність) особин, їх розміщення у просторі; співвідношення груп за статтю та віком; морфологічні, етологічні та інші особливості. Кожна особина має певні розміри, стать, відмінні риси морфології, особливості поведінки, межі витривалості й пристосування до змін середовища. Розподіл цих ознак у популяції також характеризує її структуру. Враховуючи складний характер структури популяцій, виділяють два підходи до її вивчення – описовий (морфофізіологічний) і функціональний (вивчає елементи, які

впливають на зміни чисельності особин або статей). Визначення чисельності має велике значення для природного чи спрямованого репродукування, тобто розмноження чи відтворення. Для цього необхідно знати вплив чинників на розмноження та розвиток, вплив організмів один на одного, забезпечення організмів ресурсами.

### 3.2. Екологія угруповань (синекологія).

Різноманіття живих організмів зустрічаються на планеті не в будь-якому поєднанні, а в процесі спільного існування, що утворюють біологічні угруповання чи біоценози. *Біоценоз* – організована група популяцій рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів, що спільно населяють певну ділянку земної поверхні та характеризуються відмінностями як між собою, так і середовищем існування. Вперше термін “біоценоз” запропонував німецький вчений-зоолог Мебіус (Мьобіус) у 1877 р. Він встановив, що біоценоз не може розвиватися сам по собі, незалежно від середовища, всі його члени знаходяться в тісному взаємозв’язку. Біоценоз – продукт природного добору. Частина екології, яка вивчає закономірності складу угруповань і спільного в них життя організмів, отримала назву *синекології*. Синекологія, як розділ екології, ввійшла в науку – на початку ХХ століття. Цей термін запропонував швейцарський ботанік К. Шретер в 1902 р. Формальне виділення синекології відбулось на міжнародному ботанічному конгресі в 1910 р.

Термін біоценологія, введений у 1918 р. Гамсом, є практично синонімом синекології. В синекології дослідження проводять у 2-х напрямках: статичному і динамічному. Статичний напрям (описова синекологія) займається становленням видового складу угруповань, чисельністю, частотою виявлення виду, видовим представництвом і просторовим розміщенням. Динамічний напрям (функціональна синекологія) охоплює два аспекти. Перший стосується розвитку угруповань і дослідження причин, які призвели до їх зміни. Другий займається вивченням обміну речовин та енергії між різними компонентами екосистеми, а також вивчає трофічні ланцюги, біомасу і енергію, продуктивність біоценозів. Цей напрям називають кількісною синекологією.

Складовими частинами біоценозу є такі компоненти, як: фітоценоз (угруповання рослин), зооценоз (угруповання тварин), мікоценоз (угруповання грибів), мікробіоценоз (угруповання мікробних біокомплексів). Простір суші, водойми, з більш чи менш однорідними умовами, який заселений угрупованням організмів (біоценозом), називається *біотопом*. Отже, *біотоп* – це місце існування (місцезнаходження) біоценозу. Біотоп, з яким пов’язані організми та умови їх існування, утворюють біоценоз. Взаємодіючи з компонентами біоценозу, ґрунт й ґрунтові води утворюють едафотоп, кліматичні умови – клімат, вода – гідротоп, а компоненти, які належать до неживої природи, утворюють екотоп. Пристосування членів біоценозу до спільного життя виявляється у вимогах до найважливіших абіотичних умов середовища й у відношеннях один до одного. Біоценоз і біотоп взаємопов’язані через неперервний обмін енергією як між двома складовими, так і в середині кожного з компонентів. Відомий російський вчений В. Сукачов запропонував таку структуру біоценозу, зображену на *рис. 17*.

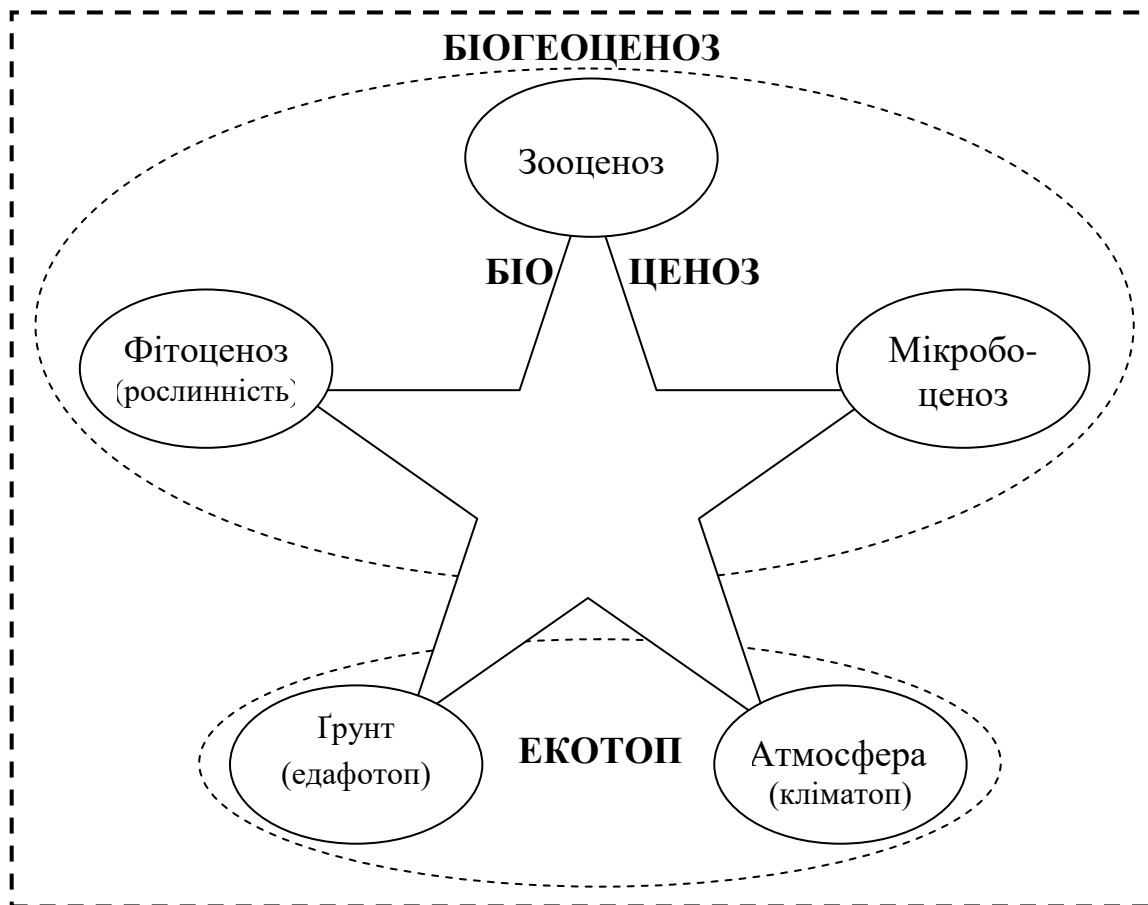


Рис. 17. Структура біогеоценозу і схема взаємодії між його компонентами (за В.М. Сукачовим)

Масштаб біоценотичних угруповань організмів дуже різноманітний: від угруповань лишайників на стовбурах дерев чи пенька до угруповань ландшафтів, лісів, степів, пустель. По відношенню до дрібних угруповань застосовують такі терміни, як “мікроугруповання”, “біоценотичні угруповання”, “біоценотичні комплекси”. Виділяють біоценози стійкі (тривалість яких сягає сотень років, наприклад, буковий ліс) й циклічні (гриби чи комахи на стовбурі дерева). Р. Дажо вважає синонімом біоценозу такі терміни як *асоціація*, *угруповання*.

Виділяють два основні типи біоценозів: *насичений* (природний) і *ненасичений* (штучний). Вони містять представників всіх екологічних груп організмів, проте відрізняються між собою біорізноманіттям. Біоценоз насичений – біоценоз з повним, максимальним за певних умов набором видів рослин, тварин і мікроорганізмів, в якому не існує мігрантів. Він характеризується високим ступенем стійкості, наприклад, екваторіальні ліси, широколисті ліси помірної зони, тайга. Біоценоз ненасичений – біоценоз із збідненим набором популяцій видів, в який можуть безперешкодно проникати чужі організми. Такий біоценоз є вразливим до зовнішніх впливів і без участі людини тривалий час існувати не може, наприклад, агроценоз, який є вразливим для бур’янів і шкідників. Проте існує виняток, біоценози пустель належать до насичених, незважаючи на відносно невелику чисельність видів



(більшого біорізноманіття за умов пустелі досягти неможливо).

З екологічної точки зору критеріями виділення біоценозів є видовий склад флори та фауни, часова тривалість природної системи та просторових меж. Угрупування можна назвати лише тоді біоценозом, коли воно має характерний видовий склад. Існує дві характерні групи видів: домінантні – визначають зовнішній вигляд біоценозу. Наземні біоценози, як правило, носять назви за домінуючим видом (ковилово-типчаківий степ, сосновий бір, сфагнове болото). Ступінь домінування – це показник, який відображає відношення числа особин домінуючого виду до числа особин всіх видів угруповання, що розглядається. Якщо з 200 птахів, зареєстрованих на певній території, 100 складають синички, то ступінь домінування домінуючого виду серед птахів складає 50%. Не всі домінантні види впливають однаково на біоценоз. В біоценозі виділяють також едифікатори – види (панівні), які своєю життєдіяльністю в найбільшому ступені створюють середовище для всього угруповання та без якого існування інших видів неможливе. Знищення вида-едифікатора сприяє зміні фізичного середовища біоценозу, в першу чергу, мікроклімату біотопу. Едифікаторами наземних біоценозів виступають види рослин: в березових лісах – береза, в соснових – сосна, в степах – злакові рослини.

### **Трофічна структура біоценозу.**

Живі організми відрізняються від інших природних тіл способом випромінювання енергії. Якщо нежива речовина розсіює енергією, то жива речовина біосфери концентрує і трансформує її. Жоден живий організм не може продукувати енергію, він лише отримує її ззовні. У Природі організми дуже залежать один від одного, встановлюючи між собою тісні зв'язки, що називаються *трофічними (кормовими) ланцюгами*. Завдяки кормовим взаємостосункам у біоценозах відбувається трансформація біогенних речовин, акумуляція енергії й розподіл її між популяціями. Чим різноманітніший видовий склад біоценозу, тим різноманітніші напрями й швидкість потоку речовин і енергії. Трофічні ланцюги (харчові, кормові, канали живлення), якими постійно проходить енергія, безпосередньо чи опосередковано об'єднують всі організми в єдиний трофічний комплекс (*рис. 18*).

На суходолі трофічні ланцюги утворені з чотирьох чи п'яти ланок: виробники, первинні споживачі (травоїдні тварини, фітофаги), вторинні споживачі (м'ясоїдні тварини, міофаги), руйнівники (деструктори). Перший трофічний рівень представлений первинними продуцентами (автотрофами). Це етап використання та перетворення енергії – фотосинтез, який сприяє утворенню речовин, необхідних для росту й розвитку рослин. Цей процес сприяє збільшенню маси організму, і ця біомаса рослинної тканини називається *первинною продукцією*, а організми, що перетворюють сонячну енергію в процесі фотосинтезу, називають *продуцентами* – *фотосинтетиками*.

Первинні продуценти – це найважливіша частина біоценозу, тому майже всі організми, що входять до його складу, безпосередньо чи опосередковано залежать від постачання енергією, якою запасилися рослини. Крім первинних продуцентів до складу біоценозу входять гетеротрофи – організми, які

використовують для споживання готові органічні речовини, представлені консументами й деструкторами. Перша група утворює ланцюги поїдання, а друга – ланцюги розкладу. Збільшення біомаси або первинної продукції – це резерв, із якого частина використовується як їжа організмами гетеротрофами, їх називають *консументами 1-го порядку*.

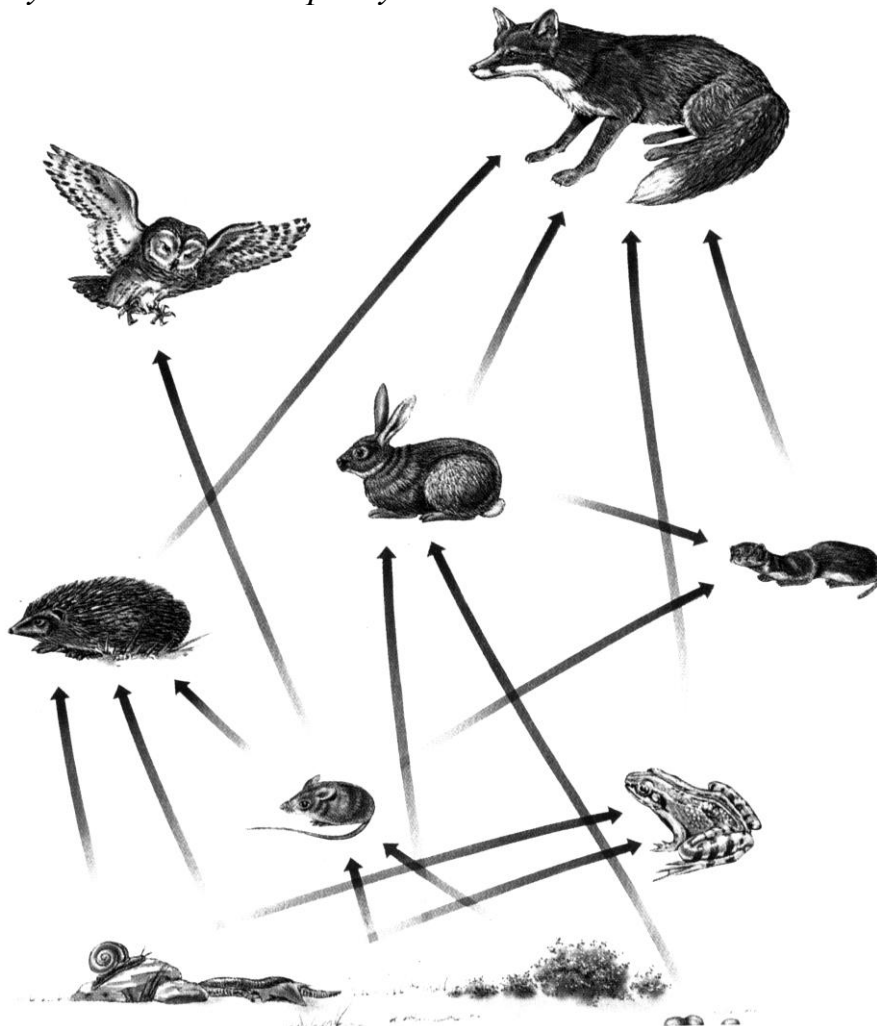


Рис. 18. Наземні трофічні ланцюги.

Тварин, які споживають рослинну продукцію, називають *фітофагами*, вони складають другий трофічний рівень. Третій трофічний рівень складають м'ясоїдні, які живляться травоядними, їх називають *вторинними консументами* чи *первинними хижаками*. Хижаки, які живляться первинними хижаками, відповідно становлять четвертий трофічний рівень, і їх називають *третинними консументами*. Тварини, що споживають вторинних хижаків, називають *третинними хижаками* чи *четвертинними консументами* і т.д.

Звичайно, кожний вид належить до декількох трофічних ланцюгів, і одна жертва може стати здобиччю декількох хижаків, участь яких у кожному трофічному рівні пропорційна кількості вживаної ними їжі. Кінцевою ланкою кормового ланцюга виступають деструктори (біоредуктори) – організми, які руйнують (розкладають) готову органічну речовину. Організми, які живляться мертвою органічною їжею, називають *детритофаги* (*сапрофаги*). До детритофагів належать бактерії, гриби, дощові черви, личинки мух, різні види

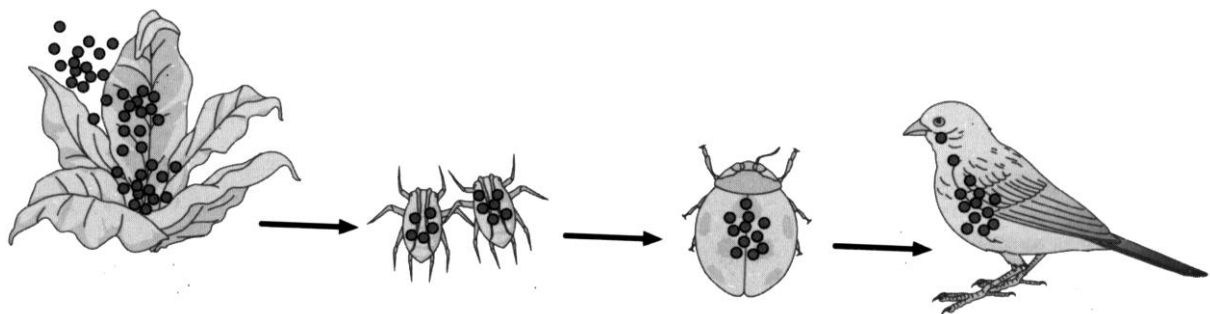
жуків. Всі ці організми виконують функцію очищення екосистеми, вони беруть участь в утворенні ґрунту (*таблиця 1*).

**Таблиця 1. Перетворення на трофічних рівнях організмів**

Трофічний рівень	Організм	Вид організмів	Використана енергія	Реалізоване перетворення
Продуценти	Рослини	Автотрофи	Сонячна	Неорганічна матерія на органічну
Первинні консументи	Травоїдні тварини	Гетеротрофи	Хімічна	Органічна рослинна матерія на тваринну
Вторинні консументи	М'ясоїдні тварини	Гетеротрофи	Хімічна	Органічна рослинна матерія на тваринну
Руйнівники	Бактерії гриби	Гетеротрофи	Хімічна	Органічна матерія на неорганічну
Редуценти	Бактерії	Автотрофи	Хімічна	Неорганічна інертна матерія на мінеральні добрива

Морські трофічні ланцюги значно відрізняються від суходольних, їх головна особливість полягає в більшій довжині, оскільки в морі завжди існують споживачі: третинні, четвертинні й т. д. Крім того, існують водорості середнього й великого розміру. Головними продуцентами в цій екосистемі є мікроскопічні водорості, які утворюють фітопланктон, яким живиться безхребетні, іноді – кити.

Треба відмітити, що отруйні речовини (пестициди, мінеральні добрива) при попаданні в навколишнє середовище здатні по ланцюгу живлення переходити від однієї тварини до іншої (*рис. 19*), заподіюючи шкоду все більшій кількості живих істот.



**Рис. 19. Ланцюг отруєння.**

Біоаккумуляція отруйних речовин трапляється й у водній екосистемі, де вони розчиняються, входять до ланцюга живлення і через планктон накопичуються в тілах організмів (*рис. 20*). Наприклад, риби, які живляться планктоном, накопичують значну кількість отруту, що містилися в їх їжі. Те саме відбувається з тваринами, що живляться рибою, вони нагромаджують у своєму організмі отруту, що була з'їдена рибою.

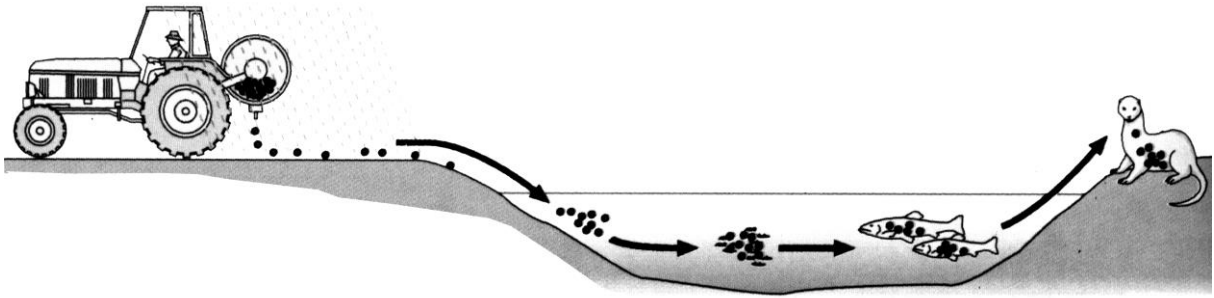


Рис. 20. Накопичення отруйних речовин у живих організмах.

Так із кожною наступною ланкою ланцюга живлення кількість отрути збільшується (*таблиця 2*).

Таблиця 2. Накопичення отрутохімікатів в організмах

Вода	Планктон	Риби, що живляться планктоном	Риби-хижаки	Птахи та ссавці, що живляться рибою
0,010 мг/л	3,6 мг/кг	7,2 мг/кг	157 мг/кг	1780 мг/кг

Тому у випадках, коли людина планує застосувати отруту, необхідно вибрати таку, яка не накопичується у Природі.

### 3.3. Структура екосистем і їх динаміка.

Живі організми та неживе (абіотичне) середовище взаємопов'язані між собою. Будь-яка одиниця (біосистема), що включає функціонуючі організми (біотичні угруповання) на певній ділянці, взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює відповідні структури та колообіг речовин між живою і неживою частинами, утворюючи екологічну систему.

**Екосистема** – єдиний природний комплекс, утворений сукупністю організмів, які мешкають разом, та умовами їх існування. Закономірно, що всі компоненти в екосистемі взаємопов'язані й утворюють систему взаємозумовлених біотичних і абіотичних процесів. Під час цієї взаємодії відбувається колообіг живих організмів (продуцентів, консументів, редуцентів). У екосистемі всі компоненти тісно пов'язані між собою обміном речовин, енергії, інформації. Вперше термін “екосистема” ввів англійський ботанік Тенслі в 1935 р. Він визначив, що сукупність специфічного фізико-хімічного оточення (біотопу) з угрупованнями живих організмів (біоценозом) і утворюють екосистему: Екосистема = Біотоп + Біоценоз ( $E = B + B$ ). Екосистеми, їх генезис, структурно-функціональні особливості, еволюцію та антропогенну динаміку вивчає *екосистемологія*.

У вітчизняній літературі широко використовується термін “біогеоценоз”, який запропонував в 1940 році В. Сукачов. За його визначенням, біогеоценоз – сукупність на визначеній території земної поверхні однорідних природних явищ (склад атмосфери, гірських порід, рослинності, тваринного світу та мікроорганізмів), що мають специфіку взаємодій компонентів і визначений тип обміну речовин, енергії, що знаходяться в постійному русі й розвитку.

Отже, **біогеоценоз** – це наземна елементарна екосистема, основна форма існування природних екосистем. Українські вчені дають наступне визначення біогеоценозу: “сукупність рослинного, тваринного світів і мікроорганізмів певної ділянки земної поверхні, пов’язана між собою обміном речовин і енергії”. Науку про біогеоценози називають **біогеоценологією**. Біогеоценоз і екосистема – поняття тотожні, проте мають деякі відмінності. За визначенням відомого російського вченого М.Ф. Реймерса, екосистема – це будь-яке угруповання живих організмів і середовищ їх існування, що об’єднанні в єдине функціональне ціле, виникло на основі взаємозалежності й причинно-наслідкових зв’язків та існує між окремими екологічними компонентами. На думку Ю. Одума, не кожна комбінація життя, в якій відбувається обмін речовини, енергії та інформації, може називатися екосистемою. Нею може бути лише така комбінація, де є стабільність, домінантність і чітко функціонує внутрішній колообіг речовин. Екосистема може бути достатньо стійкою, зберігати свої властивості протягом певного часу й характеризуватись видовим складом; чисельністю організмів; синтезованою біомасою; співвідношенням окремих трофічних груп; просторовим розподілом окремих елементів; сукупністю всіх видів зв’язків; інтенсивністю процесів продукування й деструкції органічної речовини. Вчений вважав, що біогеоценоз і екосистема є синонімами, проте деякі вчені вкладають у ці поняття різний зміст і використовують їх довільно. Вчені Європи науку про розвиток рослинного й тваринного світу виділяють в самостійну галузь екології – *синекологію*. Фітоценологію, зооценологію, біогеоценологію не виділять в окремі дисципліни (як у нас), а включають до складу екології.

Терміни “екосистема” та “біогеоценоз” можна вважати синонімами лише в тому випадку, коли вони розглядаються як біоценоз, який займає певну ділянку земної поверхні з подібними атмосферними, гідросферними, літосферними умовами й характеризується однорідністю взаємозв’язків і взаємовпливів всередині біоценозу та зв’язків з середовищем місцезростання, наявністю в цьому комплексі живої й неживої природи колообігу речовини й енергії. Розбіжності між біогеоценозом і екосистемою мало помітні, проте є суттєвими: а) біогеоценоз має чітко визначені географічні розміри (однорідність середовища обмежена, а в екосистемі – ні; б) біогеоценоз – історично сформований, взаємозумовлений комплекс, тоді як тривалість існування екосистем не визначена; в) компоненти біогеоценозу є більш взаємозалежними один від одного, ніж компоненти екосистем; г) екосистемі можуть бути замкненими, тобто в їх межах проходить тільки колообіг речовин без обміну енергією, а біогеоценоз – це відкрита система, що обмінюється з довкіллям як речовиною, так і енергією. Біогеоценоз – однорідна ділянка земної поверхні, але її однорідність є відносною, оскільки всередині біогеоценозу немає жодної суттєвої біоценотичної, геоморфологічної, гідрологічної й едафо-геохімічної межі. Влучне визначення запропонували Е. Лавренко і М. Диліс: “біогеоценоз – це екосистема в межах фітоценозу”. Отже, ці категорії співпадають лише на рівні рослинних угруповань і принципово розходяться як вище, так і нижче цього рівня. Лише після встановлення меж біогеоценозу цей природний об’єкт

можна вивчати як екосистему. Будь-який біогеоценоз є екосистемою, але не кожна екосистема є біогеоценозом.

Вчені виявили деякі закономірності в існуванні екосистем різного рівня:

1) чим різноманітніші умови біотопів в межах екосистеми, тим більше видів містить відповідний біоценоз (в тропічних лісах живе більше половини біологічного різноманіття планети);

2) чим більше видів містить екосистема, тим менше особин нараховують відповідні видові популяції (в тропічних лісах, де значне видове різноманіття, популяції нечисленні, а в пустелях, тундрі, степу – численні);

3) чим більша різноманітність біоценозу, тим більша екологічна стійкість екосистеми (екосистема моря стійкіша за екосистему озера, тому що вона заселена різноманітними видами організмів);

4) штучні системи, що представлені одним видом або малим їх числом, нестійкі за своєю природою й не можуть самопідтримуватися;

5) будь-яка частина екосистеми не може існувати без іншої (закон екологічної кореляції).

### **Компоненти екосистеми.**

У кожній екосистемі є два основних компоненти: організми та фактори навколишнього середовища, що їх оточують. Сукупність організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) називають *біотою екосистеми*. Шляхи взаємодії різних категорій організмів – це її біотична структура. В екосистемології розрізняють три складові компоненти (фітоценоз, зооценоз, мікробоценоз), які знаходяться у взаємозв'язку з абіотичними факторами середовища і складають екосистему (*рис. 21*).

З точки зору трофічної структури екосистему поділяють на два яруси:

1) верхній – автотрофний ярус, або “зелений пояс”, що включає рослини і їх частини, що містять хлорофіл, де відбувається фотосинтез; 2) нижній – гетеротрофний ярус, або “коричневий пояс”, який включає ґрунти й опади, речовини, що розкладаються, коріння рослин. В цьому ярусі домінує використання, трансформація та розкладання органічних сполук.

Із біологічної точки зору, до складу екосистеми входять наступні компоненти:

1) неорганічні речовини ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  та ін.), які включаються в колообіги;

2) органічні сполуки (білки, вуглеводи, ліпіди, гумінові речовини), які зв'язують біотичну й абіотичну частини екосистеми;

3) повітряне, водне та субстратне середовище, що включає кліматичний режим і інші фізичні фактори;

4) продуценти – автотрофні організми (зелені рослини, синьо-зелені водорості, фото- й хемосинтезуючі бактерії), здатні створювати корм з простих неорганічних сполук;

5) консументи (макроконсументи, фаготрофи) – гетеротрофні організми, які поїдають інших організмів або частини органічної речовини;

6) редуценти (мікроконсументи, детритофаги, сапрофіти, осмотрофи) – гетеротрофні організми, в основному бактерії і гриби, які отримують енергію або шляхом розкладу мертвих тканин, або шляхом поглинання розчиненої

органічної речовини, що виділяється самовільно чи добувається сапрофітами з рослин та інших організмів. Перші три групи – неживі абіотичні компоненти, а решта утворюють біомасу.

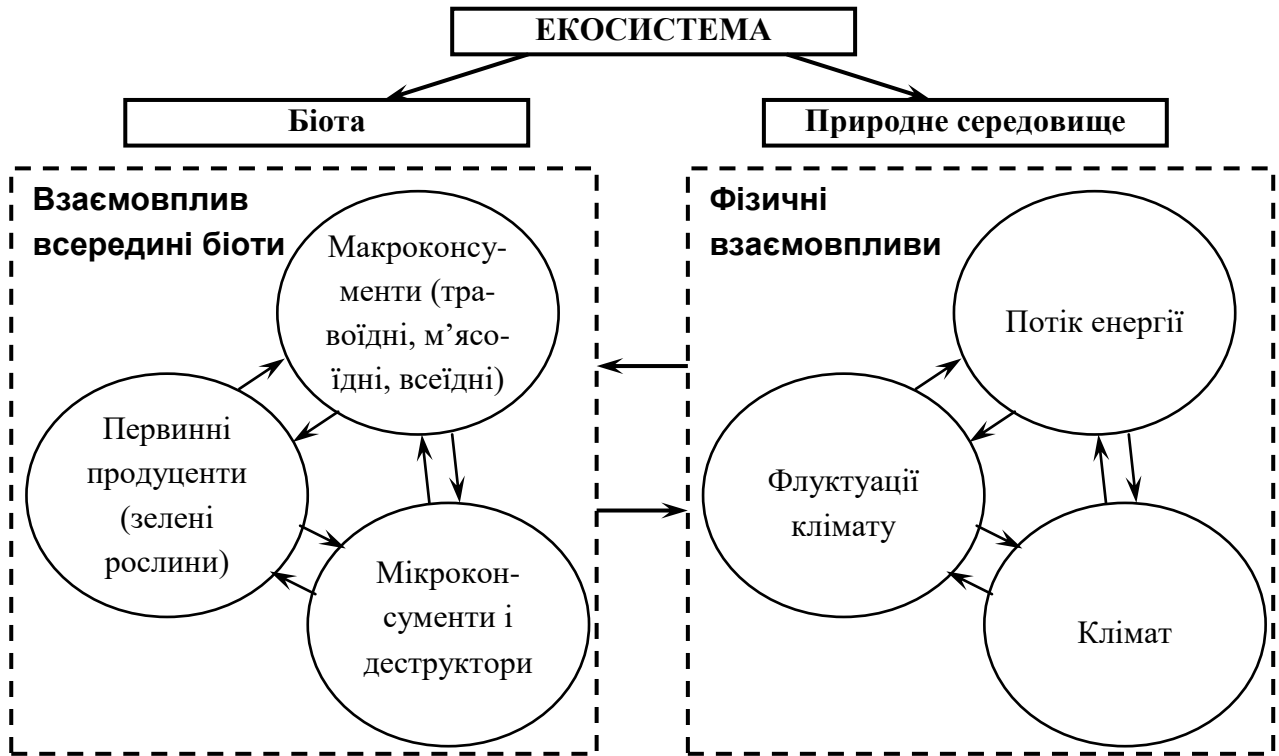


Рис. 21. Основні види взаємодії між біотичними і абіотичними компонентами типової наземної екосистеми.

Ю. Одум, враховуючи складність екосистеми, пропонував проводити її функціональний аналіз в шести основних напрямках:

- 1) потоки;
- 2) кормові ланцюги;
- 3) структура просторово-часового різноманіття;
- 4) колообіги поживних елементів (біогеохімічні колообіги);
- 5) розвиток і еволюція;
- 6) управління (кібернетика).

Для визначення місця екосистем у природному потоці енергії важливо знати, що екосистеми використовують лише невелику її частину, з чого випливає один із основних принципів функціонування екосистем: вони існують за рахунок практично вічної сонячної енергії, кількість якої відносно постійна й надлишкова. Основними характеристиками сонячної енергії є: 1) надлишок – рослини використовують лише 0,5% кількості сонячної енергії, що потрапляє на Землю. Якщо б людина існувала тільки за рахунок сонячної енергії, то вона б використовувала її значно менше. Відповідно, кількість енергії, що потрапляє на Землю, достатня для задоволення потреб людства. Оскільки сонячна енергія перетворюється в тепло, то збільшення її використання не повинно впливати на динаміку біосфери; 2) чистота – сонячна енергія – “чиста”, хоча ядерні реакції, що проходять на Сонці, і є джерелом

енергії, супроводжуються радіоактивними викидами, які залишаються на відстані 150 млн. км від Землі. В цьому відмінність її від енергії, яку отримуємо шляхом спалювання викопного палива або радіоактивного на атомних електростанціях; 3) постійність – сонячна енергія доступна в однаковій й безкінечній кількості; 4) вічність – вчені вважають, що Сонце через декілька млрд. років погасне, проте для нас це не має практичного значення, так як люди існують біля 3 млн. років, а це складає всього 0,3% міліярда. Звідси висновок: якщо навіть через 1 млрд. років життя на Землі стане неможливим, то у людства в запасі залишається ще 99,7% цього терміну, тобто кожні 100 років він буде зменшуватися всього на 0,00001%.

### 3.4. Класифікація екосистем.

Екосистеми, що є в сучасній біосфері, належать до двох основних категорій: природні екосистеми, що виникають та існують незалежно від людини, і штучні екосистеми (агроценози), створені людиною. Нині всі природні екосистеми у тій чи іншій мірі змінені під впливом господарської діяльності людини. Природні екосистеми досить різноманітні (*таблиці 3, 4*), але за спільністю основних структурних ознак, особливостями функціонування, характером потоку енергії та колообігу речовин їх можна об'єднати в декілька основних типів. При виділенні типів екосистем, перш за все, базуються, на ознаках біоценозів. Різноманіття екосистем світу можна звести до 15 основних типів, які називають *біомами*.

Таблиця 3. Основні типи біомів

<b><i>Наземні біоми</i></b>
Вічнозелений тропічний дощовий ліс
Напіввічнозелений тропічний ліс
Пустелі: трав'яниста та кущова
Чапараль – райони з дощовою зимою та посушливим літом
Тропічний грасленц і саванна
Степи помірної зони
Бореальні хвойні ліси
Тундра: арктична й альпійська
<b><i>Прісноводні біоми</i></b>
Стоячі води – озера, ставки
Проточні води – ріки, канали
Болота й болотисті ліси
<b><i>Морські біоми</i></b>
Відкритий океан
Води континентального шельфу (прибережні води)
Райони апвелінга (родючі райони з продуктивним рибальством)
Естуарії (прибережні бухти, протоки, гирла річок, солоні марші і т.д.)

**Біоми** – це великі регіональні одиниці біосфери, що мають специфічну фауну та флору, які пристосувалися до певних ґрунтово-кліматичних умов та



сумісного життя. Кожний біом включає в себе цілий ряд менших за розмірами, зв'язаних одна з одною екосистем. Найбільш важливими для біосфери є біоми лісів та різних типів злакової рослинності. На лісові біоми припадає 27% території суходолу (40,5 млн. км<sup>2</sup>).

**Біопродуктивність** – це продукування живими організмами біомаси на одиницю площі за певний проміжок часу. Вона оцінюється через первинну і вторинну біологічну продукцію угруповання. *Біологічна продукція* первинна – це приріст біомаси автотрофних організмів за одиницю часу. Частина цієї продукції йде на підтримання життєдіяльності самих рослин (процес дихання) і може складати від 40 до 70% утвореної первинної продукції, а решта зеленої маси витрачається на поповнення біомаси консументів, тому її називають *вторинною продукцією угруповання*. Продуктивність обчислюють у відсотках, діленням кількості продукції на біомасу. Наприклад, якщо ліс із біомасою 100 кг/га виробляє продукції 20 кг/га за рік, то він має річну продуктивність 20%.

Таблиця 4. Класифікація основних природних екосистем світу

<b>А</b>	<b>Екосистеми суходолу</b>
1	Тундра
2.	Шпилькові ліси помірної зони (тайга)
3.	Листяні ліси помірної зони
4.	Степи
5.	Тропічна і субтропічна злакова рослинність
6.	Савана і рідколісся
7.	Пустеля
8.	Вічнозелений тропічний дощовий ліс
9.	Болота
10	Луки
<b>Б</b>	<b>Екосистеми водойм</b>
11	Стоячі водойми (лентичні): озера, ставки, водосховища.
12	Екосистеми текучої води (лотичні): ріки, канали, струмки
13	Екосистеми континентального (прибережного) шельфу
14	Екосистеми відкритого океану
15	Естуарії
16	Глибоководні рифтові зони

**Біомаса** – це спільна маса всіх живих істот. У випадку конкретної екосистеми (лісу) це маса всіх живих організмів, які в ній існують. Є декілька методів обчислення біомаси екосистеми. Як правило, це наближені підрахунки, адже для точного результату необхідно зібрати й зважити всі наявні істоти певного середовища. Біомаса вимірюється в одиницях маси (г, кг, т) на одиницю поверхні (м<sup>2</sup>, га, км<sup>2</sup>). Залежно від об'єму створюваної біопродукції *екосистеми* поділяють на чотири класи:

1. Екосистеми найвищої продуктивності, в межах 2000 – 3000 г/м<sup>2</sup> за рік (тропічні вологі ліси).
2. Екосистеми високої продуктивності, в межах 1000 – 2000 г/м<sup>2</sup> за рік

(листяні ліси помірної зони та луки).

3. Екосистеми помірної продуктивності, в межах 250 – 1000 г/м<sup>2</sup> за рік (стеги та чагарники).

4. Екосистеми низької продуктивності, менше 250 г/м<sup>2</sup> за рік (пустелі та напівпустелі).

Біоми вивчає наука біогеографія.

Екосистеми різняться за стійкістю. Стійкість екосистеми забезпечується її адаптаційною здатністю до змін середовища, ритмів її активності, перегрупування видів, просторових переміщень компонентів. При перевищенні критичного значення параметра екосистема втрачає свою стійкість. Але екосистеми, як правило, є стійкими динамічними системами з власним механізмом саморегуляції, на якому ґрунтується природна екологічна рівновага, що забезпечує екосистемам існування протягом тривалого часу.

На стійкість екосистеми впливає ряд чинників: ефективність використання енергії в екосистемі, біотичне різноманіття, асимілююча ємність. Вчені виділяють певні закономірності у стійкості екосистем до зовнішніх впливів:

1) чим більша різноманітність біоценозу, тим більша екологічна стійкість екосистеми;

2) чим різноманітнішими умовами характеризуються межі екосистеми, тим більше видів містить відповідний біоценоз. Враховуючи принцип Ле Шательє-Брауна варто відмітити, що при зовнішній дії на екосистему, яка виводить її з стану рівноваги, ця рівновага зміщується в напрямку послаблення ефекту зовнішньої дії. Отже, екосистема є динамічною структурою, і пом'якшення зовнішнього впливу на неї відбувається за рахунок зміни перебігу таких процесів як колообіг речовин, видове різноманіття, функціональна роль видів у екосистемі.

Важливим показником стійкості екосистеми є її асимілююча ємність – максимальна кількість забруднюючої речовини, яка за одиницю часу може бути накопичена, зруйнована чи трансформована й виведена за межі екосистеми без порушення нормального її функціонування. Ця величина залежить як від природних, так і антропогенних чинників. Так, асимілююча ємність річки дуже велика за рахунок значного виносу забруднюючих речовин за межі її екосистеми. Чим більшою є екосистема, тим значнішу асимілюючу ємність вона має.

### **Екологічна піраміда.**

Кількісні оцінки трофічних рівнів екосистеми вказують на певну закономірність у залежності нижчого трофічного рівня від вищого. Кількість ланок ланцюга живлення в екосистемі обмежується правилом екологічної піраміди (піраміди Елтона), відповідно до якої біомаса кожної наступної ланки в ланцюзі живлення зменшується (*рис. 22*). Це схематична репрезентація кількості біомаси, що утворюється в будь-якому з ланцюгів трофічної мережі. Кожний вищий поверх є вужчим за той, на який він спирається. Наприклад, маса рослин значно перевищує масу тварин, які поїдають ці рослини, інакше ці тварини вимерли б від голоду. Аналогічне співвідношення існує між іншими поверхами. За правилом піраміди загальна біомаса кожної наступної ланки в

ланцюгу живлення зменшується.

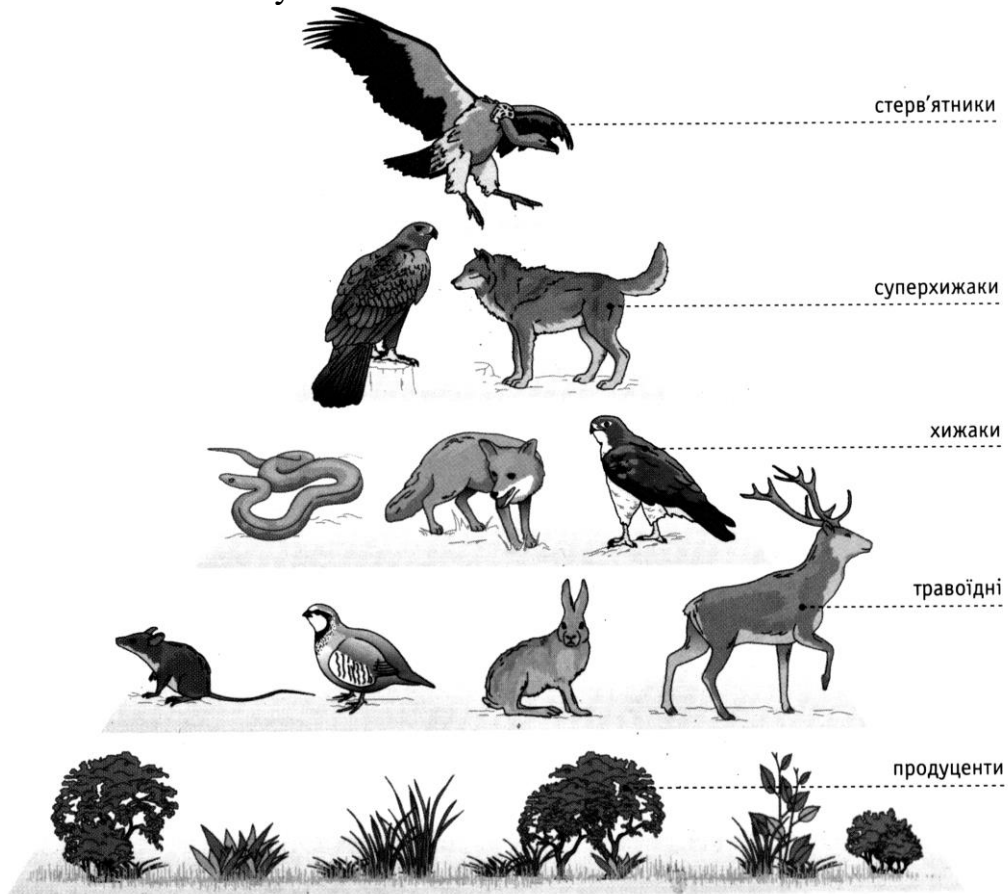


Рис. 22. Трофічна піраміда.

Виділяють три основні типи екологічних пірамід: числа, біомаси, енергії. Такі схеми відображають дві функціональні характеристики будь-якого біоценозу: висота їх пропорційна довжині трофічного ланцюга, тобто числу трофічних рівнів; форма відображає ефективність перетворення енергії при переході від одного трофічного рівня на інший (чим ефективніші термодинамічні реакції, тим більша кількість біохімічної матерії утвориться на наступному рівні).

Піраміда чисел являє собою перше наближення до вивчення трофічної структури екосистеми. Встановлено основне правило: в будь-якому середовищі рослин більше, ніж тварин, травоїдних більше, ніж м'ясоїдних, комах більше, ніж птахів і т. д. Таким чином, можна констатувати, що при переході з одного трофічного рівня на інший чисельність особин зменшується, а розмір їх збільшується. Так, в лісі нараховується значно менше дерев (первинні продуценти), ніж комах (рослиноїдні). Така ж особливість спостерігається в трофічних ланцюгах паразитів і сапрофітів (рослини, гриби, дроб'янки, що живляться органічними речовинами інших організмів).

Піраміда ж біомас більш повно відображає харчові взаємовідносини в екосистемі, оскільки вона показує біомасу (суху масу) на кожному рівні трофічного ланцюга в певний момент. Її форма часто подібна до форми піраміди чисел, але бувають винятки, скажімо, для прісноводного середовища, де первинна продуктивність забезпечується мікроскопічними організмами з

великою швидкістю обміну речовин (біомаса мала, а продуктивність велика). Недолік піраміди біомас полягає в тому, що в ній не розділяються компоненти, які мають різний хімічний склад і енергетичну цінність.

Піраміда енергії показує ефективність її перетворення та продуктивність трофічних ланцюгів. Вона будується шляхом підрахунку кількості енергії, акумульованої одиницею поверхні за одиницю часу і використаною організмами на кожному трофічному рівні. Деструктори, значення яких здається не суттєвим в піраміді біомас, перетворюють значну частину енергії, що проходить через екосистему.

Розрахунок теоретичної екосистеми, представленій одним елементарним трофічним ланцюгом, який функціонує протягом року, зробив відомий американський вчений-еколог Ю. Одум. Згідно його експерименту, основною продукцією ланцюга є урожай люцерни на площі 4 га. Досліди засвідчили, що показники пірамід числа, біомаси, енергії не високі: люцерна використовує 0,24% сонячної енергії, яка поступила на поле, телята – 8%, з яких 0,7% енергії йде на розвиток хлопчика. Очевидно, що для хлопчика достатньо всього лиш близько однієї мільйонної частини сонячної енергії, яка надходить на 1 га зайнятого люцерною поля за рік. Таким чином, при переході від нижньої ланки піраміди до її вершини використання сонячної енергії значно зменшується. Це – загальне природне явище. Зелені рослини й автотрофні мікроорганізми використовують 0,1-1,2% енергії сонячної радіації, фітофаги – 9-10% цієї кількості, а консументи другого порядку – 2-12% енергії, яка накопичується фітофагами. Значна частина енергії йде на задоволення енергетичних потреб організму. Біомаса, що випадає з ланцюга живлення, не втрачається для екосистеми, вона служить основою для інших ланцюгів живлення. Аналізуючи екологічні піраміди, Ю. Одум сформулював наступне правило: дані піраміди чисел призводять до перебільшення ролі малих організмів, а дані піраміди біомас – великих. Це пояснюється більш інтенсивним метаболізмом малих організмів, тому лише піраміда енергії є найбільш придатним показником оцінки будь-якого компоненту екосистеми та порівняння компонентів між собою.

#### **Екологічні концепції дослідження екосистем.**

Встановлено основні концептуальні положення екології:

1) морфолого-структурна концепція (видове різноманіття, вертикальна ярусність і горизонтальна неоднорідність біоценозів, співвідношення життєвих форм, ценотичний склад);

2) функціонально-ценотична концепція (середовищеутворююча діяльність популяцій, їх взаємовплив у біоценозі, взаємодія компонентів у екосистемі);

3) продуктивно-енергетична концепція (трофічні ланцюги, екологічні піраміди, трофічні мережі, що утворені трофічними ланцюгами, які перетинаються в різних ланках, потік енергії й ентропії в харчових ланцюгах, накопичення й перетворення вільної енергії, формування первинної і вторинної продукції);

4) інформаційно-кібернетична концепція (потіки інформації та гомеостаз популяції, біоценозу й екосистеми, керуючий вплив на них);

5) біогеохімічна концепція (колообіг речовин в екосистемі, міграція хімічних

елементів у трофічних ланцюгах компонентами екосистеми, обмін між екосистемами);

6) соціально-економічна концепція (експлуатація екосистем, сприятливі та несприятливі наслідки для угруповань);

7) сукцесійно-динамічна концепція (сукцесія біоценозу і екосистеми ендегенна й екзогенна, екологічна ординація і морфологічна класифікація біоценозів);

8) еволюційна концепція (виникнення й історичний розвиток екосистем, палеоекологія);

9) хорологічна концепція (просторова структура видів, розподілення екосистем за рангом в залежності від кліматичних, зонально-поясних, ландшафтних і регіональних особливостей земної поверхні).

На основі цих концепцій розглядаються, вивчаються та досліджуються різноманітні екосистеми в морфологічному, фізіологічному, часовому, просторовому аспектах.

### **Запитання для самоперевірки.**

1. Що таке вид організмів?
2. Дайте визначення терміну “популяція”.
3. Що вивчає популяційна екологія (демекологія) та які основні її завдання?
4. Що таке екологічна структура популяції?
5. Що таке біоценоз?
6. Що вивчає синекологія?
7. Назвіть складові біоценозу.
8. Що таке біотоп?
9. Що таке едафотоп, кліматотоп, гідротоп, екотоп?
10. Структура біогеоценозу за В.Сукачовим.
11. Що таке насичений і ненасичений біоценоз?
12. Дайте визначення екосистеми, перелічіть її складові.
13. Яку структуру має екосистема?
14. В чому суттєва різниця між екосистемою та біогеоценозом?
15. Наведіть приклади природних і штучних екосистем. Яка між ними різниця?
16. Що таке біотоп екосистеми?
17. Основні компоненти екосистеми.
18. Що таке біоми? Їх приклади.
19. Що таке біопродуктивність екосистеми і на які категорії поділяють екосистеми за біопродуктивністю?
20. Які показники використовують для характеристики екосистеми?
21. Що таке екологічна піраміда?
22. Види екологічних пірамід, їх характеристика.
23. Чим відрізняється екологічна піраміда біомас від екологічної піраміди енергії?
24. Як змінюється енергія в екосистемі при переході від одного трофічного рівня до іншого?
25. Яке значення має видове різноманіття в екологічних системах?
26. Охарактеризуйте основні екологічні концепції.

## РОЗДІЛ 4.

*Відкриття поділу урану  
загрожує цивілізації не більше,  
ніж запалений сірник.  
Подальший розвиток людства  
залежить від його моральних принципів,  
а не від технічних досягнень.*

**А. Ейнштейн,**

видатний німецький і американський фізик-теоретик

*Забруднення – це насамперед економічна проблема,  
яку слід визначати економічними термінами.*

**Л. Рафф,**

американський економіст

*У людства повинно бути майбутнє  
і воно може бути світлим.*

**М. Реймерс,**

видатний російський еколог

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ.

### 4.1. Екологічна криза, її причини і тенденції.

*Екологічна криза* – це порушення взаємозв'язків у системі географічної оболонки або незворотні явища в біосфері, викликані антропогенною діяльністю, що загрожують існуванню людини як виду.

Погіршується енергетична, мінерально-сировинна та продовольча забезпеченість земної цивілізації, зростає забруднення довкілля, є небезпека зміни генетичного фонду людства. В підходах до висвітлення екологічної кризи є два напрями суспільної думки: песимістичний і оптимістичний. Песимісти заперечують можливість поступального розвитку цивілізації за існуючими співвідношеннями народжуваності та смертності, темпів економічного зростання, умов забруднення довкілля. Вони пропонують обмежити чи навіть зупинити техніко-економічний розвиток людства.

Оптимісти відстоюють можливість збереження масштабів економічного розвитку за умови забезпечення суворих державних заходів захисту географічного середовища та раціонального природокористування, організації процесів виробництва і споживання на основі радикальної перебудови технологій, створення нових технічних засобів і технологічних процесів, більш прийнятних із екологічної точки зору.

Найбільш логічний шлях подолання екологічної кризи полягає в усвідомленні того, що захист географічного середовища полягає в організації розумного раціональнішого використання Природи.

Життя планети не підвладне обмеженням, які створює політичне розмежування держав. Однак, деякі природні ресурси та процеси є більш локалізованими, контроль і управління ними можливі з боку окремих держав.

До них належать природні ресурси, пов'язані з державною територією і ті, які є її елементами: земля, надра, внутрішні води, ресурси континентального шельфу, рослинність тощо.

Водночас є природні ресурси, контролювати та зберігати які неможливо зусиллями окремих держав. Вони або знаходяться в міжнародному просторі (відкрите море, космос), або перемішуються між різними країнами та континентами. До них належать атмосферне повітря, ресурси Світового океану та прісної води, природні багатства Антарктиди, тварини, що мігрують. Охороняти їх можливо за умов міжнародного співробітництва.

До цієї проблеми додаються інші, пов'язані з організацією природокористування, їх декілька.

**Проблема раціонального використання мінеральних ресурсів у промисловості.** В ній найбільш яскраво проявляється основне протиріччя економіки – між необмеженістю потреб людини та обмеженістю наявних ресурсів у Природі. Є небезпека вичерпання або виснаження відомих і доступних для використання ресурсів Землі залізної руди, руд міді, нікелю, марганцю, хрому, алюмінію, не кажучи вже про нафту і газ. Це змушує освоювати бідніші родовища, які часто розташовані у важкодоступних районах або на шельфах морів і океанів.

Розв'язання цієї проблеми вимагає комплексного використання сировини, впровадження ресурсозберігаючих технологій, регенерації вторинних ресурсів. Оскільки розвиток виробництва невід'ємно зв'язаний із експлуатацією природних ресурсів, то в економічних і технічних рішеннях мають враховуватися екологічні аспекти. Особливо гострою є проблема раціонального розвитку енергетики.

**Глобальна проблема раціонального розвитку енергетики.** В сучасній структурі енергобалансу світової енергетики переважають вуглеводневі енергоносії – нафта та газ. Розміщуються основні види палива на планеті вкрай нерівномірно. Цілком очевидно, що основні проблеми цієї системи господарства полягають у необхідності перебудови світової енергетики, зміни її структури, впровадження енергозберігаючих технологій, використання альтернативних джерел енергії. До того ж розвиток енергетики, зокрема атомної, має загальмуватись, оскільки вже тепер помітне теплове забруднення планети – підвищення температури довкілля.

**Проблема раціонального використання земельних ресурсів та виробництво продовольчих товарів** стоїть немов би на стику різних за своїм характером завдань: освоєння та раціонального використання сільськогосподарських угідь, розвитку сільськогосподарської науки, пошуків вирішення організаційних політичних та соціально-економічних питань. Розвиток агровиробничої сфери пов'язаний із посиленням антропогенного впливу на географічне середовище і стимулюється загостренням демографічної ситуації на планеті. Розв'язання проблеми неможливе без використання науково-технічного прогресу.

В окремих регіонах Землі склалася напружена ситуація із забезпеченням населення продовольством, причиною якої є нерівність у соціально-економічному розвитку країн і подекуди стихійні лиха. Такими регіонами є: в

Африці – зона Сахель (райони на південь від пустелі Сахара), східна та центральна частина материка; в Азії – південна та південно-східна частини Азії; в Південній Америці – гірські райони Анд і Амазонія.

Але проблема забезпечення світу продовольством полягає не в тому, що в світі не вистачає сільськогосподарських продуктів (на планеті виробляється на душу населення достатньо зерна, м'яса, цукру, овочів тощо), а в тому, що розміщення їх виробництва не збігається з географією попиту. Північна Америка та Західна Європа мають надлишок сільськогосподарських продуктів. Водночас у країнах, що розвиваються, продуктивність сільського господарства все ще занадто низька. Отже, шлях до розв'язання проблеми полягає в пошуку можливостей підвищення продуктивності сільського господарства, передусім країнами, що розвиваються.

Важливою є **проблема використання ресурсів Світового океану** – біологічних, мінеральних, енергетичних. Океан – це “легені” планети. Він забезпечує основну частину регенерації кисню (на суходолі таку ж роль відіграють ліси) і є своєрідним регулятором температури на земній кулі.

Особливо посилилася діяльність у Світовому океані в другій половині ХХ ст. Зріс видобуток мінеральних ресурсів (нафта, газ, залізо-марганцеві руди, магній та ін.), що супроводжується збільшенням забруднення океанів. До гранично допустимих меж наближається вилов риби та інших морепродуктів. Зменшився вилов червоної риби (кета, горбуша та ін.), крабів біля східного узбережжя Азії, анчоусів біля західного узбережжя Америки, тріски та оселедців у Північній Атлантиці тощо. Особливо сильно забрудненими виявилися такі акваторії Світового океану, як зона Карибського басейну, Північного, Балтійського, Середземного й Чорного морів, Перської затоки, вод південного узбережжя Японських островів. Помітно зріс тоннаж флоту та обсяги перевезень. У економічно розвинених країнах відбулися зрушення виробничих потужностей до моря – виникли великі приморські промислові комплекси. Зросло також рекреаційне навантаження на узбережжя морів і океанів. Щороку сотні мільйонів відпочиваючих їдуть до моря, на узбережжя популярних світових курортів.

Стає очевидним, що проблеми Світового океану є водночас економічними, соціальними, технічними, екологічними. Для їх розв'язання потрібні узгоджені міжнародні дії.

Усвідомивши наближення глобальної екологічної катастрофи, суспільство вживає заходів щодо її відвернення. Екологічні питання стали актуальними як для кожної окремої країни, так і для всього міжнародного співтовариства.

У діяльності природоохоронних органів поєднуються створення системи природокористування, яка діє на засадах екологічної політики держави, і певної науково обґрунтованої системи захисту Природи. Основними еколого-господарськими напрямками охорони Природи є такі:

- а) використання очисних споруд, в тому числі біологічних методів;
- б) відбір і вирощування рослин, які поглинають забруднювачі;
- в) створення маловідходних і безвідходних технологій виробництва;
- г) використання здатності Природи до самоочищення.

Створено всесвітні та регіональні організації з охорони навколишнього



середовища, їх налічується понад 200. Провідною є Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) із штаб-квартирою в Найробі (Кенія), яка покликана координувати та частково фінансувати проекти в цій галузі. Працює міжнародна довідкова система інформації з довкілля (ИНФОТЕРРА). Екологічні проблеми глобального характеру покликаний вирішувати також Міжнародний союз із охорони Природи та природних ресурсів (МСОП) зі штаб-квартирою в Швейцарії. Саме він видає так звану Червону книгу, в яку заносять рідкісні та зникаючі види живих організмів, що потребують охорони.

Історично склалося, що відношення людини до Природи зводилося до споживання, використання природних ресурсів для задоволення матеріальних і духовних потреб. Масштаби споживання ресурсів призвели до виснаження, забруднення й руйнування нав-колишнього природного середовища. Це породило конфлікт між суспільством і Природою, але одночасно створило умови для появи екологічної форми взаємодії, метою якою стала охорона природного середовища.

### **Основні причини руйнування екосистем та виснаження ресурсів.**

На відміну від Природи, де утворення й споживання харчових ресурсів відбуваються у безвідхідних циклах, при виробництві товарів людиною утворюються відходи. Для задоволення своїх потреб людині в рік потрібно близько 20 т сировини, 90-95 % якої йде у відходи. Колись природні системи встигали переробляти відходи антропогенної діяльності; у сучасних умовах можливості біосфери до самоочищення й саморегуляції майже вичерпані через стрімке збільшення відходів промисловості, сільського господарства, житлово-комунальної сфери.

Ємкість природного середовища не дозволяє нині переробити всі відходи господарської діяльності людини, нагромадження яких створює загрозу глобального забруднення й деградації природних екосистем.

Запаси корисних копалин обмежені розмірами нашої планети, а їх постійне використання веде до поступового виснаження.

Результати руйнівної діяльності людей часто мають довгострокові наслідки, які не простежуються одним поколінням. Вплив на Природу в одному регіоні може не позначатися на перших порах негативно у віддалених місцях, що створює неправильне уявлення про нешкідливість господарської діяльності.

Соціальна стабільність і стійкість природних екосистем – дві сторони однієї медалі. Розвиток природних і соціально-економічних систем відбувається відповідно до теорії складності структури й зв'язків із підтримуючою ємкістю середовища. Зміст теорії складності полягає в тому, що в міру збільшення розмірів й ускладнення організації системи росте частка енергетичних витрат на її підтримку й забезпечення різноманітних функцій. Частка енергії, яка могла б витрачатися на подальший її розвиток, падає. Коли надходження енергії та її витрати зрівнюються, подальший розвиток системи припиняється. Рівень розвитку, що може підтримуватися в цих умовах, називається максимальною підтримуючою ємкістю середовища.

Ємкість природного середовища можна дослідити на прикладі експерименту, проведеного в штаті Мічиган (США). У загін площею 500 га

помістили 6 оленів. За сім років череда збільшилася до 220 голів. Олені стали поїдати занадто багато рослинності й наносити шкоду середовищу своїм перебуванням. Чисельність їх стала знижуватися через голод, хвороби і руйнування природного середовища. Тоді число оленів скоротили до 115 голів. Було встановлено, що 200 голів (2,5 га на голову) будуть відповідати максимальній ємкості середовища, а приблизно 100 голів (5 га на голову) – його оптимальній можливості.

У природних умовах роль регулюючого фактора, що позитивно впливає на якість популяції, можуть грати хижаки. У природних системах за багато років виникли механізми саморегуляції, тому перевантаження середовища не відбувається й рівень ємкості підтримується нижче максимального, його називають “надійно підтримуючою ємкістю”.

У великих містах також може відбуватися перевантаження ємкості середовища через збільшення населення й економічних благ, які призводять до зниження якості повітря й води. Наслідком цього є збільшення кількості захворювань, витрат на очищення води, повітря, медичні послуги й т.п. Крім того, у містах підвищуються витрати на транспорт, обслуговування, опалення, ростуть безробіття й злочинність, тобто з розвитком міста витрати на забезпечення його функцій збільшуються, а якість життя знижується. Оптимальна ємкість середовища відповідає містам помірних розмірів, з населенням близько 100 тисяч чоловік (рис. 23).

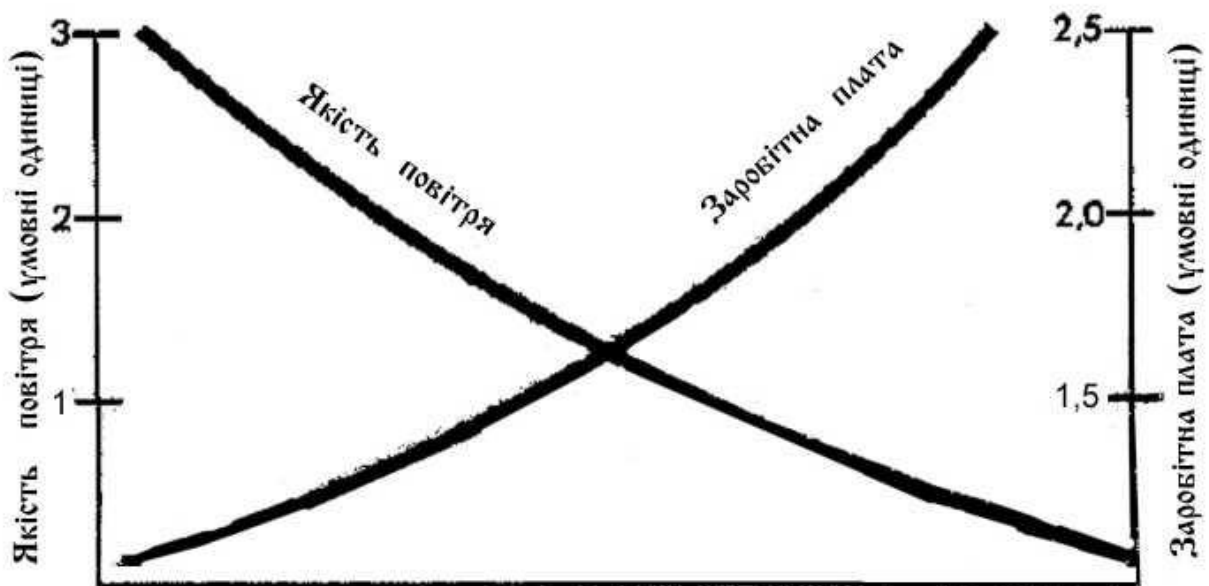


Рис. 23. Зростання прибутків веде до зниження якості середовища (у великих містах).

Індустріально-міська система залежить від розмірів сільського оточення. Чим більше місто, тим більші його потреби у приміських просторах. Якщо їх не вистачає, якість життя різко знижується. Часто саме якість життя, а не недостатня кількість енергії й інших зручностей, стає фактором, що лімітує розвиток міста. В ідеальному випадку в кожному регіоні держави повинно бути велике місто, де зосереджено культурні установи: музеї, театри, філармонії, спортивні комплекси, університети; а поруч – безліч маленьких

селищ, які забезпечують екологічне благополуччя населення.

Чисельність людей у світі, очевидно, наближається до можливостей біосфери забезпечувати всіх продуктами харчування й горючими матеріалами. Деякі вчені вважають, що ємкість планети Земля вже перевищена і, якщо підняти життєвий рівень найбільш бідної частини населення, то ресурсів на всіх не вистачить. В. І. Вернадський писав: “Наша планета (як і будь-яка інша) має межі поширення життя, обмежені її фізичними властивостями й насамперед розмірами”.

Розвиток молодих екосистем відрізняється витратами енергії, яка йде на підтримку структури й на збільшення біомаси. У зрілих екосистемах витрати енергії на підтримку структури перевищують її витрати на ріст біомаси. Людина ж, бажаючи одержати максимум продукції, іде на додаткові витрати енергії, не піклуючись про збереження структури системи. Так, прагнучи отримати високі врожаї, вона штучно підтримує агроекосистеми в незрілому стані й перевантажує ємкість природного середовища. Зайняти під рілля всю поверхню Землі було б самогубством, бо втратили б “неістівний” буфер, що життєво необхідний для підтримки стабільності біосфери.

Кожна людина інстинктивно прагне оточити свій дім кущами, травами, квітами, селитися коло водойм. Людям потрібні не тільки їжа й одяг, але й збалансована по  $\text{CO}_2$  й  $\text{O}_2$  атмосфера, м'який клімат, чиста вода й повітря, рекреаційні зони, що дозволяють насолоджуватися Природою. Такі умови можливі у зрілих екосистемах, які підтримують свою стабільність.

Довгий час людство приймало як належне те, що Природа забезпечує газообмін, очищення води, колообіг біогенних елементів і виконує інші функції, які зберігають рівновагу екосистем. Але науково-технічний прогрес й зростаюче населення Землі почали руйнувати компенсаційні механізми саморегуляції в Природі. Оскільки систему неможливо оптимізувати за двома несумісними критеріями, необхідно шукати компроміс між рівнем економічних благ і якістю життєвого простору. Важко оцінити, скільки потрібно первісного природного середовища, щоб забезпечити заданий рівень економічного розвитку людства, і ще важче виробити стратегію взаємодії людини та Природи, створити глобальну модель розвитку.

#### **4.2. Вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу.**

Сучасне вчення про біосферу створив і розвинув В.І. Вернадський (1863-1945). Цьому творчому генієві були притаманні не тільки глобальність мислення, а й вихід за рамки експериментальної науки. Перший Президент Української академії наук, академік Петербурзької АН, а потім АН СРСР, член численних іноземних академій, непересічний природознавець-мислитель залишив нам цілісне бачення світу і завдань людини як на Землі, так і у Всесвіті.

Народився В.І. Вернадський у Петербурзі 12 березня 1863 року в сім'ї професора Івана Васильовича Вернадського. Своїм походженням він нерозривно пов'язаний з Україною, звідки йшло його родове коріння і де пройшло його дитинство. Його прапрадід Василь Верна був запорізьким козаком, воював у 1648-1653 р.р. під керівництвом Богдана Хмельницького.

Мати, Галина Петрівна, походила з українського старшинського роду Константиновичів. Сам Володимир Іванович ніколи не відходив від ідеї самостійності української культури і науки, яку передав йому у спадок батько. На все життя вчений зберіг любов до української мови, культури, історії та науки. В 1868 р. родина Вернадських переїхала до Харкова. Спочатку Володя навчався у Харкові, а з третього класу – в Петербурзькій класичній гімназії, яка була однією з найкращих в Росії. В.І. Вернадський отримав блискучу освіту: він навчався на природничому відділенні фізико-математичного факультету Петербурзького університету, коли там викладали знамениті вчені – В.В. Докучаєв (грунтознавство), Д.І. Менделєєв (неорганічну хімію), Бутлеров (органічну хімію), О.І. Воейков (кліматологію), О.М. Бекетов (ботаніку), М.І. Сеченов (фізіологію), Фамінцин – (агрохімію), Богданов – (зоологію), Іностранцев – (геологію) та ін. Вчений володів європейськими мовами, в юні роки відвідав Берлін, Мюнхен, Лондон, Париж, міста Італії. Його обрали членом-кореспондентом Британської асоціації наук.

Свою першу наукову доповідь, в якій вперше було подано ідею розвитку біосфери, він зробив у 21 рік на засіданні університетського науково-літературного товариства. У 1886 р. він одружується зі Старицькою Наталією Єгорівною, високоосвіченою людиною, надійним товаришем і помічником. У цьому ж році Володимира Івановича було залишено наглядачем мінералогічного кабінету Московського університету. В 1887 р. народжується син Георгій, який згодом став професором російської історії Йельського університету в США. Потім вчений від'їжджає за кордон. Після повернення в Росію бере участь у очолюваній В.В. Докучаєвим експедиції до Полтавської губернії. Пізніше В.І. Вернадський повертається до Московського університету, читає там лекції і стає приват-доцентом кафедри мінералогії, захищає магістерську, а в 1897 р. – докторську дисертацію. В 1898 р. народжується донька Ніна, яка стане знаменитим психіатром. В 1906 р. його обирають членом Державної Ради Московського університету. В 1911 р. В.І. Вернадський переїздить до Петербурга через незгоду з антидемократичними діями уряду. В 1915 р. за його ініціативи створюється КВВС (Комісія з вивчення виробничих сил Природи). В 1916 р. В.І. Вернадського обирають головою вченої ради Міністерства землеробства. Через хворобу легенів вчений переїздить до Києва, бере участь у створенні Української академії наук, обирається її першим президентом. Керуючи УАН у 1918-1921 роках, він встиг зробити дуже багато. Активно працював у фізико-математичному відділі Академії, очолив комісію по вивченню природних виробничих сил України, займається геологією, мінералогією, викладав у Київському університеті. Організував у Києві науково-дослідну хімічну лабораторію, яка згодом була реорганізована в Інститут загальної й неорганічної хімії. У 1919 році В.І. Вернадський захворів сипним тифом і виїхав на лікування у Крим. Після одужання працював у Таврійському університеті у Сімферополі, де його обрали ректором. А далі Вернадський жив і працював за межами України: в 1922-1939 р.р. він стає директором Радієвого інституту в Москві, в Інституті геохімії і в Академії наук СРСР. З 1923 р. до 1926 р. займається викладацькою та науковою роботою в Сорбонні (Париж). У 1926 р. виходить в світ його знаменита монографія “Біосфера”, а в 1928 р. В.І.

Вернадський засновує біогеохімічну лабораторію. У 1943 р. в евакуації помирає дружина академіка, з якою було прожито разом 56 років, у 1944 р. В.І. Вернадський повертається до Москви, де через крововилив у мозок помирає 6 січня 1945 року на 82 році життя. Під час війни в 1943 році вчений отримав Державну (Сталінську) премію СРСР. На жаль, офіційна історія науки зробила все, щоб українське п'ятиріччя діяльності академіка зникло з пам'яті народу.

В.І. Вернадський залишався патріотом України до кінця свого довгого життя. В глибокій старості він писав: “Один-єдиний підсумок: наукова творча робота та вільна культурна діяльність за Україну і рідною мовою...”

Методологія В.І. Вернадського вирізнялася вражаючою широтою підходу до проблем людства. Він закликав учених не лише порівнювати науковий світогляд різних епох, а й вивчати структуру науки вкупі з іншими формами суспільної свідомості – філософією, релігією, мистецтвом, навіть з матеріальною практикою та соціальними умовами життя населення тієї епохи. Мислитель написав блискучі статті про творчість Ломоносова, Канта, а в наукових працях цитував найвидатніших учених світу. Науковий метод розглядався ним як важливий, але не єдиний у пізнанні реальності.

В.І. Вернадський створив цілий комплекс наук про Землю – від генетичної мінералогії до біохімії, радіології, вчення про біосферу. Він умовно виділяв такі послідовні етапи еволюції біосфери: синтез простих органічних сполук, біогенез, антропогенез, техногенез і ноогенез.

1. Синтез простих органічних сполук відбувався в геосфері Землі під дією ультрафіолетової радіації, метану, аміаку, водню й парів води. Цей етап тривав 4,5-3,5 млрд. років тому.

2. Біогенез – перетворення речовини геосфери Землі в живу речовину біосфери. Під дією геофізичних чинників відбулось утворення високомолекулярних органічних сполук з простих з'єднань. Цей етап ха-рактеризується появою живої речовини біосфери, який тривав 3,5-2,5 млрд. років тому.

3. Антропогенез характеризується появою людини й перетворення її в соціальну істоту, формування громадської організації людських співтовариств у процесі виробничої діяльності. Він тривав 3-1,5 млн. років тому.

4. Техногенез – перетворення природних комплексів біосфери в техногенні й природно-технічні комплекси в процесі виробничої діяльності. Початок етапу можна віднести до тих часів, коли з'явилися міські поселення – селітебні ландшафти (15-10 тис. років тому).

5. Ноосферогенез – процес перетворення біосфери в стан розумово-керованої соціально-природної системи (ноосфери). Цю систему характеризують як стан біосфери, при якому здійснюються раціональне використання природних ресурсів, збереження біологічного й ландшафтного різноманіття та стійкий (збалансований) розвиток світової людської спільноти.

Упродовж десятків років учений досліджував роль людини в перебудові поверхні Землі. Вивчаючи мінералогію, він зацікавився масштабами технічної діяльності людства при видобуванні з надр Землі різних мінералів і руд, їх переробці, отриманні нових, невідомих у Природі в самородному вигляді, металів, хімічних сполук. Він дійшов висновку, що масштаби людської

діяльності зростають, їх можна порівняти з масштабами природних геологічних явищ. Ще в ранніх працях В.І. Вернадський писав, що технічна діяльність людства являє собою процес, накладений на природні процеси, тому він їм чужий і протиприродний. У пізніших працях мислитель стверджував, що еволюційна поява людини та розвиток наукової думки – це також природний процес, як усе в навколишньому світі. А звідси висновок про те, що наукова думка людства має розвиватися відповідно до законів Природи, а не протиставляти себе їм.

У праці “Автотрофічність людства”, опублікованій 1925 р. у Парижі, учений вперше написав про і велику геологічну, можливо, навіть космічну, силу, яка існує в біосфері. Вона не є проявом енергії, проте вплив її на перебіг земних енергетичних явищ “глибокий і сильний, і повинен мати відбиток, хоч і менш сильний, але, безперечно, і поза земною корою, в бутті самої планети”. Ця сила – “розум людини, спрямована та організована воля”. В.І. Вернадський не тільки підкреслював міць впливу людського суспільства на середовище, а й наголошував: “Воно одне змінює в новий спосіб і з наростаючою швидкістю структуру самих основ біосфери. Воно стає дедалі незалежним від інших форм життя та еволюціонує до нового життєвого прояву”.

Мислитель наполягав на нерозривності зв'язку людини з живою речовиною планети, з сукупністю організмів, які водночас існують із ним чи існували до нього: “Хоч як далеко занурювалися б ми в минуле, – писав він, – можемо бути певними, що стрінемо в ньому живі покоління, поза сумнівом генетично зв'язані одне з одним”. Вчений орієнтовно підрахував кількість поколінь (понад 200), які змінювали одне одного від часу народження у людському суспільстві великих конструкцій релігії, філософії та науки. “Кілька сот поколінь відділяють нас від епохи, коли з'явилися перші зародки людського мистецтва, музики, міфів та магії, з яких виростили релігії, наука, філософія... Але походження людини криється у ще більш віддалених країнах часу... Хоч як далеко заходила б наша думка або наші наукові дослідження в геологічне минуле Землі, ми констатуємо те саме явище існування в земній корі єдиного цілісного життя”.

Слід віддати належне правдивості вченого – він зізнався в тому, що походження людини на Землі було найглибшою космічною таємницею для нас. Водночас він поділяв принцип флорентійського натураліста Ф. Реді (1626-1698), який твердив, що будь-який живий організм походить від іншого живого організму. А тому В.І. Вернадський не погоджувався з твердженням, начебто живий організм зародився в земній корі завдяки самочинним змінам “косної” матерії. Він наполягав на тому, що з позицій науки ми не можемо розглядати життя інакше, як явище, що існує неперервно від найдавніших геологічних епох, і жива речовина впродовж усього часу еволюції була різко відділена від “косної” матерії. “...очевидно, – писав В.І. Вернадський, – життя не є просте, виключно земне явище і має розглядатися як космічне явище історії нашої планети. Очевидно, що моноліт життя в цілому не є простим зібранням окремих неподільних, випадково зібраних фактів, але є складною організованістю, частини якої мають функції, що взаємодоповнюють одна одну і допомагають

одна одній”.

Природознавець підкреслював нерозривність зв'язку людини з життям усіх живих істот ще й з причин харчування. Людина змушена на нинішньому етапі своєї еволюції підтримувати своє фізичне існування через засвоєння інших організмів або продукції їхнього життя. Вона нищить інші істоти, вона гине, якщо не знаходить у земній корі земних істот, якими могла б харчуватися. Залежність людини від усього живого завдяки її харчуванню визначає її існування. “Зміна режиму харчування – в разі, якби це сталося, – мало б великі наслідки... Проблеми харчування і виробництва слід переглянути. Внаслідок цього обов'язково настане переверот у самих соціальних принципах, що керують суспільною думкою”. Що мав на увазі В.І. Вернадський, коли писав про зміну режиму харчування людини, яка є гетеротрофною? “Це, насамперед, – розвиток науки, яка прагне знайти нові форми енергії у світі та створити великі хімічні синтети органічної речовини”. Щоправда, В.І. Вернадський тут же підкреслює, що засобів, якими користується наука, дуже мало, але з властивим йому оптимізмом сподівається на нові методи дослідження, оскільки “...немає сили на землі, котра могла б стримати людський розум у його прагненні, коли він осягнув, як у даному випадку, значення істин, що розкриваються перед ним... Користуючись безпосередньо енергією Сонця, людина оволодіває джерелом енергії зелених рослин, тією її формою, якою вона зараз користується опосередковано для своєї їжі та палива”.

В.І. Вернадський розглядав біосферу не як просту сукупність живих організмів, а як єдину термодинамічну систему (оболонку, простір), в якій зосереджене життя і відбувається постійна взаємодія всього живого з умовами середовища.

Основні компоненти біосфери за В.І. Вернадським:

1. *Жива речовина* – рослини, тварини та мікроорганізми (сукупність та біомаса всіх живих організмів біосфери). Загальна маса живої речовини біосфери, за підрахунками вченого, становить близько 10<sup>15</sup> т. Сучасні вчені вважають, що ця величина дещо завищена і складає близько 4,9х10<sup>12</sup> т. Основну біомасу суходолу складають зелені рослини (99,2%), а океану – тварини (93,7%).

2. *Біогенна речовина* – органічні та органо-мінеральні продукти, створені живими організмами протягом геологічної історії: кам'яне вугілля, горючі сланці, торф, нафта та ін.

3. *Косна речовина* – гірські магматичні породи (які утворюють земну кору) неорганічного походження та вода, що являють собою субстрат або середовище для проживання живих організмів.

4. *Біокосна речовина* – результат синтезу живої та неживої речовини: осадові породи, кора вивітрювання, ґрунти, мули (підводні ґрунти). Співвідношення живого й неживого в біокосній речовині різне. Наприклад, ґрунт вміщує, в середньому, 93% мінеральних (косних) і 7% органічних (живих та біогенних) речовин.

Живий світ Землі (біосфера) складається з організмів трьох основних типів: продуцентів, консументів, редуцентів (див. “Екологічні системи”, розділ 3.3).

Хімічний склад біосфери. Світ представлений 110 хімічними елементами періодичної системи Д.І. Менделєєва. Але в біосфері, в основному, взаємодіють макроелементи (хімічні елементи, які використовуються живою речовиною в великих кількостях і становлять не менш як 0,1% загальної маси організму): гідроген (водень), оксиген (кисень), нітроген (азот), карбон (вуглець), фосфор і сульфур, тобто біосфера складається переважно з легких і найбільш здатних до реакцій хімічних елементів. Усі вони називаються також *біогенними елементами*, оскільки жива речовина вибірково і у значній кількості поглинає їх із неживого середовища та концентрує в клітинах. Перші чотири елементи утворюють майже всю масу наземних рослин, на які припадає близько 99% всієї живої речовини. Разом з С, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> і N<sub>2</sub>, всі організми використовують, так звані, зольні елементи (ті, що залишаються у попелі після спалювання) – Са, Cr, К, Mg, Fe та мікроелементи (елементи, необхідні організмам у менших кількостях) – мідь, цинк, молібден, бор та ін. Елемент, що входить до складу молекули, з якої він може бути засвоєним організмом, називають *доступним* або *елементом у доступній формі*. Дуже часто для різних груп організмів доступні форми одного і того ж самого елемента різні.

Чотири елементи – оксиген, гідроген, нітроген, карбон – присутні у всіх ландшафтах і є основою живих організмів (98,3%). З перших двох складається вода. За вмістом у живих істотах елементи поділяють на макроелементи (вміст не нижче 10-2%), мікроелементи (від 9•10<sup>-3</sup> до 10<sup>-5</sup>%) та ультрамікроелементи (менше 9•10<sup>-6</sup>%).

Живі організми складаються з таких основних елементів (вагові проценти): оксиген – 70,0%, карбон – 18,0%, гідроген – 10,5%, кальцій – 0,5%, калій – 0,3% та ін. Оксиген і гідроген містяться більше в організмах, у менших кількостях – у ґрунтах і земній корі. Кремнію, алюмінію та заліза в організмах значно менше, а кількість фосфору, сульфуру та деяких інших елементів в організмах, земній корі та ґрунтах однакова.

Атмосфера насичена нітрогеном, гідрогеном, оксигеном, карбоном (СО<sub>2</sub>). Літосфера складається з алюмосилікатів, оксидів металів, кремнію.

Організми біосфери складаються з тих самих хімічних елементів, що й неживі компоненти географічної оболонки. Але роль елементів у будові організмів, їх життєдіяльності, біохімічних процесах різна. У зв'язку з цим всі хімічні елементи за їх роллю у біосфері поділяють на 6 груп: 1. Благородні гази – гелій, неон, аргон, криптон, ксенон. Інертні гази до складу організмів не входять. 2. Благородні метали – рутеній, радій, паладій, осмій, іридій, платина, золото. Вони майже не утворюють сполук у земній корі. 3. Циклічні або органогенні елементи (їх ще називають міграційними) вступають в численні зворотні реакції та процеси, з них складаються живі організми. 4. Розсіяні елементи, характеризуються переважною кількістю вільних атомів, вступають у хімічні реакції, але їх сполуки рідко зустрічаються в земній корі. Поділяються на дві підгрупи. Перші – рубідій, цезій, ніобій, тантал – утворюють сполуки в глибинах земної кори, а на поверхні їх мінерали руйнуються; йод, бром вступають у реакції лише на поверхні, їхні мінерали є вадозними (неглибоко розташованими). До них належать селен, галій, германій, кадмій, індій, гафній, реній і талій. 5. Сильно радіоактивні елементи – полоній, астат, радон, францій, радій, актиній, торій, протактиній, уран, нептуній,



плутоній. Інші радіоактивні елементи або невідомі на Землі (існують лише в космосі – технецій, америцій, кюрій, берклій, каліфорній), або отримані штучно (прометій, ейнштейній, фермій, менделевій, нобелій, лоуренсій, курчатовій). 6. Рідкісноземельні елементи – ітрій, лантан, церій, празеодим, неодим, самарій, європій, гадоліній, тербій, диспрозій, гольмій, ербій, тулій, ітербій, лютецій. На групу органогенних елементів в земній корі припадає 99,7% ваги, на решту 5 груп – лише 0,3%. Таким чином, основна маса елементів – це мігранти, які здійснюють колообіг у географічній оболонці, частка інертних елементів дуже мала.

### **Вчення В.І. Вернадського про ноосферу.**

У 1944 р. В.І. Вернадський написав знамениту статтю “Декілька слів про ноосферу”. Термін “ноосфера” був запропонований Е. Леруа у 1927 р. Розглянувши закономірності еволюції життя, Е. Леруа дійшов висновку, що в людині біологічна еволюція себе вичерпала. Подальша еволюція живого на нашій планеті, за його твердженням, здійснюватиметься тільки духовними засобами: індукція, суспільство, мова, розум і т. д. І це буде ноосфера, яка заступить біосферу. Під ноосферою Е. Леруа розумів закономірний етап розвитку органічного світу, коли домінуюча роль в еволюції належатиме духовній творчості людини та продуктам її праці. В цьому його погляди відрізнялись від уявлень Тейяра де Шардена, який розглядав ноосферу як такий собі мислячий пласт, що поступово розгортається зі світу тварин і рослин і приходить на останньому етапі психогенезу до усвідомлення тотожності всього суцього з точкою “Омега” – божеством.

За В.І. Вернадським поняття “ноосфера – останній із багатьох етапів еволюції самої біосфери в геологічній історії – етап наших днів. Перебіг цього процесу тільки починає нам прояснюватися з вивчення її геологічного минулого у деяких своїх аспектах. Ноосфера – нове геологічне явище на нашій планеті. У ній людина вперше стає величезною геологічною силою. Вона може й повинна перебудувати своєю працею і думкою царину свого життя, перебудувати докорінно порівняно з тим, що було раніше”. В.І. Вернадський був переконаний у закономірному характері виникненні ноосфери: “Вибух наукової думки у ХХ ст. підготовлений усім минулим біосфери і має глибокі корені в її будові. Він не може зупинитися і піти назад. Він може хіба що сповільнитись у своєму темпі... Біосфера неминуче перейде так чи інакше, рано чи пізно, в ноосферу”.

В.І. Вернадський вірив у те, що життя на Землі зникнути не може, а людство, як могутня геологічна сила, спроможне перебудувати біосферу. Сьогодні постало завдання надати антропогенному перетворенню Природи такого спрямування, за якого безперечно зростатиме якість оточуючого середовища, формуватиметься безпечно для людини довкілля, реалізовуватиметься новий план розвитку біосфери, де буде панувати гармонія між соціальними й природними умовами буття. Для цього необхідно перейти від описання до проектування, раціонального використання й оптимізації Природи.

В.І. Вернадський добре розумів, що людство знаходиться лише на підступах до ноосфери. Він неодноразово зазначав, що посилений вплив людини на біосферу призводить до зменшення багатьох видів, до зміни кількісних співвідношень між

видами. Природні екосистеми замінюються культурними, а в тих, що залишилися, перебудовуються біотичні зв'язки, спрощується структура трофічних ланцюгів. Але фактори органічної еволюції не перестають діяти, а проявляються на кожній території, де існує людина. При цьому процеси боротьби за існування та природного відбору набувають специфічних рис в окультурених екосистемах. Особливо великі зміни відбуваються на всій планеті, що характерно для нинішнього етапу розвитку біосфери. “Людина вперше реально зрозуміла, що вона житель планети і може – повинна – мислити і діяти у новому аспекті, не тільки в аспекті окремої особистості, сім'ї, родини, держави чи їх спілок, а й у планетарному аспекті. Вона, як усе живе, може мислити й діяти у планетарному аспекті тільки в царині життя – в біосфері, в певній земній оболонці, з якою вона нерозривно закономірно зв'язана і вийти з якої не може. Її існування є її функція. Вона несе її повсюди. І вона її неминуче, закономірно, неперервно змінює” – пророче писав вчений.

Сьогодні, на думку М. Дробнохода, системоутворююча тріада Ноосфери складається з таких компонентів (рис. 24).



Рис. 24. Системостворююча тріада ноосфери.

*Матерія – це матеріальна складова (Природа), природа місця перебування (Земля із біосферою), природа самої людини і її угруповань (популяцій); Енергія – ставлення людства до Природи; Інформація – набір дій щодо природи (технології, засновані на наукових досягненнях).*

Вчення про ноосферу має дискусійний характер, а ряд положень є суперечливими. Проте при правильному науковому підході можна мінімізувати негативні наслідки впливу людини на довкілля та поліпшити його екологічний стан. Людина є основним збудувачем біосфери, але брати на себе керівні функції Природи їй слід вкрай обережно.

### 4.3. Колообіг речовин і енергії в біосфері. Біогеохімічні цикли.

Утворення живої речовини та її розклад – дві сторони єдиного процесу, який називається *біологічним колообігом хімічних елементів*. У процесі колообігу жива речовина заряджається енергією, в процесі її розпаду енергія повертається в навколишнє середовище. За рахунок біологічної енергії відбуваються різні хімічні й біогеохімічні реакції. Колообіг речовини характерний для екосистем будь-якого рівня організації – від окремого комплексу живих організмів і середовища – біогеоценозу – до біосфери в цілому. Розрізняють великий (геологічний) колообіг, який триває протягом сотень тисяч років і малий (біологічний), що є частиною великого і відбувається на рівні екосистем. Термін “колообіг” не зовсім коректний, бо має місце не рух речовин і енергії по замкненому колу, а відбувається розвиток по спіралі, поступальний рух, коли в кожному циклі біосфера отримує інший стан. Організатором цього грандіозного колообігу в біосфері є життя. В.І. Вернадський писав з цього приводу: “Життя – жива речовина – воістину є однією з наймогутніших геохімічних сил нашої планети, а та біогенна міграція атомів, що зумовлюється нею, є формою організованості першорядного значення в будові біосфери”.

Колообіг речовин – це багаторазова участь речовин у процесах, які відбуваються в атмосфері, гідросфері, літосфері, у тому числі в тих її шарах, які входять до складу біосфери планети. В дійсності повний колообіг речовин здійснюють не самі речовини, а хімічні елементи. Колообіг хімічних речовин із неорганічного середовища через рослинний і тваринний світ знову в неорганічне середовище з використанням енергії хімічних реакцій називають *біохімічним циклом*.

Для постійного існування біосфери, для запобігання припинення розвитку життя на Землі у Природі постійно відбуваються безперервні процеси перетворення живої речовини, яка значно прискорює й змінює колообіги речовин (води), хімічних елементів: кисню, азоту, сульфуру, карбону.

В.І. Вернадський дав визначення біогенної міграції хімічних елементів, яка викликана силами життя. Біогенна міграція – частина загальної міграції хімічних елементів біосфери. Головною геохімічною особливістю живої речовини є те, що вона, пропускаючи через себе атоми хімічних елементів земної кори, гідросфери та атмосфери, здійснює у процесі життєдіяльності їх закономірну диференціацію. Завершуючи життєвий цикл, організми повертають Природі все, що взяли у неї протягом свого життя.

У біосфері відбувається постійний колообіг активних елементів, які переходять від організму до організму в неживу Природу і знову до організму. Елементи, які вивільняються мікроорганізмами при гнитті, надходять у ґрунт і атмосферу, знову включаються в колообіг речовин біосфери, поглинаючись живими організмами. Весь цей процес і є біогенною міграцією атомів, для якої характерне накопичення хімічних елементів у живих організмах та їх вивільнення у результаті розкладу мертвих організмів. Біогенна міграція викликається трьома процесами: обміном речовин у організмі, ростом і розмноженням. Розрізняють два типи біогенної міграції: перший здійснюється мікроорганізмами, а другий – багатоклітинними організмами. Величина міграції

першого типу переважає над другим. Людство оволоділо міграцією третього типу, яка іде під впливом його діяльності.

У колообігу речовин В.І. Вернадський виділив чотири функції живої речовини: газову, концентраційну, окислювально-відновну й біогеохімічну. На сьогодні їх виділяють шість – перші чотири та енергетичну й інформаційну.

**Енергетична функція** забезпечує зв'язок біосферно-планетарних явищ із космічним випромінюванням, головним чином із космічною радіацією. В її основу покладено фототрофну діяльність зелених рослин.

**Інформаційна функція** проявляється в можливості накопичення, збереження й передачі молекулярної (в т.ч. генетичної) і сигнальної (нервової й інтелектуальної) інформацій, необхідних для існування різних видів.

**Газова функція** забезпечує міграцію газів, їх перетворення й динаміку в біосфері. Вона здійснюється зеленими рослинами у процесі фотосинтезу – при цьому атмосфера поповнюється киснем, а також рослинами і тваринами, які виділяють вуглекислий газ у процесі дихання. Відбувається також колообіг азоту, який тісно пов'язаний із життєдіяльністю мікроорганізмів.

**Концентраційна функція** проявляється в здатності живих організмів акумулювати різноманітні хімічні елементи, у тому числі мікроелементи, із зовнішнього середовища (грунт, вода, атмосфера). Так, морські водорості концентрують йод; діатомові водорості та злаки – кремній; молюски, ракоподібні – мідь тощо. Процес концентрації хімічних елементів у живих організмах на три порядки вищий, ніж в навколишньому середовищі.

**Окислювально-відновна функція** виражається в хімічних перетвореннях речовин у процесі життєдіяльності організмів. У ґрунті, водному та повітряному середовищах утворюються солі, оксиди, різноманітні нові речовини як результат окислювально-відновлювальних реакцій. Із діяльністю мікроорганізмів пов'язане формування залізних та марганцевих руд, вапняків тощо.

**Біогеохімічна функція** здійснюється у процесі обміну речовин і енергії в живих організмах (живлення, дихання, виділення), розкладу відмерлих організмів і продуктів їх життєдіяльності.

Із появою живої речовини на основі колообігу в атмосфері води, розчинених у ній мінеральних сполук, тобто на базі абіотичного, геологічного колообігу виник *колообіг органічної речовини або малий біологічний колообіг*.

Поява на Землі живої матерії зумовила постійну циркуляцію хімічних елементів у біосфері, їх перехід із зовнішнього середовища до організмів і знову в навколишнє середовище. Циркуляція, яка відбувається за більш-менш замкненим шляхом, називається біогеохімічним циклом. Протягом історії існування біосфери в біогеохімічному колообігу взяло участь не менше ніж 1,5 млрд. видів живих істот, більша кількість яких виникла протягом 4-ї фази історії Землі (техногенез). За цей період одні види поступово (іноді раптово) вимирали внаслідок змін (катаклізмів) або поступово витіснялися новими, більш адаптованими видами до умов існування. Через мутації, симбіози вплив природного добору види змінювалися чи виникали нові.

Основними біогеохімічними циклами є колообіги води, кисню, карбону, нітрогену, фосфору та інших біогенних елементів.

#### **4.4. Природні ресурси біосфери, їх класифікація.**

Природні ресурси – це природні компоненти та сили Природи, що використовуються або можуть бути використані як засоби виробництва та предмети споживання для задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства, підвищення якості життя людей. За своєю матеріальною сутністю природні ресурси вважаються частиною географічного середовища. Це сукупності природних умов існування та діяльності людей. Вони належать до компонентів Природи, а відтак їх розподіл на Землі та концентрація в її надрах визначаються природними закономірностями.

За своєю економічною суттю природні ресурси – це споживачі вартості, придатність і корисність яких, техніко-економічні властивості, масштаби та способи використання визначаються суспільними закономірностями. Але економічним об'єктом є лише та їх частина, що здатна служити джерелом задоволення потреб людей у ресурсах і сприятливому стані довкілля. Пошук, оцінка запасів та якості, обсягу та географії видобутку, використання природних ресурсів залежать від потреб суспільства, можливостей і стратегій їх освоєння, рівнів розвитку науки та техніки.

Забезпеченість суспільства природними ресурсами – величина відносна, що залежить не тільки від їх кількості, але й від рівня розвитку продуктивних сил. Практика показує, що природні ресурси не можуть бути безпосередньо включені у процес виробництва. Цьому повинна передувати їх певна підготовка, або освоєння, що полягає у вивченні даного природного ресурсу та у створенні таких матеріальних умов, при яких він може бути включений у суспільне споживання, мається на увазі створення умов, що не тільки уможливають доступ до природних ресурсів, але й забезпечують можливості їх відновлення.

Природні ресурси є матеріальною базою виробництва, постійно споживаються ним і вимагають повного відновлення в натуральній формі. Цей процес здійснюється у сфері як матеріального, так і нематеріального виробництва: капітального будівництва, сільського та лісового господарства, видобувної промисловості, рекреаційного господарства тощо. На цій основі забезпечується зв'язок між суспільством і Природою та між окремими сферами природокористування. Процес підготовки природних елементів до промислової експлуатації або до споживання в невиробничій сфері з метою заміни використаних ресурсів або розширення господарчої діяльності називається ***відтворенням природних ресурсів***.

Природні ресурси є категорією історичною. У процесі суспільного розвитку збільшуються масштаби опанування людиною компонентів та сил Природи, розширюється сфера застосування, відбувається зміна пріоритетів у використанні їх та їхнього впливу на економіку. Категорія “природні ресурси” вказує на безпосередній зв'язок Природи з господарчою діяльністю людини, що нерідко призводить до негативних суспільних явищ, завдаючи Природі великої шкоди. А відтак процес взаємодії людини з довкіллям, по суті, двоєдиний. Одна сторона - природоспоживання, а друга – природоохорона. У процесі природоспоживання людина втручається в довкілля, тією чи іншою мірою перетворює його компоненти стосовно до своїх потреб для одержання

необхідних споживчих вартостей або якогось корисного ефекту, порушуючи при цьому зв'язок між природними системами, що складались тисячоліттями. Природоохорона, ці зв'язки відновлює та зберігає.

Посилення технічної озброєності в усіх галузях виробництва не супро-воджується рівнозначними за масштабами природоохоронними заходами. Потреби економіки в природних ресурсах забезпечуються не тільки їх наявністю, скільки технологією їх використання, що залежить від рівня науково-технічного прогресу. Але людина повинна зробити все, щоб цей прогрес поєднувався з бережливим ставленням до природних ресурсів, не був джерелом небезпечного забруднення повітря, води, виснаження землі. Важливим завданням екологів та економістів є складання балансу між господарчими потребами суспільства та природними можливостями їх задоволення. Маючи такий баланс і озброївшись принципово новою безвідходною технологією, можна зменшити протистояння суспільства та Природи.

Нині витрати на раціональне природокористування, відновлення, поліпшення, охорону Природи досягло таких розмірів, що праця, вкладена в природні ресурси, стала помітною. Використання природних ресурсів перетворилося на особливий вид господарчої діяльності – природокористування та захист довкілля.

**Класифікація природних ресурсів.** До природних ресурсів належать:

- сонячна радіація;
- внутрішнє земне тепло;
- водні, земельні та ресурси рослинного і тваринного світу;
- мінеральні;
- космічні;
- інформаційні;
- оздоровчі (санаторії, бази відпочинку), бальнеологічні об'єкти та інші.

В основі класифікації природних ресурсів є відмінності за генезисом і належністю до тих чи інших компонентів і сил Природи. В залежності від розміщення природні ресурси поділяються на групи:

1) за належністю: космічні (промінні, метеорити), планетарні (геліоенергія, гравітація), ресурси Землі (атмосфера, гідросфера, літосфера);

2) за відношенням до елементів природних систем (мінерали, ґрунти, види рослин і тварин тощо) та результатів їх функціонування (поліпшення родючості ґрунтів, приріст біомаси, зростання поголів'я та ваги тварин тощо);

3) за видом і тривалістю колообігу: у довготривалому колообігу (космічний, геологічний); у короткотривалому (біологічний, колообіг води);

4) за розміщенням на поверхні Землі: відносно рівномірно розподілені (атмосфера, біосфера) та зосереджені (гідросфера, літосфера та їх елементи);

5) за можливістю переміщення по території: природні ресурси, що переміщуються природно (повітряні маси, вода, тварини), і такі, що не переміщуються (рослини);

6) за видами: мінеральні, кліматичні, водні, земельні, лісові, рекреаційні тощо.

Спираючись на господарче використання ресурсів, природні ресурси

поділяють на групи:

1) за територіальною належністю: світові (глобальні) та національні (розміщені на певній території);

2) за вичерпністю: природні ресурси, існування яких не обмежене часом, невичерпні; при будь-якому інтенсивному споживанні їх кількість не зменшується, або зменшується настільки мало, що ця величина на практиці ігнорується. У свою чергу, невичерпні природні ресурси поділяють на відносно невичерпні (енергія Сонця, внутрішнє тепло Землі, атмосферна електрика, повітря та окремі гази, енергія морського прибою, припливів і відпливів); вичерпні відновлювані – ґрунти, атмосферна волога, лікувальні грязі, лікарські рослини, рослинне паливо тощо; вичерпні невідновлювані (горючі матеріали, металічні та неметалічні корисні копалини);

3) за поновленням: поновлювані (біологічні), частково поновлювані або ті, що залучаються у повторне використання (сировинні), непоновлювані. Непоновлювані природні ресурси – природні ресурси, що не самовідновлюються після їх використання або відновлюються протягом дуже тривалого часу. До них належить більшість корисних копалин (руди, нафта, горючі гази, вугілля, горючі сланці, ядерна енергія поділу урану та термоядерна, мінеральні та будівельні матеріали тощо). До групи частково поновлюваних природних ресурсів належать торф, самосадні солі, ґрунти, ресурси деревини, темпи поновлення яких значно відстають від темпів експлуатації;

4) за напрямком використання: паливно-енергетичні, мінерально-сировинні, продовольчі та ін.;

5) за рівнем вивченості: прогнозовані, виявлені, детально вивчені;

6) за можливістю використання: недоступні, резервні, можливі для використання, й ті, що використовуються;

7) за характером використання: одноцільового (сировинні) та багатоцільового призначення (лісові, водні, земельні);

8) за якістю: кожний вид природних ресурсів поділяється за класами, групами, типами та іншими класифікаційними одиницями;

9) за впливом виробництва: зазнають шкідливого впливу (біологічні), зазнають невеликого впливу (гідросфера, атмосфера, поверхня літосфери), не зазнають впливу (глибинна частина літосфери).

За рівнем необхідності для життя людини природні ресурси поділяються на: вкрай необхідні (повітря, вода, їжа) і відносно необхідні (рекреаційні, резервні тощо).

За цільовим призначенням природні ресурси поділяються на: матеріальні, пізнавальні, естетичні, рекреаційні тощо.

За можливістю залучення до господарчого обігу природні ресурси можна поділити на можливі для експлуатації (дійсні) та потенційні. До можливих для експлуатації належать ресурси верхньої оболонки Землі та енергії Сонця, а до потенційних належать ресурси космосу та морських глибин.

Потенційні ресурси хоча є в наявності, але не використовуються внаслідок недостатнього рівня розвитку техніки, нерозробленості технології або через економічну неефективність. До них включають ресурси, що нині не існують, але

можуть бути за наявними до цього передумовами. Нерідко існування таких ресурсів має прогнозований і навіть імовірний характер (ресурси інших планет).

До потенційних природних ресурсів належать також елементи Природи, що знаходяться на стадії вивчення та підготовки до промислової експлуатації (освоєння), наприклад, розвідані родовища корисних копалин; природні ресурси, що не можуть використовуватись у господарстві через неможливість вивезення їх з місця видобутку. Отже, для включення потенційних природних ресурсів у суспільне споживання та перетворення їх на можливі для експлуатації необхідні додаткові затрати праці, що нададуть цим засобам виробництва певну якісну довершеність.

За загальними особливостями виділяють 6 груп природних ресурсів:

- 1) виробничі;
- 2) екологічні;
- 3) оздоровчі;
- 4) рекреаційні та естетичні;
- 5) природоохоронні;
- 6) наукові.

**Виробничі ресурси** – це сировина, енергія, загальні умови діяльності людини (клімат, вода, ґрунтові умови).

**Екологічні ресурси** – умови життя і розвитку людини як біологічного виду.

**Оздоровчі ресурси** – елементи Природи, за допомогою яких здійснюється лікування людей: санаторно-оздоровчі установи, цілющі джерела, лісові фітоценози з лікувальними властивостями тощо.

**Рекреаційні та естетичні ресурси** – мальовничі ландшафти, національні й регіональні парки, пам'ятки Природи, які використовуються для здорового відпочинку людей. За іншою класифікацією рекреаційні ресурси поділяють на: кліматичні, ландшафтні, водні, біологічні й туристично-екскурсійні (природні й антропогенні заповідні об'єкти та території).

З кожним роком все більше використовується рекреаційних ресурсів. Наприклад, Україна славиться своїми унікальними рекреаційними зонами, на яких знайдено понад 400 джерел лікувальних мінеральних вод (вуглекислих, радонових, сірководневих тощо), з яких лише 34 використовуються для промислового розливу й бальнеолікування. Поклади торф'яних і мулових грязей зосереджені в 104 родовищах, серед яких використовують лише 26. На базі цих унікальних курортних ресурсів створено мережу з 513 санаторно-курортних закладів (майже 10 медичних профілів), які розташовані на території 65 курортів. Для порівняння – в Італії діє 27 курортів, в США – 26, Франції – 28, Польщі – 29, Болгарії – 32. На цих територіях функціонують пансіонати, будинки й бази відпочинку із загальною кількістю 434,4 тис. місць, дитячі табори – 467,7 тис. місць, установи туризму – 91 тис. місць. У приміських зонах функціонує 330 установ одноденного відпочинку на 17,6 тис. місць; загалом рекреаційні установи України можуть забезпечити відпочинок 17 млн. чоловік на рік, проте їх потенціал використовується недостатньо. З 9 млн. га потенційно придатних ландшафтних ресурсів (7 млн. га рівнинних рекреаційних ландшафтів та 2 млн. га гірських й передгірських) використовується для всіх видів відпочинку лише 1,7



млн. га, або 18,9%, що забезпечує впродовж літа відпочинок кожного п'ятого мешканця держави. Лише на морських пляжах України можна одночасно організувати відпочинок 4,1 млн. людей, а ландшафтні рекреаційні ресурси всіх видів дозволяють одночасно оздоровлювати близько 48 млн. людей.

Недостатньо використовуються в Україні для лікувальних цілей мінеральні води та лікувальний мул. Так, з 1 м<sup>3</sup> цих радієвих ресурсів можна одержати економічний ефект до 4030 доларів, від ванн і лікувального мулу, за оцінками науковців Одеського інституту проблем ринку й економіко-екологічних досліджень Академії наук України, – 48,5 \$ та 1214 \$ відповідно, а піски Чорноморського узбережжя Кавказу й Криму, покращуючи здоров'я відпочиваючих, забезпечать економічний ефект у 400 \$/м<sup>2</sup> піску. Зокрема, народогосподарчий ефект від оздоровлення одного відпочиваючого в санаторії становить 217 \$/рік, в будинку відпочинку – 135 \$/рік.

Таким чином, курортне лікування й відпочинок дають значний соціальний і економічний ефект. Соціальний – це тимчасове зниження непрацездатності (в середньому на одного оздоровленого становить 6,1 дня/рік, економічний – 108 \$). Сумарний економічний ефект від сучасного курортного лікування й відпочинку 2,5 млн. рекреантів сягає 265 млн. \$, а соціальний – 15 млн. днів скорочення тимчасової непрацездатності за рік. Економічний ефект від освоєння природних ресурсів для лікування 1 млн. санаторних хворих становить більше 121 млн. \$, або 46% сумарного ефекту. Використання цих же ресурсів у промисловості й будівництві дає ефект, нижчий на два-три порядки. Недостатньо розвинута інфраструктура на базі рекреаційних зон (ресурсів) не дає державі можливості отримувати значні прибутки. За розрахунками Інституту економіки НАН надходження від туристичного обслуговування становить всього 0,9-1,1% експертних доходів від зовнішньої торгівлі України.

**Природоохоронні ресурси** – водоохоронні й ґрунтозахисні ліси, ліси гірських масивів, морські узбережжя, зелені насадження міст і сіл, санітарно-захисні зони тощо.

**Наукові ресурси** – елементи Природи, що являють собою великий інтерес для сучасної та майбутньої науки, виробниче використання яких недопустиме: геологічні відклади, місця залягання викопних організмів, гейзери, рідкісні види рослин і тварин тощо.

Використання природних ресурсів може бути раціональним і нераціональним.

**Природокористування раціональне** – це економічна діяльність, що забезпечує використання природних ресурсів у найбільш ефективному режимі їх відтворення з урахуванням сучасних і перспективних інтересів господарства та збереження здоров'я людей. Природокористування раціональне належить до ефективної високоекономічної діяльності, яка не призводить до різких негативних змін природного середовища, що приносять шкоду здоров'ю людини або загрожують самому її життю. Раціональним є таке природокористування, при якому чітко дотримуються умов:

1) використання ресурсів проводиться з мінімальними витратами праці та одночасним внесенням коштів на їх охорону та відновлення;

2) здійснюється повне використання природних ресурсів (без втрат при видобуванні, транспортуванні, збагаченні, переробці);

3) відновлюються природні екосистеми, з яких добувають ресурси (екосистемний підхід);

4) у самовідновних ресурсах використовується тільки обсяг їх щорічного приросту;

5) невідновні ресурси використовуються лише для задоволення найневідкладніших потреб;

6) здійснюється безвідходне виробництво;

7) проводиться заміна рідкісних або нечисленних видів ресурсів іншими, штучно створеними.

**Природокористування нерациональне** – це діяльність, яка не забезпечує збереження природного середовища та здоров'я людей.

Природокористування включає питання комплексного використання природних ресурсів на певній території (на відміну від галузевого використання – водокористування, землекористування, лісокористування тощо).

Сучасний науково-технічний прогрес спрямований на радикальне поліпшення використання природних ресурсів на всіх стадіях – від видобутку та комплексної переробки сировини до останнього етапу експлуатації кінцевого продукту.

#### **4.5. Антропогенний вплив на біосферу та його наслідки.**

Загрозу екологічної кризи першими усвідомили біологи та географи, а переважна більшість економістів залишилась байдужою до неї – раціоналістичність і вигода у них були понад усе. Та життя примусило всіх повернутись до екологічних проблем, які спонукали до виникнення такої науки, як **економіка природокористування**. Вона з'явилася на стику наук економіки, екології та наук про Землю (біології, географії, геології, ландшафтознавства, хімії, фізики тощо).

*Предметом економіки природокористування* є дослідження механізму залучення природних ресурсів у виробництво, їх економічна оцінка, охорона та відтворення на основі досягнень науково-технічного прогресу.

В умовах зростаючого впливу виробництва та суспільства на довкілля, загострення протиріч між економікою та Природою, переходу України до ринкової економіки, прискорення науково-технічного прогресу розвиток економіки природокористування є об'єктивною вимогою часу. Ця наука покликана створити теоретичний фундамент для вирішення проблем природокористування. Нині важливо мати науково обґрунтований економічний механізм використання ресурсів і ефективно застосовувати його в господарчій практиці.

Завдання економіки природокористування як науки виходять із економічних законів. До них належать:

1) визначення перспективних напрямків розвитку виробництва з урахуванням раціонального природокористування та якості довкілля;

2) визначення рівня задоволення потреб суспільства в природних ресурсах;

3) прогнозування використання природних ресурсів і стану довкілля;

4) визначення шляхів і методів підвищення ефективності застосування природних ресурсів;

5) врахування економічної оцінки природних ресурсів при розробці балансу національного багатства (*таблиця 5*);

Таблиця 5. Показники економічної оцінки природних ресурсів

Вид природного ресурсу (функція)	Методичні підходи	
	Витратний	Ресурсний
Земля сільськогосподарського призначення	<b>Витрати залучення</b> <i>Напрямки витрат:</i> освоєння земель; рекультивация; землезахист; підвищення родючості	<b>Прибутковість земель</b> <i>Вихідні показники:</i> еталонна рентабельність 1 га; якість земель; місце розташування; екологічна чистота; кон'юнктура ринку; витрати заміщення (відшкодування продукції через вилучення земель)
Земля не сільськогосподарського призначення	<b>Витрати благоустрою</b> <i>Напрямки витрат:</i> облаштуваність; комунікації; об'єкти інфраструктури; розвиток наукового, соціально-культурного потенціалів	<b>Прибутковість земель</b> <i>Вихідні показники:</i> абсолютна рента; місце розташування (зручність, за безпеченість інфраструктурою); вигідність комерційного використання; забезпеченість роботою; екологічна чистота; ціни на житло
Родовища корисних копалин	<b>Витрати освоєння</b> <i>Напрямки витрат:</i> пошук, оцінка родовищ; розвідка, видобуток; формування інфраструктури; будівництво, робота інженерних споруд	<b>Цінність родовищ</b> <i>Вихідні показники:</i> вид копалин; середній вміст корисного компонента; потужність покладів; зручність освоєння; середньогалузева ціна; норма дисконту; кон'юнктура ринку; оцінка ризику
Ліс (деревина)	<b>Витрати відтворення</b> <i>Напрямки витрат:</i> посадка лісу; лісомеліоративні роботи; санітарне вирубування; моніторинг лісу	<b>Дохід від товарної продукції</b> <i>Вихідні показники:</i> породи і вік дерев; запаси лісу; ціни на деревину; побічна продукція; забезпеченість інфраструктурою; кон'юнктура ринку; екологічні фактори; місце розташування
Екологічні функції лісу	<b>Витрати відтворення</b> <i>Напрямки витрат:</i> посадка лісу; лісомеліоративні роботи; санітарне вирубування; моніторинг лісу	<b>Еколого-економічний ефект</b> <i>Вихідні показники:</i> поліпшення водного балансу; підвищення продуктивності прилеглих с/г угідь; продукування кисню; ефект від оздоровлення людей та збереження біорізноманіття
Водні ресурси	<b>Витрати відтворення</b> <i>Напрямки витрат:</i> буріння свердловин; устаткування водозабору; водогінні комунікації; охорона; контроль і аналіз; поточні витрати води	<b>Ефект від використання</b> <i>Вихідні показники:</i> замикаючі витрати на компенсацію дефіциту водних ресурсів; платоспроможність підприємств; рівень прибутковості секторів економіки, що споживають воду; рівень дефіциту води; втрачені вигоди через дефіцит води
Рекреаційні ресурси	<b>Витрати відтворення</b> <i>Напрямки витрат:</i> відтворення, охорона, контроль, ресурсів; поточні витрати; створення інфраструктури і супутніх товарів	<b>Ефект від використання</b> <i>Вихідні показники:</i> ефект від рекреації; бажання платити; дохід від продажу супутніх товарів; замикаючі витрати на компенсацію дефіциту ресурсів; витрати на рекреацію іншими засобами

- 6) екологічно обґрунтоване планування капітальних вкладень у довкілля;
- 7) визначення соціально-економічної ефективності екологічних затрат;
- 8) економіко-екологічна оцінка виробництва, будівництва та технічного переозброєння підприємств і галузей господарства;
- 9) посилення режиму економії та господарської дисципліни завдяки економному використанню природних ресурсів;
- 10) комплексне використання природних ресурсів із метою збільшення випуску промислової продукції та охорони довкілля від забруднення.

Інтенсифікація виробництва, підвищення економічної ефективності використання та переробки природної сировини не завжди поєднуються з вимогами охорони довкілля. Досягнення високого економічного ефекту нерідко поєднане з погіршенням його якості, забрудненням, деградацією. Економіка природокористування покликана оптимізувати розподіл затрат на використання природних ресурсів і охорону Природи як життєвого середовища людини та всіх живих організмів.

Одним з важливих завдань економіки природокористування, спрямованих на повне комплексне використання природних ресурсів, є залучення в обіг вторинних ресурсів, відходів виробництва та споживання, створення безвідходних і маловідходних технологій. Економіці природокористування належить провідна роль у економічному обґрунтуванні цих заходів.

Останнім часом значне антропогенне забруднення біосфери набуло глобального характеру. Швидкість надходження окремих забруднюючих атмосферу речовин вища за швидкість її самоочищення. Це призводить до виникнення “парникового ефекту”, виснаження “озонового шару”, випадання “кислотних дощів”, утворення “фотохімічного смогу”, зниження прозорості атмосфери й послаблення її самоочисної здатності (*таблиця 6*).

**Таблиця 6. Вплив газоподібних забруднювальних речовин на різноманітні зміни в атмосфері (за Вронським В.А.)**

Зміни в атмосфері	Основні газові домішки атмосфери						
	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	NO,NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Фреони	O <sub>3</sub>
“Парниковий ефект”		+	+		-	+	+
Руйнування озонового шару						+	
“Кислотні дощі”				+	+		
“Фотохімічний смог”				+			+
Зниження прозорості атмосфери				+	+		
Зниження самоочищення атмосфери	+			-			-

+ - посилення ефекту

-- послаблення ефекту

Наслідками антропогенного впливу на біосферу є глобальне потепління, що пояснюється так званім *парниковим ефектом*. Суть його полягає в наступному: Земля отримує енергію Сонця, в основному, у видимій частині спектру, а сама, оскільки є набагато холоднішим тілом, випромінює в космічний простір, головним

чином, інфрачервоні промені. Багато газів, які знаходяться в атмосфері (водяний пар, вуглекислий газ, метан, окисди азоту та інші), прозорі для видимих променів, але активно поглинають інфрачервоні, утримаючи в атмосфері частину тепла, яку вони повинні були б віддавати в Космос. У такий спосіб на поверхні Землі створюється температура на рівні, придатному для життя. Затримуючи тепло в атмосфері Землі ці гази формують ефект, який називається *парниковим*, а гази – *парниковими*. Отже, “*парниковий ефект*” – поступове потепління клімату Землі внаслідок збільшення в атмосфері концентрації парникових газів, які пропускають короткохвильове електромагнітне випромінювання від Сонця, затримують (частково чи повністю) довгохвильове випромінювання від земної поверхні в космос (рис. 25).

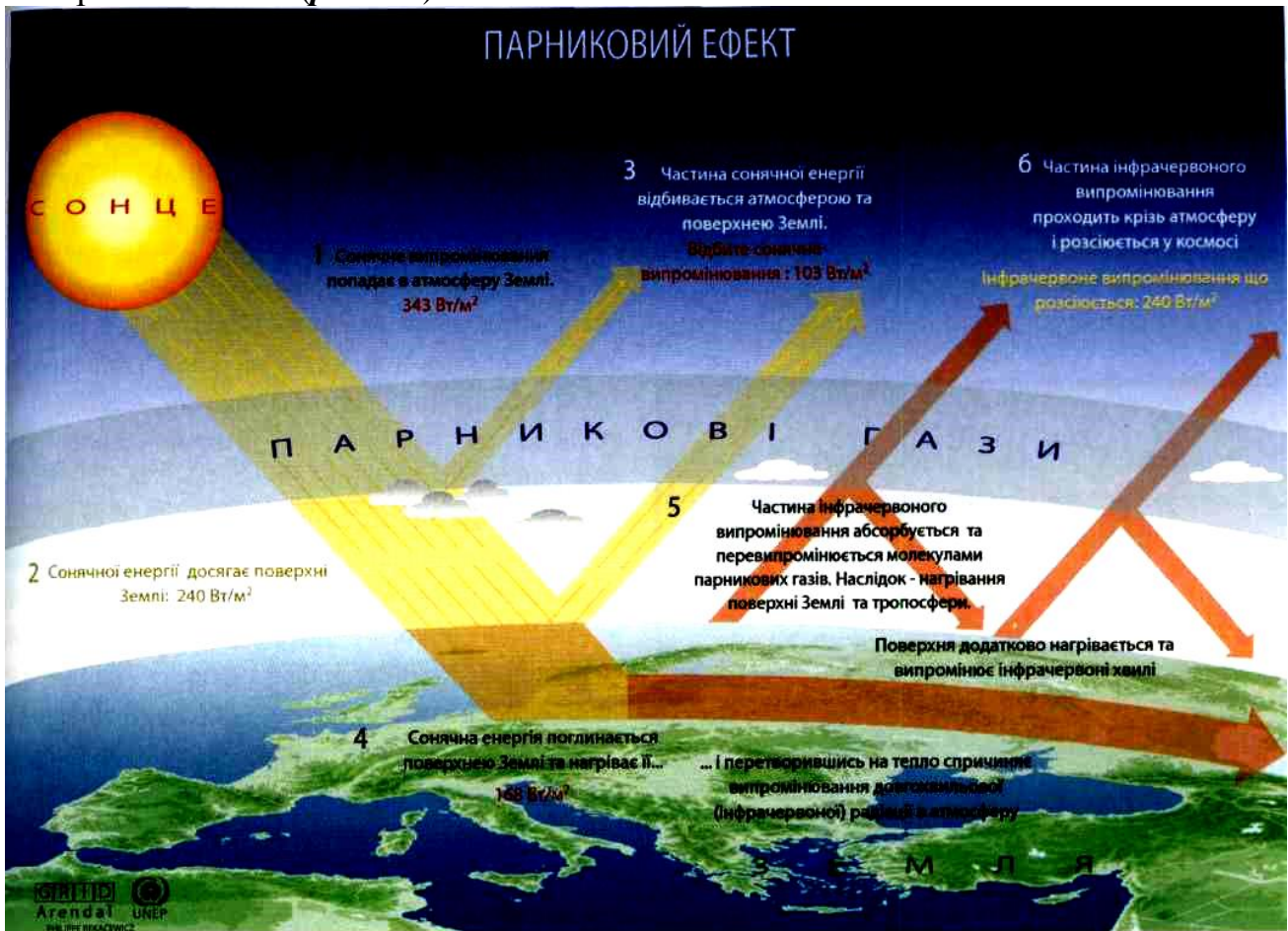


Рис. 25. Явище виникнення “парникового ефекту”.

Вчені – метеорологи б’ють на сполох: сьогодні атмосфера Землі розігривається набагато швидше, ніж будь-коли в минулому (рис. 26).

Найшкідливішим парниковим газом, після  $\text{CO}_2$ , є метан ( $\text{CH}_4$ ), який складає 18% від їх загальної кількості. Він майже у 21раз небезпечніший за  $\text{CO}_2$ . Щороку концентрація  $\text{CH}_4$  в атмосфері зростає на 0,6%. Його джерелом є звалища відходів і сільське господарство (тваринництво, використання азотних добрив, вирощування рису). Збільшення концентрації парникових газів, особливо  $\text{CO}_2$ , маса якого в атмосфері становить  $2,3 \cdot 10^{12} \text{ т}$  ( $2 \cdot 10^{10} \text{ т}$   $\text{CO}_2$  щороку надходить до неї внаслідок діяльності людини) спричинило підвищення середньої глобальної температури повітря на  $0,5\text{-}0,6 \text{ }^\circ\text{C}$  в порівнянні

з до індустріальним періодом (за останні 120 років вміст CO<sub>2</sub> в повітрі збільшився на 17%).

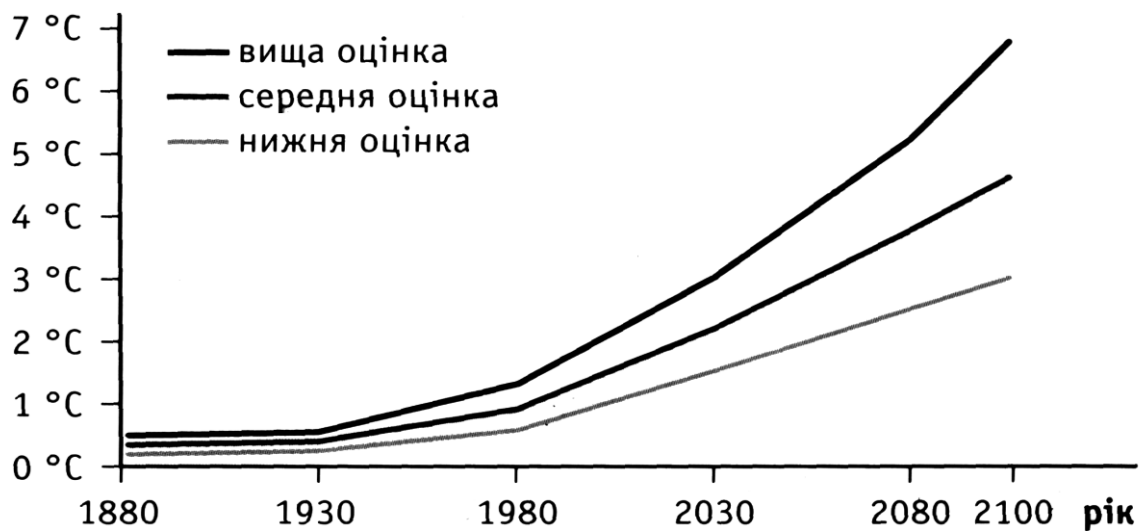


Рис. 26. Оцінка підвищення температури нашої планети.

Загальне потепління клімату на 0,5 °С, а на полюсах на 2 °С (найбільше підвищення температури за останні 10 тис. років), за останні 50 років викликало в 1998 р. тимчасове підняття температури Світового океану до 30 °С і тим самим поставило під загрозу існування другої за кількістю біорізноманіття екосистеми планети – коралові мілководдя. В зв'язку з потеплінням клімату почали танути арктичні й антарктичні льодовики, площі яких вже скоротилися на 10 тис. км<sup>2</sup>. Фахівці з клімату вважають, якщо не знизити викиди парникових газів, то до кінця ХХІ ст. середня температура на планеті підвищиться на 3 °С.

Моделювання наслідків підвищення рівня Світового океану показує, що при підвищенні середньорічної температури атмосфери на 1-1,5 °С рівень океану може піднятися на 1-1,5 м. Це спричинить підтопленню близько 30 країн світу (постраждають сотні мільйони людей, міграція значної кількості населення призведе до серйозних соціально-економічних наслідків), сприятиме зміщенню кліматичних поясів, збільшенню сезонного протаювання ґрунтів в зонах вічної мерзлоти, що буде активізувати процеси термокарсту, заболочування території й погіршення стану лісів. Крім цього, виникне проблема регулювання річкового стоку, відбудеться поширення ряду інфекційних хвороб та скорочення ресурсів флори, яка пристосована до певних умов довкілля (*таблиця 7*).

За останні 160 тис. років концентрація вуглекислого газу в атмосфері знаходиться на найвищому рівні й продовжує збільшуватись, якщо в 1860 р. його вміст в атмосферному повітрі становив 0,027 %, на початку ХХ ст. – 0,029 %, то сьогодні – 0,034 %. Потреби в кисні для одержання тепла (крім витрат на дихання) становлять 14 млрд. т/рік і на сьогодні вони різко зросли. За цих умов продуценти вже не можуть компенсувати його витрачання. При таких тенденціях зростання витрат кисню вже через 100 років його вміст в атмосфері з 21% може зменшитися до 8%, що буде супроводжуватись

збільшенням вуглекислого газу (до 2030 р., за оцінками вчених, вміст CO<sub>2</sub> в атмосфері подвоїться).

Таблиця 7. **Можливі наслідки “парникового ефекту” на 2050 рік**

№	Країни. Регіони. Наслідки.
1	Канада: зменшення опадів призведе до неврожаїв на родючих землях Онтаріо.
2	Річка Колорадо: зниження рівня води порушить сільське господарство, водопостачання та виробництво електроенергії у восьми штатах, включно з Каліфорнією.
3	Середній Захід США: шкідливі наслідки для сільського господарства жаркі і сухі літні сезони, зміщення “зернових штатів” на північ (страждатиме і Україна й чорноземна Росія, засуха, зменшення кількості врожаїв).
4	Нью Фаундленд і Нова Шотландія: більша кількість айсбергів загрожуватиме судноплавству.
5	Великі озера: найнапруженіший водний шлях у світі буде вільний від криги 11 місяців на рік. Але через нижчий рівень води значно зросте вартість суднопереvezень і зменшиться виробництво електроенергії.
6	Західна Європа: цей район unikне погіршення клімату, бо Гольфстрім не зазнає істотних змін внаслідок “парникового ефекту”.
7	Частина льодового покриву Гренландії розтане, внаслідок чого рівень моря підійметься на 20-40 см.
8	Сезон зростання сільськогосподарських культур збільшиться на 40 днів, а сухіший клімат потребуватиме дорогої меліорації.
9	Арктичний пояс: порти у Сибіру, на Алясці, Беринговому морі та острови Канадського архіпелагу будуть вільні від криги цілий рік, збільшуючи обсяг торгового судноплавства. Проте американські й російські підводні човни позбудуться крижаного прикриття.
10	Китай: збільшення врожаїв внаслідок великої кількості дощових опадів.
11	Індія й Бангладеш: обидві країни будуть страждати від сильніших тайфунів і повеней, Бангладеш з населенням 150 млн. людей може повністю піти під воду (як і Венеція в Італії).
12	Екваторіальна Африка: вологий тропічний пояс зсунеться на північ і принесе вологу до висушеного тепер Чаду, Судану та Ефіопії.
13	Антарктида: інтенсивні снігопади й холодні дощі збільшать товщину антарктичної крижаної шапки, що частково загальмує підвищення рівня моря внаслідок “парникового ефекту”.

Кліматичні аномалії вже різко змінили частоту й інтенсивність ударів стихії і така тенденція наростатиме. Температура на планеті ростиме (найбільше підвищення її очікується в приполярних широтах, а біля полюсів воно становитиме 7-10 °C), рівень Світового океану підвищуватиметься і не залишиться майже куточків, які б не піддавалися таким лихам, як урагани, посухи, тропічні циклони. На думку фахівців, найбільше постраждає Південна



півкуля, а в Європі південна частина стане набагато сухішою, північна – вологішою.

Моделювання на професійних ЕОМ показало, що до 2025 року температура планети може підвищитись на 1,5-3 °С, що прискорить загальну екологічну кризу. Літо 2003 року в Західній Європі було найспекотнішим за останні 140 років спостережень. Постійне збільшення концентрації парникових газів обумовлено:

- 1) застосуванням підсічно-вогневого землеробства;
- 2) випалюванням степу й саван кочовими скотарями, розорюванням цілинних земель;
- 3) спалюванням викопного палива (вугілля, нафти, природного газу), використання якого щороку зростає;
- 4) введенням в дію атомних електростанцій;
- 5) масовим знищенням лісів (пожежі, вирубка, кислотні дощі, шкідники);
- 6) розвитком інтенсивного рисосіяння, тваринництва, спалюванням біомаси, розширеним виробництвом та застосуванням азотних добрив й пестицидів у сільському господарстві та фреонів у промисловості й побуті;
- 7) антропогенним забрудненням Світового океану.

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

Кліматичні зміни можуть відбуватися не лише завдяки впливу людства на склад атмосфери, а й внаслідок зміни ним типу поверхні Землі. Заміна лісів культурними плантаціями призводить до зниження випаровування й збільшення прямої тепловіддачі. Зменшується жорсткість поверхні, що впливає на циркуляцію шарів атмосфери. Швидко зростаюче населення африканських і латиноамериканських країн дуже активно вирубує тропічні ліси. За підрахунками експертів ООН, у найближчі 20 років буде знищено 32-45 млн. км<sup>2</sup> цих лісів, тобто більше половини їх площі. Людство ще й безпосередньо підігріває атмосферу Землі за рахунок спалювання великої кількості нафти, вугілля, торфу тощо, а також роботи АЕС. Промисловість світу нині виділяє в атмосферу понад 3·10 МДж тепла щорічно. Ця кількість поки що становить лише 0,01% енергії Сонця, що досягає атмосфери Землі. Проте з деяких промислових районах концентрація теплової енергії за рахунок промисловості збільшилася вже в сотні разів. З’явилися теплі ореоли над містами й промисловими центрами, де теплові аномалії вже на кілька градусів перевищують норму. Такі теплі плями добре помітні з Космосу під час теплової зйомки. Якщо людство не зменшить обсяги забруднення атмосфери і глобальна температура надалі зростатиме, як це відбувається впродовж останніх 20 років, то клімат дуже швидко стане теплішим. Збитки, що були викликані глобальним потеплінням в 1998 р. становили 68 млрд. \$., що перевищує аналогічні витрати за всі попередні десятиліття. Розрахунки й моделювання на ПК свідчать, що екологічним наслідком парникового ефекту є підвищення середньорічної температури, яке призведе до: зміни кількості опадів, хмарного покриву й океанічних течій; зменшення розмірів полярних



крижаних шапок і збільшення площі сезонного відтанення ґрунту у зонах “вічної мерзлоти”, що поставить під загрозу дороги, будівлі, комунікації; підвищення рівня Світового океану і затоплення прибережних територій (при підвищенні рівня океану на 1 м буде затоплено приблизно 5 млн. км<sup>2</sup>, це біля 3% площі суші на яких зосереджена третина земель, що обробляються); зміщення біомів Землі на північ (у північній півкулі) приблизно на 400 км, що зумовить зникнення “зернових регіонів” та скорочення врожайів зерна; збільшення площ пустель й напівпустель; активізації процесів термокарсту й заболочування; погіршення стану лісових екосистем на вічній мерзлоті; збільшенні атмосферних опадів, що сприятиме росту рослин у багатьох регіонах; посилення інтенсивності фотосинтезу, що сприятиме росту і розвитку рослин й підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Отже, крім негативних наслідків “парникового ефекту” виділяють і ряд *позитивних*:

1) зростання вологості клімату, як згадувалось вище, внаслідок збільшення випаровування з поверхні Світового океану;

2) підвищення температури повітря і зростання в ньому концентрації CO<sub>2</sub> збільшить продуктивність процесу фотосинтезу, що сприятиме зростанню біопродуктивності флори й підвищенню врожайності сільськогосподарських культур (вирішення харчової проблеми в умовах демографічного вибуху);

3) підвищення температури та зростання вологості пом’якшить зими, що буде сприяти зменшенню витрат палива на опалення будинків.

Вчені вивчають можливі шляхи пошуку технологічних рішень з управління й пом’якшення змін клімату. До них відносяться такі *основні групи можливостей*:

1) вдосконалення шляхів уловлювання CO<sub>2</sub> лісами, його видалення з повітря для збереження, наприклад в океанах;

2) управління ізоляцією – зміна відбиваючої здатності хмар та інших поверхонь для того, щоб вплинути на кількість сонячної енергії, яка досягає земної поверхні;

3) дизайн клімату шляхом довгострокового управління кількістю карбону, доступного для фотосинтезу;

4) зниження впливів, що включає стабілізацію океанічних течій відводом рік, забезпечення великомасштабних міграційних коридорів для диких тварин й рослин. Для зниження викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу був підписаний Кіотський протокол (Японія), який регламентує (встановлено квоти) його кількість для кожної країни. Згідно цього протоколу ряд країн, які є потенційними покупцями квот, повинні знизити викид парникових газів (насамперед, CO<sub>2</sub>) в атмосферу: США – на 7%, країни ЄС – на 8%, Японія – на 6%. Україна, за правильної організації системи квот, може в період з 2002 по 2012 рр. забезпечити надходження в країну 300-600 млн. доларів (якщо зараз ціна за 1 т CO<sub>2</sub> становить 5 дол, то вже через 4-5 років може зрости в 3-4 рази). Тому необхідно організувати моніторинг викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу при спалюванні палива. Для точного прогнозування майбутніх змін потрібен добре налагоджений моніторинг. Як вважає вчений М. Келлі, переможцями у разі

глобальних змін клімату будуть ті, хто думає й планує заздалегідь, а втрат зазнають люди, які реагують лише тоді, коли криза вже наступила.

**Озонові дири.** Всі життєві процеси на Землі залежать від Сонячної енергії, яка надходить у вигляді видимого, інфрачервоного (теплого) та ультрафіолетового випромінювання (УФ). Останнє може бути довгохвильовим з довжиною хвилі 400-315 нм, це УФ групи А і короткохвильовим з довжиною хвилі 315-280 нм, це УФ групи В та УФ групи С (280-100 нм). Найбільш негативно діє на живі організми УФ (В і С), який поглинається тканинами живих організмів руйнує (порушує структуру) молекули білків, ДНК, РНК і самої клітини. Якби все УФ проміння потрапляло на земну поверхню, то життя на ній було б неможливим. Адже, за даними ВООЗ навіть незначна частина цих променів (1%), які попадають на земну поверхню, викликають ракові захворювання шкіри у 6% людей, катаракти очей – у 4%, вони сприяють збільшенню кількості шкідливих мутацій, появи нових видів хвороб у людини, порушують обмін речовин в рослинах, знижуючи врожайність сільськогосподарських культур, призводять до загибелі фітопланктону Світового океану й наземної біоти.

Всю біосферу планети від згубної дії УФ захищає озоновий екран, який затримує його 99% у стратосфері на висоті 20-50 км. Надходження в атмосферу забруднюючих речовин, особливо хлорфторвуглеців (ХФВ) і хлорфторметанів (фреонів, що можуть зберігатися в атмосфері до 80 р.), які використовуються у виробництві й побуті як холодоагенти (в рефрижераторах, побутових холодильниках, кріокамерах, кондиціонерах, піноутворювачах), як аерозольні розбризкувачі (балончики з фарбою, лаки, парфуми, дезодоранти, для очищення напівпровідникових схем) руйнує озоновий екран, товщина якого становить 2-3 мм. Це відбувається так: сонячні промені діють на техногенні гази на висоті 20-50 км з виділенням атомів хлору, який при зіткненні з молекулами озону діє каталітично, відбираючи один із трьох атомів кисню й перетворюючи його на  $O_2$ , при цьому один атом хлору здатен розкласти 100 тис. молекул озону. Так утворюються “озонові діри” – гігантський атмосферний вихор, який циркулює проти стрілки годинника, через які вільно проникає ультрафіолетове випромінювання. Вперше таке явище було виявлено в 1956 р. Приблизно з 1000 відомих забруднювачів атмосферного повітря майже половина містить хлор, який надає його молекулі стабільність і стійкість. Сьогодні в світі виробляється близько 1,4 млн. т фреонів (в Україні, за даними Мінекології, загальне річне використання таких речовин становить 6060 тис. т, підприємства, які випускають холодильну техніку за рік споживають 6200 т (ХФВ), хоч власного виробництва у нас не має). Основними споживачами фреонів є Донецький і Сімферопольський заводи побутової хімії, що випускають продукцію в аерозольних упаковках. ХФВ використовують також при пожежегасінні, де річне споживання становить 90 т.

У 1985 р. Джозеф Фарман разом зі своїми співробітниками з Британської антарктичної служби вперше повідомив, що з кінця 70-х років ХХ ст. над Антарктидою відбулося значне потоншення озонового шару. Виміри

спутника “Німбус-7” показали, що з роками дефіцит озону збільшувався від однієї весни до іншої. У вересні та жовтні втрачалось близько 70% озону над Антарктидою, що дорівнювало приблизно 3% усього озону атмосфери. За останні 15-20 років спостерігалось утворення “озонових дир” над Антарктидою на площі 28,3 млн. км<sup>2</sup> (концентрація озону в стратосфері зменшилась на 40% від її мінімального значення), що перевищило попередні рекордні розміри більш ніж на 100 тис. км<sup>2</sup>, Австралією, Новою Зеландією, Латинською Америкою, континентальною Європою (особливо над північню Норвегії). Щодо причин виникнення явища “озонової дири” вчені виділяють такі: 1) взаємодія нітрогену оксиду з озоном; 2) реакція антропогенного хлору з озоном; 3) антропогенні фреони реагують з озоном (вперше було згадано амер. вченими Моліном, Роуландом ще в 1974 р.).

Значної шкоди озоновому шару завдають також польоти висотних літаків (вперше цю ідею висунули Гарольд Джонсон і Пауль Крутцен в 1971 р.), у вихлопних газах яких є оксиди азоту, а також запуски космічних апаратів, особливо таких, як американські “Спейс Шаттл”, що працюють на твердому паливі й викидають особливо багато таких оксидів. В результаті прольоту однієї ракети типу “Протон” у навколосезонний космічний простір надходить приблизно 100 т води і більше 90 т діоксиду вуглецю, а для “Шатла” – 470 і 110 т відповідно. Дослідження впливу польотів ракет на озоновий шар, за оцінками О.М. Никанорова (2009), показало, що при щомісячних запусках “Шатла” впродовж 4-х років загальний вміст озону знизиться на 0,3% для середніх широт і на 0,4–0,6% – для високих. Підраховано, що 60 щорічних стартів “Шатл” чи “Енергія” може призвести до зменшення концентрації озону в північній півкулі на 0,25%, при цьому УФ випромінювання збільшиться на 0,5%, а 300 запусків “Спейс Шатлів” підряд могли б повністю зруйнувати озоновий щит Землі. За дослідженнями фірми “Orbital sciences corporation”, яка опублікувала дані в журналі “Спейс” (США, 2009 р.) повідомляється, що при запуску кожної крилатої ракети – носія типу “Пегас”, “Титан-Ч”, “Таурис” та інших утворюється хмара висотою 12 км, а діаметром 90 км, яка містить до 65 т Н<sub>2</sub>O, 72 т CO<sub>2</sub>, 58 т Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 35 т сухого HCl, 2,3 т N, 240 кг CO і 4 т інших речовин. Особливо шкідливим є сухий HCl, який при попаданні у водойму перетворюються у соляну кислоту, яка сильно порушує біологічну рівновагу навколишнього середовища. При польоті ракети “Шатл” в разі її регулярних запусків з інтервалом 10 діб відбувається стаціонарне глобальне збільшення концентрації водню, що перевищує фонові рівні в декілька разів. Крім того, відбувається радіоактивне забруднення, яке становить біля 10% природного, що сприяє осіданню радіоактивних речовин з космосу в природну атмосферу і далі на земну поверхню. За оцінками Єрофєєва Б.В. (2009), в близькому космосі перебуває понад 4 тис. т космічних відходів, що становить понад 1% маси повітря вище 200 км. Також на геостаціонарних орбітах знаходиться понад 60 ядерних енергетичних установок, із сумарною масою радіоактивних речовин понад 1 т (джерело гамма й електронне випромінювання).

Частка транспорту в руйнуванні озонового шару планети становить 12-13%, що призводить до зростання онкологічних захворювань.

Крім озону, що є в стратосфері, в приземному шарі повітря Землі (тропосфері) подекуди зареєстровано підвищений вміст озону. Його джерелом є вихлопні гази автомобілів, особливо тих, у кого погано відрегульовані двигуни. В поєднанні з певними атмосферними умовами (відсутність вітру) у великих містах, таких як Токіо, Мехіко, Лос-Анджелес, утворюється фотохімічний смог.

Проблема збереження озону потребує координаційних дій різних країн світу, де виробляють й використовують речовини, що руйнують озон. З цією метою було підписано Віденську конвенцію (1985) та Монреальський протокол (1987), до яких приєдналась і Україна, про припинення та скорочення виробництва й споживання озоноруйнівних речовин (фреонів типу Ф-12 –  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ , Ф-115 –  $\text{C}_2\text{ClF}_5$ , Ф-13В1 –  $\text{CBrF}_3$ ). На сьогодні розвинені країни припинили виробництво фреонів, замість розпилювача (пропелента) вони використовують суміш пропану й бутану, а надалі передбачається перехід на безпропелентний тип упаковки з розпиленням за допомогою вбудованих мікронасосів. В Україні моніторингові дослідження стану озонового шару ведуться на шести озонетричних станціях, розташованих у містах Бориспіль, Київ, Львів, Прилуки, Сімферополь, Тернопіль.

**Кислотні опади.** Термін “кислотний дощ” існує більше 100 років. Вперше його використав британський дослідник Роберт Ангус Сміт у 1882 році, коли опублікувало книгу “Повітря і дощ: початок хімічної кліматології”.

Кислотні дощі (правильніше, кислотні опади, оскільки випадання шкідливих речовин може відбуватися як у вигляді дощу, так і у вигляді снігу, граду) завдають значного екологічного, економічного й естетичного збитку. Щорічно при спалюванні палива в атмосферу надходить до 15 млн. т двоокису сірки, який, сполучаючись з водою, утворює слабкий розчин сірчаної кислоти і, разом з дощем випадає на землю. Таким чином, кислотні дощі негативно впливають на людей, врожай, споруди і т. ін. Кислотні дощі виникають у результаті поєднання з атмосферним киснем двоокису сірки та оксидів азоту, які викидаються у атмосферу працюючими на вугіллі та нафті електростанціями, металургійними заводами, автомобільним транспортом. Утворені таким шляхом зневоднені сірчана та азотна кислоти відносяться вітрами у вигляді дощів і нерідко мають значну кислотність. Фільтруючись у ґрунті, вода кислотних дощів виносить багато поживних речовин: кальцій, магній, калій, натрій. Їх місце займають токсичні метали, що під дією дощів стають розчинними та вбивають мікроорганізми, які розкладають органічні залишки, в результаті ґрунт залишається без поживних речовин.

Вперше проблема кислотних дощів стала предметом серйозного обговорення на XXVIII Генеральній асамблеї Міжнародного співтовариства з теоретичної і прикладної хімії (ІЮПАК), що проходила в Мадриді у вересні 1975 р.

У 1983 р. набрала чинності “Конвенція про трансграничне забруднення повітря на велику відстань”, в якій вказано, що країни повинні прагнути до обмеження і поступового зменшення забруднення повітряного простору, включаючи забруднення, які виходять за межі держави.

У липні 1985 р. у Хельсінкі 20 держав Європи і Канада підписали Протокол

про 30% зниження викидів оксидів сірки на території цих держав або їх трансграничних потоків на території сусідніх держав.

**Причини утворення кислотних дощів:** природні причини (грози, вулкани); штучні джерела (мінеральні добрива, спалювання речовин, авіація, нафтопереробка, автотранспорт).

**Промислові підприємства.** Щороку в атмосферу Землі викидається близько 200 млн. т твердих часток (пил, сажа, ін.); 200 млн.т сірчистого газу ( $\text{SO}_2$ ); 700 млн. т оксиду вуглецю (II), 150 млн. т оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ), що складають у сумі більше 1 млрд. т шкідливих речовин.

Джерелами виникнення кислотних опадів є поєднання з атмосферним киснем двоокису сірки та оксидів азоту, які викидаються промисловими підприємствами. Сірка міститься в таких корисних копалинах, як вугілля, нафта, залізні, мідні, ін. руди. При переробці руд сірка переходить у хімічні сполуки, наприклад, в сірчистий газ, який частково уловлюється очисними спорудами, залишки викидаються в атмосферу. З'єднуючись з парами води, оксид сірки (IV) утворює сірчану кислоту.

Сульфати виділяються при спалюванні та під час таких промислових процесів, як нафтопереробка, виробництво цементу та гіпсу, сірчаної кислоти. З природних джерел сірководень з'єднань важливу роль відіграють біогенні викиди з ґрунту та продукти життєдіяльності рослин.

При виверженні вулканів переважає оксид сірки (IV), в меншій кількості в атмосферу поступає сірководень, сульфати у вигляді аерозолів і твердих часток. Щороку у всьому світі в результаті вулканічної діяльності виділяється 4-16 млн. т сполук сірки (у перерахунку на  $\text{SO}_2$ ).

Азот міститься в багатьох видах природних ресурсів, наприклад, у вугіллі та нафті. З антропогенних джерел виділяється близько 93 % оксидів азоту (II), який в результаті хімічних реакцій в атмосфері перетворюється на оксид азоту (IV), і утворює з водою азотну кислоту.

**Наслідки кислотних опадів у Природі.** В результаті випадання кислотних опадів порушується рівновага в екосистемах, погіршується продуктивність сільськогосподарських рослин і живильні властивості ґрунтів, корозією руйнуються металеві конструкції. Кислотні опади руйнують споруди з мармуру та вапняку. Історичні пам'ятники Греції та Риму, простоявши тисячоліття, за останні роки руйнуються прямо на очах. У Санкт-Петербурзі – Казанський собор, Александро-Невська Лавра та ін. На соборі Св. Павла шар портлендського вапняку роз'їдений на 2.5 см. У Голландії статуї на соборі Св. Іоана “тануть, як льодяники”. Цим “раком каменя” роз'їдений королівський палац у Амстердамі.

**Закислення водних об'єктів.** У своїй еволюції живі організми адаптувалися до місця існування, вони можуть нормально жити лише в певному інтервалі рН. Зміни цього параметру спричиняють глибокі біохімічні перебудови водних екосистем. Коли рН знижується до 6,5-6,0, гинуть багато моллюсків, ракоподібних, гине ікра земноводних. При рН 6,0-5,0 гинуть найбільш чутливі планктонні організми та комахи, сигові риби, форель, харіус, лосось, плітка, окунь і щука. Риба гине не лише від прямої дії кислоти; витіснений із гірських порід і донних відкладень алюміній ушкоджує їх зябровий апарат. Через

порушення кальцієвої рівноваги риба втрачає здібність до відтворення. При рН менше 5,5 мохи і нитчасті водорості витісняють основну рослинність водоймища; інколи у воду переселяється сфагновий мох – мешканець суші. При рН нижче 4,5 у воді озер вимирають мікроорганізми, розвиваються анаеробні (безкисневі) процеси з виділенням метану і сірководню.

100-200 л нафти можуть покрити 1 км<sup>2</sup> поверхні.

У Тихому океані утворилися два смітники, площа кожного з них дорівнює площі США.

Земля – це водна планета, оскільки 70,8% її території займає Світовий океан. Щороку в океан потрапляє більше 10 млн. т. нафти (рис. 27), половина – з джерел на суші.

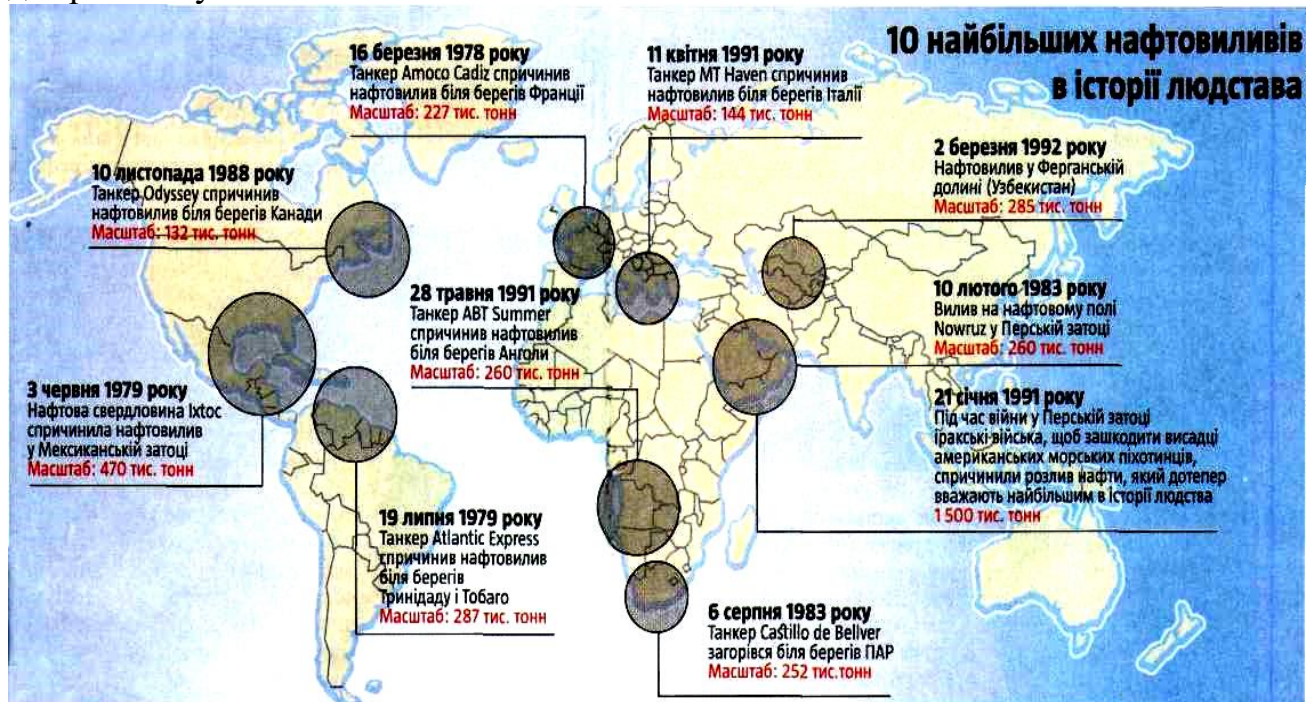


Рис. 27. Екологічні катастрофи від вилливу нафти (їх апогей 24 квітня 2010 р. в Мексиканській затоці)

За останніх 30 років у Світовому океані пробурено близько 2000 свердловин. Світовий океан задихається від парникових газів; надлишок CO<sub>2</sub> здатний завдати нищівного удару по морській флорі та фауні. Щороку гине більше мільйона морських птахів і більш ніж 100 тис. ссавців.

40% людей вмирають через забруднення довкілля, особливо – води.

**ФРЕОНИ (хладони)** – насичені фторвуглеводневі сполуки, що використовуються як холодоагенти в холодильних машинах. Крім атомів фтору в молекулах фреону містяться атоми хлору, рідше – бром. Відомо більше 40 різних фреонів, це безбарвні гази або рідини без запаху, добре розчинні в неполярних органічних розчинниках, дуже погано – у воді та полярних розчинниках.

Значний простір в озоносфері планети має помітно понижений (до 50%) вміст озону. Це явище – частина складної екологічної проблеми виснаження озонового шару Землі. В результаті антропогенних чинників – викидів в атмосферу фреонів (ХФВ – хлорфторвуглеводнів) і оксидів азоту (продуктів



неповного згорання органічного палива надзвукових літаків і космічних апаратів), почалися процеси руйнування або виснаження озонового шару нашої планети. До 1928 року в якості холодоагентів (речовини, що циркулюють в теплообмінній системі холодильних установок і переносять тепло з внутрішніх камер назовні) використовувалися різні речовини, але жодна з них не задовольняла технологів. Тому коли Т. Міджлі синтезував та довів придатність до використання в холодильниках дихлордифторметана (фреона), ученим і конструкторам всього світу здалося, що ідеальний холодоагент знайдено. З відомих холодоагентів лише аміак мав подібний набір потрібних фізичних властивостей (температуру кипіння і теплоємність), але він токсичний: найменші його витoki небезпечні для здоров'я людей.

**Хімічні властивості фреонів.** Фреони дуже інертні в хімічному відношенні, тому вони не горять на повітрі, вибухобезпечні при контакті з відкритим полум'ям. Проте при нагріванні фреонів понад 250° С утворюються дуже отруйні продукти, наприклад, фосген  $\text{COCl}_2$ , який в роки першої світової війни використовувався як бойова отруйна речовина.

- Холодоагент R12 Формула  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (дифтордихлорметан – ГОСТ 19212-87) – безбарвний газ із слабким запахом чотирихлористого вуглецю, зріджений під тиском. Призначений для використання як холодоагент, розпилювач аерозолів. Характеризується високим потенціалом руйнування озону та сприяє глобальному потепленню.

- Холодоагент R22 Формула  $\text{CHClF}_2$  – (дифторхлорметан – ГОСТ 8502-93) – безбарвний газ із слабким запахом хлороформу, зріджений під тиском. Призначений для використання в органічному синтезі і як холодоагента. Має низький потенціал руйнування озону, невисокий потенціал парникового ефекту, тобто екологічні властивості R22 значно кращі, ніж у R12 і R502, отруйніший, ніж R12, вибухобезпечний і негорючий. В порівнянні з R12 холодоагент R22 гірше розчиняється в маслі, але легко просочується через шпарини, нейтральний до металів.

- Холодоагент R-134a. Формула  $\text{CF}_3\text{CFH}_2$  (тетрафторетан). Молекула має менші розміри, ніж молекула R12, що підвищує безпеку витоків. Потенціал руйнування озону нульовий, а потенціал сприяння глобальному потепленню близький до R22. Нетоксичний і вибухобезпечний у всьому діапазоні температур експлуатації. Проте при попаданні повітря в систему і з підвищенням тиску може утворювати вибухобезпечні суміші. Не можна змішувати R134a і R12, оскільки утворюється небезпечна суміш. Пари R134a розкладаються при дії полум'я з утворенням отруйних речовин, зокрема фтористого водню.

Газ без кольору і запаху, хімічна формула  $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ . Температура кипіння - 11,7 °С, не розчиняється у воді, не змішується з нею, і не вступає в хімічні реакції. Вибухонебезпечний (містить ізобутан і при скупченні у великих кількостях може вибухнути). Всі ці речовини в Природі не утворюються (виняток становить фреон 11, невеликі кількості якого виявлені в газових викидах вулканів на Курильських островах), отже, поява їх в атмосфері обумовлена антропогенним фактором. Фреони мають унікальні властивості,

що забезпечують їм широке використання в промисловості. Ці речовини мають низькі температури кипіння, неотруйні, негорючі, вибухобезпечні, хімічно інертні. Вони не діють на конструктивні матеріали, а в малих дозах не шкідливі для людей. При високих концентраціях деякі фреони володіють наркотичною (фреон 12), іноді задушливою дією (фреон 142, фреон 22). Інтенсивне використання фреонів почалося у 50-і роки ХХ ст. Їх отримують за допомогою реакції хлорування вуглеводнів у присутності HF, KF, SbF<sub>5</sub>. Фреони використовувалися як холодоагенти в холодильниках і кондиціонерах, як носії активних хімікатів (пропеленти) в аерозольних балончиках, які набули поширення в побуті: в такій зручній для дозування упаковці випускають ліки, фарби, косметичні засоби, миючі препарати, інсектициди тощо. Фреон 13В<sub>1</sub> використовували як компонент вогнегасних систем автоматичного пожежогашіння. Деякі фреони є незамінні розчинники (C<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>F<sub>3</sub>).

Історія науки та технології буває схожою на детектив: отруйний газ озон виявився незамінним захисником всього живого, “ковдрою” нашої планети, який рятує життя від смертоносних ультрафіолетових променів. А те, що видавалося зручним, безпечним і корисним – фреони – легко згубили б усіх нас, якби їх виробництво не було вчасно зупинено. Пройшло більше двадцяти років із тих пір, як ООН та інші світові організації звернули увагу на проблему порятунку озонового шару від фреонів. І якби вони не зважилися припинити одне з найвигідніших виробництв в історії – цих двадцяти років могло б не бути. Фреони пішли у минуле. Сучасні холодильники безпечні для озону, і це заслуга людей, які вчасно зрозуміли: Земля – дім, а не бездонний колодезь, з якого можна лише черпати матеріальні блага.

**Смог.** Смог походить від поєднання англійських слів *smoke* (дим, кіптява) і *fog* (густий туман). Смог – димний туман, утворюється в повітрі за рахунок хімічних реакцій, який виникає за таких умов: по-перше, при попаданні великої кількості пилу й газів в атмосферу з урбанізованих і промислових територій при певній температурі й вологості, по-друге, при тривалому існуванні антициклонних умов погоди, коли забруднювачі накопичуються в приземному шарі атмосфери. Він став уживаним терміном для позначення суміші крапель туману з сажею і сполуками сульфуру й нітрогену (індустріальний смог), а пізніше був поширений на всі видимі оком забруднення повітря із завислим у ньому аерозолем. За механізмом утворення розрізняють два типи смогу: 1) пов’язаний із забрудненням повітря викидами, що містять оксиди сульфуру; 2) пов’язаний із забрудненням повітря вихлопними газами транспорту, що містить оксиди нітрогену. Вперше явище смогу було зафіксовано в грудні 1952 року в Лондоні, коли при високій вологості повітря, його температурі біля 0 °С, через безвітряну (стійку) погоду і високій концентрації продуктів спалювання твердого і рідкого палива над містом утворився *чорний смог* (має коричнюватий відтінок) – скупчення сажі, кіптяви, диму, сполук сульфуру. Він став причиною передчасної смерті близько 4 тис. осіб, а десятки тисяч потрапили до лікарень із захворюваннями дихальних шляхів (особливо легень) та серцево-судинної системи. Причиною



виникнення смогу Лондонського типу стала посилена робота промислових підприємств та енергетики (ТЕС, ТЕЦ), різноманітних котелень (навіть коминів камінів житлових будинків), які використовували вугілля, мазут і солярову оливу. Подібні нещастя, хоч і менших масштабів, траплялися на території Великої Британії (1956-1957 рр.), США, Японії, Німеччини, Бельгії та інших країн. Значне утворення чорного смогу відбулося під час “Персидської війни”, коли підлеглі С. Хусейна підпалили у 2000 році 732 нафтові свердловини, які горіли біля 10-ти місяців.

У 70-х роках ХХ ст. в місті Лос-Анджелес був зафіксований *білий смог* (синювата імла), який утворився внаслідок загазованості території через роботу автотранспорту. Утворенню цього смогу сприяє жарка (ясна, сонячна) безвітряна погода при низькій вологості і температурі, що перевищує 30 °С, а також за відсутності високого забруднення повітря. Обов’язковою умовою утворення такого смогу (лос-анджелеського типу) є наявність досить великої кількості сонячного випромінення (*таблиця 8*).

Таблиця 8. **Особливості утворення смогів**

Смоги	Сприятлива температура	Відносна вологість, %	Швидкість вітру, м/с	Час утворення	Розміри
Лос-Анджелеський	24...32 °С	60...70	штиль	обід, ніч	до 1 тис. км <sup>2</sup>
Лондонський	- 1...4 °С	80...100	0...3		до 1 тис. км <sup>2</sup>

Це смог багатий на небезпечні хімічні сполуки. Він сьогодні загрожує здоров’ю (особливо дітей та людей похилого віку) не тільки таких промислово-індустріальних міст світу, як Нью-Йорк, Філадельфія, Бостон, Чикаго, Токіо, Мехіко, Мілан, а й великих міст України, перевантажених автотранспортом (Київ, Донецьк, Дніпропетровськ, Харків, Одеса, Запоріжжя, Сімферополь). До речі, у Вінниці забруднення атмосферного повітря через роботу автотранспорту становить біля 80%). Американський письменник Луїс Батонн у своїй книзі “Чисте небо” написав: “Одне з двох, або люди зроблять так, що в повітрі буде менше диму, або дим зробить так, що на Землі стане менше людей”.

**Фотохімічний смог** (ФХС) – суміш різноманітних хімічних речовин, які утворюються внаслідок складних фотохімічних реакцій у повітрі, забрудненому нітрогеном (IV) оксид, вуглеводнями, пилом і сажею. Для утворення ФХС необхідна відсутність вітру в приземному шарі та інтенсивне сонячне випромінювання. ФХС синтезується під впливом ультрафіолетової радіації, підвищеної температури нижніх шарів повітря й великої кількості озону, який утворюється в результаті розпаду NO<sub>2</sub>, що руйнується під впливом олефінів у парах несповна згорілого автомобільного палива, переходячи в нітрогену (II) оксид. Руйнування NO<sub>2</sub> відбувається при температурі 600<sup>0</sup>С, чим пояснюється більший вміст у викидах автомобілів NO ніж NO<sub>2</sub>. Значна маса NO<sub>2</sub> надходить в атмосферу і природним шляхом (вулкани, грозова діяльність, мікроорганізми), але 400 міст-гігантів світу щороку викидають в атмосферу

близько 3 млрд. т відходів (газів, аерозолей, пилу, сажі та ін.), що на 500 млн. т більше, ніж дають 578 діючих вулканів нашої Землі. В атмосфері нітрогену оксиди при дії ультрафіолетової радіації реагують з вуглеводнями, утворюючи фотохімічні окислювачі, які є основними складниками фотохімічного смогу – синюватого прозорого туману, що виникає в сухому, загазованому і теплому повітрі багатьох великих міст світу. Він має неприємний запах, викликає подразливість очей, запалення слизових оболонок носа і горла, симптоми задихання, спричиняє розвиток бронхіальної астми, емфіземи легень та різних хронічних захворювань. ФХС шкідливо впливає і на рослини, він осаджується на листях дерев у вигляді клейкої маси, що механічно перешкоджає проходженню сонячного світла до листка. Це спричиняє їх деградацію і є причиною зменшення інтенсивності фотосинтезу. Спочатку спостерігається набухання листків, потім, через деякий час, на нижній поверхні листка спостерігається срібний і бронзовий відтінок, а на верхній – плямистий і білий наліт. Після цього настає швидке в'янення рослин, листки стають плямистими, вони жовкнуть та буріють, що спричиняє їх відмирання. Фотохімічний смог прискорює корозію металів, руйнує мармур, фарбу, гуму, швидко псує одяг та взуття. Під його впливом гинуть домашні тварини, найперше собаки й птахи.

Озон, який утворюється в результаті фотохімічного смогу є *тропосферним* і досить токсичним (ГДК  $m_p=0,01$  мг/м<sup>3</sup>). При взаємодії з гемоглобіном крові він утворює нестійкі озоніди, самовільний розклад яких викликає руйнування органічної основи гемоглобіну.

Реальним механізмом зменшення загрози виникнення смогів є зниження викидів від ТЕС і ефективного регулювання руху автотранспорту в місті.

**Ядерна зима.** Сьогодні, за офіційною статистикою, в США й Росії, країнах НАТО зберігаються тисячі ядерних боєголовок (не враховуючи боєголовки Китаю, Індії, Іраку, Ірану, Афганістану, Пакистану, Північної Кореї та ін.), які можуть спричинити різкі катастрофічні зміни в атмосфері, знищення всієї біоти планети. Такою катастрофою може стати ядерна війна. Як свідчать моделювання, виконані на професійних ЕОМ, серії ядерних вибухів загальною потужністю 100-10000 Мт можуть спричинити метеорологічну катастрофу глобального масштабу, що матиме такі наслідки: 1) забруднення атмосфери величезною кількістю пилу, попелу й сажі після ядерних вибухів і пожеж. В містах, де зосереджено багато займистих матеріалів (деревини, пластмас, фарб) горітиме все, причому пожежі набудуть глобального характеру. Це пояснюється тим, що густина горючої речовини в містах складає 20-30 г/см<sup>3</sup>, тоді як у лісі – всього 2 г/см<sup>3</sup> (у лісі через брак кисню при цьому вигорає близько 20% горючих речовин, тоді як у місті – до 100% через велику кількість багатоповерхових будинків і наявності в них величезної кількості порожнин) і при концентрації теплового імпульсу більш як 20 кал/см<sup>3</sup> виникає ефект “вогняного торнадо”, коли горить усе – навіть залізо. Це явище спостерігалось під час другої світової війни, коли масово бомбардували міста Гамбург і Дрезден. Полум'я від будинків, які горіли, зливалось в одну вогняну хмару діаметром у кілометр й заввишки в багато сотень метрів. В результаті ядерного

бомбардування в атмосферу надійдуть пил, попіл і сажа (300 млн. т), які за один-два тижні повністю затягнуть небо над всією Землею, що зменшить прозорість атмосфери в 200 разів (протягом тижня на поверхню планети доходить менше як 1% сонячного світла, а наступних трьох тижнів – не більше 10%). Настане “ядерна ніч”, що триватиме декілька місяців, яка спричинить загибель врожаю, зникненню рослинного покриву, адже на поверхню Землі не буде попадати достатня кількість сонячного освітлення, яка б забезпечила процес проходження фотосинтезу і утворення органічної речовини. В результаті масового ядерного бомбардування відбудеться:

1) сильне заповнення атмосфери, яке надовго встановить інверсійний розподіл температури (вгорі-тепло, внизу-холодно). Локальна конвекція при цьому припиниться і відповідно зникне північний цикл глобальної природної циркуляції атмосферного повітря, а південний цикл пошириться на всю Землю. Сажова хмара буде опоясувати всю планету і встановиться непроглядна пільма. Сажа, яка на відміну від пилу й кіптяви, сильно поглинає випромінювання і дуже повільно осідає, спричинить охолодження приземного шару повітря атмосфери на 40-50 °С на протязі декількох місяців в північній півкулі (тут мешкає 85% населення світу) та на 0-10°С – в південній, настане “ядерна зима”;

2) теплове нагрівання атмосфери на 1 °С сприятиме утворенню ураганних вітрів;

3) вміст озону зменшиться на 50%, що збільшить надходження ультрафіолетового проміння до смертельних для людини доз;

4) масова загибель людей (психічний шок, голод, отруйні гази, які утворюються при пожежах, кислотні дощі, радіоактивне зараження). Ці процеси моделювання свідчать про те, що *ядерна зброя має бути заборонена й знищена.*

Ядерну війну можна викликати при допомозі лазерних установок, які мають термоядерну заправку. Декілька сотень таких лазерних установок, що спрямують на Землю тисячі смертоносних променів, можуть викликати масові пожежі міст і сіл. Ефект від цього процесу є таким же катастрофічним, як від атомного вибуху. Модель подібного явища дала нам сама природа. В 1815 р. сталося катастрофічне виверження вулкана Тамбор у Індонезії, найсильніше за останні 500 років. Під час виверження в атмосферу була викинута величезна кількість газу й попелу. Попіл утворив у стратосфері завісу, що значно послабила сонячне випромінювання. Настало сильне охолодження атмосфери: майже повсюдно в Північній півкулі сніг не танув до середини червня, а в серпні вже почалися заморозки. В багатьох країнах загинув урожай, почався голод. Прозорість атмосфери відновилася повністю лише через два роки.

#### ПІДПРИЄМСТВА М. КИЄВА, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ДОВКІЛЛЯ

*Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод.* На підприємстві у 2007 р. знизилось споживання енергоресурсів, газу та води; а також зменшилась кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище на 6,015 тонн. У 2008 році використання газу зменшилось на 1411 тис.м<sup>3</sup>; води – на 81926 м<sup>3</sup>;

кількість викидів – на 3,548 тонн. На 2009 р. планувалося зменшити використання газу на 1764 тис.м<sup>3</sup> (4,1 млн.грн.); води – на 78700 м<sup>3</sup>, викидів – на 3,2 тонн.

*Завод “Більшовик”.* На даний момент не працює на повну потужність, але продовжує забруднювати навколишнє середовище залишками виробництв, які містять ртуть, смоли, фосфор, вуглеводні.

*Авіаремонтний завод №410.* Використовує токсичні матеріали для очищення корпусів літаків і не утилізує власні відходи.

*Лакофарбовий завод “ЛАКМА”.* Використовує електрофлотаційний метод очистки стічних вод, який є ефективним на даний момент для подібного типу підприємств.

*Завод “Арсенал”.* Викидає в атмосферу CO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub> через використання у виробництві вапняку, азотної та адипінової кислот.

*Асфальтобетонний завод.* Дуже запилює прилеглі території через неповне використання вапняку, що призводить до потрапляння його в повітря. Мають місце значні викиди парникових газів у виробництві цементу через використання карбїду.

*Викиди у повітря, пов’язані з автотранспортом.* За статистичними даними основним забруднювачем атмосфери є автотранспорт, особливо той, що знаходиться у власності громадян, через значну його кількість і часто високу зношеність засобів. На дорогах України зустрічаються екземпляри машин, яким далеко за 10, а то і 20 років, у той час, як на Заході середня тривалість експлуатації складає від 3 до 5 років.

**\*Чи знаєте Ви що?** Лише мешканці міста Києва (як значного мегаполісу - урбоекосистеми) споживають за **один день** (дані Інституту демографії НАНУ):

- 1) 816 тонн хліба (230 грам на одного мешканця з розрахунку 3,5 млн. осіб);
- 2) 950 тис. м<sup>3</sup> води (0,2 м<sup>3</sup> на одного мешканця) – це 250 “водовозів” по 4 тис. літрів. З них 80% води використовують мешканці для побутових потреб (миття посуду, прання білизни, душ тощо), 12% - промислові підприємства; 8% - компанії, офіси, установи;
- 3) 676 тонн картоплі (190 грам на одного мешканця);
- 4) 1000 тонн овочів (300 грам на одного мешканця);
- 5) 2916 тонн молочних продуктів (800 грам на одного мешканця);
- 6) 723 тонни м'яса (200 грам на одного мешканця), більше 2 тис. голів ВРХ;
- 7) 851 тонну фруктів (240 грам на одного мешканця);
- 8) 7 млн. літрів безалкогольних напоїв (2 літри на одного мешканця);
- 9) 528 тисяч літрів алкоголю (220 грам на одного мешканця з розрахунку, що в місті проживає 2 млн. 400 тис. осіб старше 18 років);
- 10) 20 млн. цигарок (25 штук на одного мешканця з розрахунку, що в місті біля 800 тис. курців, залишаючи після себе 10 тонн недопалків). Київляни викурюють 1/10 частину всіх цигарок в Україні (українці за день викурюють 233 млн. цигарок);
- 11) 20 тис. МВт/г (5,714229 КВт/г на одного мешканця, ним можна “освітити” 64 Маріуполя). Розрахуйте кількість відходів?

### Запитання для самоперевірки

1. Що таке екологічна криза, її причини та наслідки?
2. Окресліть проблеми раціонального використання природних ресурсів планети.
3. Дайте визначення терміну “природні ресурси”.
4. Яка залежність між зростанням прибутків населення та якістю навколишнього природного середовища?
5. Визначте термін “біосфера” за В.І. Вернадським та основні її компоненти.
6. Визначте хімічний склад біосфери, його значення для розвитку живих організмів.
7. Схарактеризуйте діяльність В.І. Вернадського, його праці, вчення про біосферу і ноосферу, біохімічні цикли.
8. Що таке ноосферогенез?
9. Що таке колообіг речовин і енергії в біосфері?
10. Визначте функції живої речовини в колообігу речовин у біосфері (за В.І. Вернадським).
11. Що таке біохімічний цикл?
12. Що відносять до природних ресурсів?
13. Класифікуйте природні ресурси: за розміщенням, за господарчим використанням, за напрямом використання, за цільовим призначенням тощо?
14. Що таке екологічні ресурси планети?
15. Чому взаємовідносини урбанізації з навколишнім середовищем носять кризовий характер?
16. Дайте визначення, що таке надра, резерви й запаси мінеральних ресурсів.
17. Навіщо потрібно оцінювати природні ресурси?
18. Дайте характеристику замінних і незамінних, вичерпних і невичерпних, відновних і невідновних природних ресурсів.
19. Охарактеризуйте відновлювані і невідновлювані ресурси своєї місцевості.
20. Дайте характеристику водних ресурсів (світу, України, своєї області) і особливостей їх використання.
21. Що таке природоохоронні ресурси?
22. Яка різниця між раціональним і нераціональним природокористуванням?
23. Схарактеризуйте основні недоліки екологічної політики України щодо раціонального використання природних ресурсів.
24. Охарактеризуйте роль і значення земельних ресурсів.
25. Що вивчає економіка природокористування та які її завдання?
26. Назвіть причини виникнення “парникового” ефекту.
27. Проблема “озонових дір”, їх причини та наслідки.
28. Причини утворення “кислотних опадів” та їх наслідки.
29. Фреони, їх призначення, властивості та наслідки використання.
30. Які Ви знаєте підприємства м. Києва, що впливають на стан довкілля?
31. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 5.

*Наші вироби, такі як рудний концентрат, агломерат, чавун, сталь, прокат, машини, прилади, електроніка, зерно, м'ясо, цукор, не найкращі у світі. Однак для їх виробництва витрачаємо в середньому в 5 разів більше енергії, ніж це роблять за кордоном.*

**І. Р. Юхновський,**  
український фізик, громадський діяч

### СТРАТЕГІЯ НОВОГО СУСПІЛЬНОГО РОЗВИТКУ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО ІМПЕРАТИВУ.

#### 5.1. Концепції та моделі світу майбутнього.

Існує декілька концепцій взаємодії суспільства та Природи.

У старі часи Природу розглядали як мудрого творця, що піднімається над суспільством. Цю ідеологію можна висловити так: Природа знає краще, усяке втручання в неї обертається конфліктом, екологічними лихами й соціальними потрясіннями. Прихильники цієї точки зору проповідують “нульову” стратегію невтручання в Природу. Але треба визнати, що людина не може не впливати на Природу, оскільки сама розвивається разом із нею.

В епоху капіталізму переважала споживча концепція. Був проголошений пріоритет економічних інтересів людини. Природне середовище розглядалося як комора, з якої можна й треба черпати багатства для забезпечення людини матеріальними благами. Природа – це майстерня, де людина і творець, і працівник, і пан. На якомусь відрізку розвитку суспільства такі ідеї були прогресивними, та панування людей обернулося деградацією природного середовища, стало гальмом на шляху гармонічних відносин між людиною і Природою.

В умовах екологічної кризи 50-70 рр. ХХ сторіччя споживчі концепції змінилися заклопотаністю людства долею біосфери, з'явилися різні суспільні рухи, що відображали реакцію людей на руйнування природного середовища. Песимісти малювали похмуру картину майбутнього: сучасна цивілізація неминуче йде до катастрофи. Оптимісти вірили в розум і здатність людини вирішити екологічні проблеми. До них варто віднести В.І. Вернадського та його вчення про ноосферу.

Сучасні екологічні концепції з'явилися у 70-х рр. минулого століття у вигляді доповідей Римського клубу. **Римський клуб** – міжнародна неурядова некомерційна організація, що поєднує у своїх рядах бізнесменів, політичних діячів і вчених з декількох десятків країн світу, що займається обґрунтуванням перспектив розвитку людства. Римський клуб був заснований понад 40 років тому, в 1968 році за ініціативою видатного італійського економіста і підприємця доктора Ауреліо Печчеї. Група біологів, математиків, економістів, соціологів і просто далекоглядних людей (30 чоловік із 10 країн) зібралася в

Римі, щоб обговорити екологічні проблеми людства. Римський клуб замовив серію доповідей під загальною назвою “Труднощі людства”. Станом на 2009 рік він нараховував 68 дійсних членів з понад 30 країн світу, а також 35 асоційованих членів, у тому числі – громадяни України. Вони активно виступають за вирішення демографічних проблем (економічних, соціальних) та раціональне використання природних ресурсів.

“Межі росту” – перша доповідь, підготовлена вченими Массачусетського технологічного інституту під керівництвом Деніса й Донелли Медоуз (1972 р.). Вони побудували глобальні моделі розвитку людства, які повинні були передбачити майбутнє планети при збереженні існуючих економічних і політичних шляхів розвитку. Результати моделювання показали, що темпи промислового поступу, споживання ресурсів й енергії, приросту населення будуть зростати до тих пір, поки не досягнуть межі, після якого відбудеться катастрофа. Звіт засуджував манію збагачення, коли на індивідуальному, сімейному, національному рівнях панує одна мета – стати заможним і могутнім. Було показано, що після економічних “зльотів” неминуче настає “падіння”. Доповідь викликала бурхливу критику, особливо з боку політичних лідерів. Авторів звинувачували в тому, що вони не врахували нові технології, заміну виснажених ресурсів новими тощо. Але більшість людей схилилася до думки: краще обмежити зростання промисловості та соціальні потреби.

“Людство на роздоріжжі” – друга доповідь, підготовлена професорами Ганноверського інституту механіки М. Месаровичем і Е. Пестелем. Автори намагалися уникнути недоліків доповіді “Межі росту” і поділили Землю на десять регіонів, вважаючи, що так вирішувати екологічні проблеми більш ефективно, оскільки в різних частинах світу вони істотно різняться. Основна ідея полягала в тому, що регіони повинні перейти до “органічного росту”, тому що стихійний розвиток веде до загибелі. Учені вважали, що причиною сучасної кризи є два антогонізми: між людиною і Природою та між заможними і бідними. Усунення цих причин повинно забезпечити єдність світу. Однак, ідею “органічного росту” світової системи не слід розуміти спрощено як концепцію єдиного гомогенного поступу. Навпаки, розвиток кожного регіону повинен іти своїм шляхом. Але національні інтереси необхідно співвідносити з глобальними. Така модель, що містить багаторівневі регіональні моделі, виглядає як гнучкий інструмент планування, як система взаємодіючих і взаємозалежних частин. Окремі регіони є блоками глобальної моделі, що може забезпечити людей, які приймають рішення, засобами планування світового масштабу. Автори пропонували використовувати кризи як детектори помилок і діяти як природна кібернетична система з сильним зворотним зв’язком, який спрацьовує, коли зростання призводить до погіршення якості життя.

“Перебудова світового порядку” – третя доповідь, складена групою вчених, координатором якої був нідерландський економіст Ян Тінберген. Особливу увагу вчені приділили слаборозвиненим країнам, лідери яких відкидали ідею обмеження економічного росту.

Автори доповіді вважали, що для реалізації ідеї “органічного росту”, запропонованої у другій доповіді, всі країни повинні погоджувати локальні

цілі із глобальними. Тоді зусилля в регіонах будуть працювати на благо людства в цілому. Вони намагалися показати, що сполучення локальних і глобальних інтересів можливе. Наприклад, країна має потребу в індустріалізації для забезпечення гідного рівня життя своїх громадян. Мета справедлива! Та цієї мети варто досягати шляхом повторного використання ресурсів і переробки відходів. У цьому випадку системи життєзабезпечення людини в біосфері (повітря, вода, ґрунти, ліси тощо) будуть пошкоджені мінімально, тобто у доповіді пропонується перетворити сучасну, так звану “лінійну” економіку в “колову” (рис. 28).

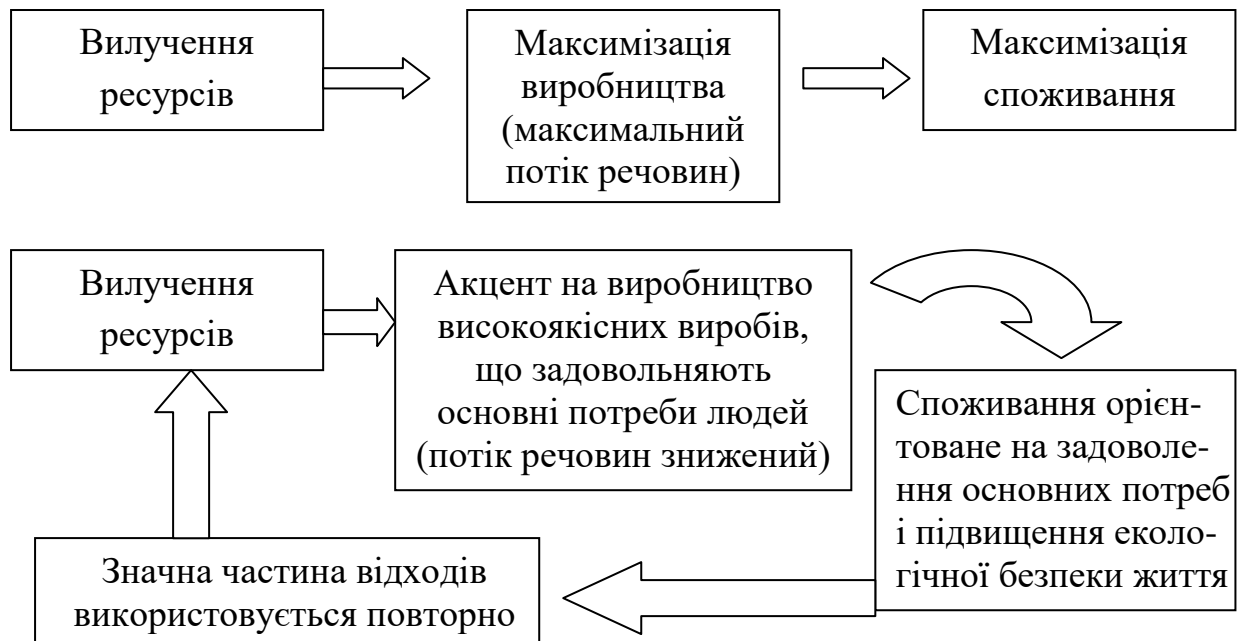


Рис. 28. Схеми “лінійної” і “колової” економіки (за Т.Е. Jones)

Необхідно переконувати громадян і політичних лідерів різних країн у тому, що відповідність національної мети цілі усього людства відповідає інтересам цих країн. Важливе значення, вказували автори, має ослаблення гонки озброєнь, оскільки витрати на військові потреби знижують можливості всіх країн направляти зусилля, енергію, гроші на співробітництво в ім'я процвітання людства. Доречно нагадати про зростаючі тенденції переходу від конкуренції до мутуалізму (лат. *mutuus* – “взаємовигідний”) у природних екосистемах із метою підвищення їх стійкості й стабільності.

“Цілі глобального суспільства” (1977 р.) – четверта доповідь, складена професором філософії Е. Пасло, відомим за книгою “Стратегія для майбутнього”. Доповідь присвячена двом фундаментальним питанням: у чому полягає мета людства і чи згодні люди протиставити матеріальному збагаченню покращення якості навколишнього середовища. Мова йшла про те, чи захоче людство використати науково-технічну могутність для досягнення матеріального благополуччя людей, не заподіюючи істотної шкоди планеті. Якщо так, то доведеться стримати деякі бажання заради прийнятних умов існування майбутніх поколінь.

Робочі групи з різних країн і регіонів (США, Канади, Західної й Східної Європи, Латинської Америки, Африки, Середнього Сходу) склали перелік цілей



своїх країн, на основі яких було сформульовано глобальну мету. Члени делегацій проаналізували розбіжності щодо використання енергії, їжі, виробничих ресурсів, розвитку економіки, сільськогосподарської політики, охорони Природи. Відповідність національних і глобальних інтересів оцінювалося від 0 (зусилля зосереджені винятково на національних інтересах) до 10 (всі цілі включали рішення глобальних проблем). Діяльність ділових кіл, урядів, політиків, інтелектуальних і релігійних громад оцінювалася за цією шкалою окремо. Так, у США найменше приділяли увагу рішенням глобальних проблем охорони Природи: ділові кола, політики, потім – уряд; це питання турбувало більше інтелектуальні та релігійні групи населення. Усереднена картина для деяких країн представлена у *табл. 9*.

**Таблиця 9. Рівень оцінки співвідношення національних і глобальних інтересів для деяких держав**

Держава	Оцінка, бали	Держава	Оцінка, бали
Бельгія	3,7	Канада	4,7
Бразилія	4	Пакистан	4,7
США	4	Нідерланди	4,7
Саудівська Аравія	4,2	Японія	5,5
Індія	4,3	Алжир	6,4
Єгипет	4,6	Гана	6,5
Швеція	4,6	Китай	7

З таблиці 9 видно, що народи економічно слаборозвинених країн оптимістично дивляться в майбутнє та готові зважати на загальносвітові проблеми, на відміну від народів економічно розвинених країн. Досить високо глобальні інтереси оцінюються в Китаї. Автори доповіді вважали, що початок світової солідарності покладено, але поки не ясно, як прийти до загальної згоди.

Наступні доповіді (1978 - 1980 рр.) були присвячені окремим проблемам: переробці відходів, використанню енергії, досягненню добробуту тощо.

Одна із ключових доповідей стосувалася проблеми освіти – “Немає меж навчанню”. Автори (Боткін зі співавторами, 1980 р.) розділяють мікро- і макронавчання. Під мікронавчанням вони розуміють індивідуальну професійну освіту, яка панує у світі, у той час, коли мало приділяється уваги колективному, або суспільному навчанню населення – макронавчанню. Як домогтися, щоб інформація про регіональні і глобальні проблеми була доступна всім людям? Як переконати всі верстви населення в необхідності обмеження росту економіки? Як виховати екологічний світогляд у всіх прошарків суспільства?

До початку 80-х рр. ХХ ст. було створено більше десятка великомасштабних моделей розвитку світу майбутнього.

Глобальні моделі розвитку математично імітували фізичні та соціально-економічні системи світу, прогнозували майбутнє, виходячи із закладених у них даних. Найбільш відомі чотири моделі: модель Форрестера, Медоуза зі співавторами, Месаровича-Пестеля, Глобал-2000. Відповідно до стандартної моделі, якщо не відбудеться ніяких якісних змін, то на початку 21 століття

спочатку почнеться різкий спад середньодушового промислового виробництва, а потім – і чисельності населення планети (рис. 29).

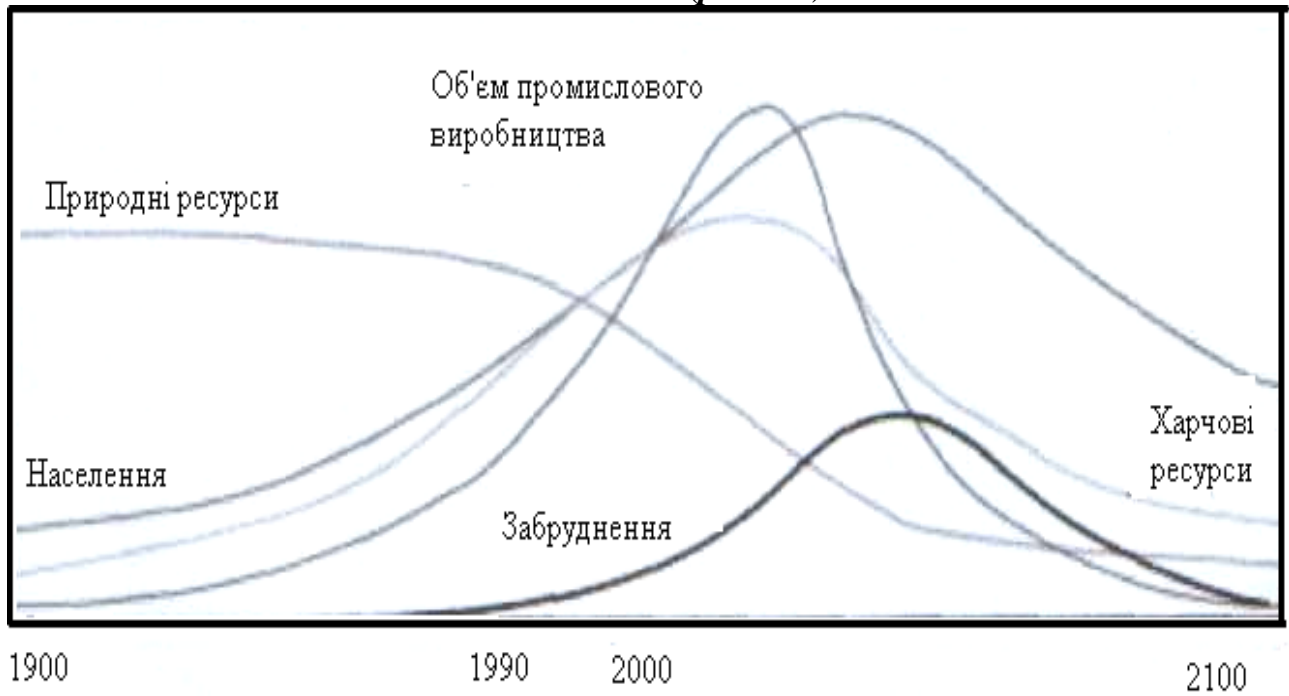


Рисунок 29. “Межі зростання”: Стандартна модель

Навіть якщо кількість ресурсів подвоїться, то глобальна криза лише відсунеться до приблизно середини 21 ст. (рис. 30).

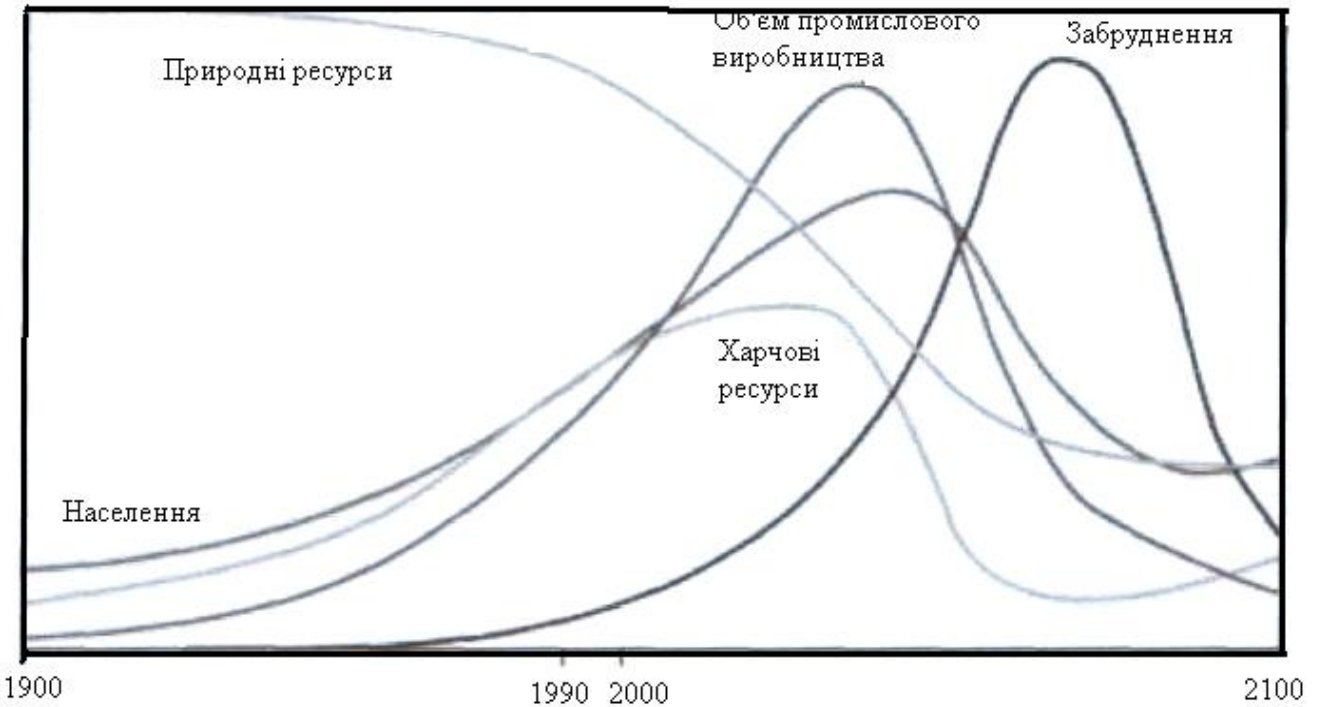


Рисунок 30. Модель “Межі зростання”

Єдиним виходом з катастрофічної ситуації бачився перехід до планованого у світовому масштабі розвитку за моделлю глобальної рівноваги (фактично –

“нульового зростання”), тобто свідома консервація промислового виробництва і чисельності населення (*рис. 31*), а також модель розвитку світової економіки при щорічному прирості продуктивності ресурсів на 4% наведено на *рис. 32*.

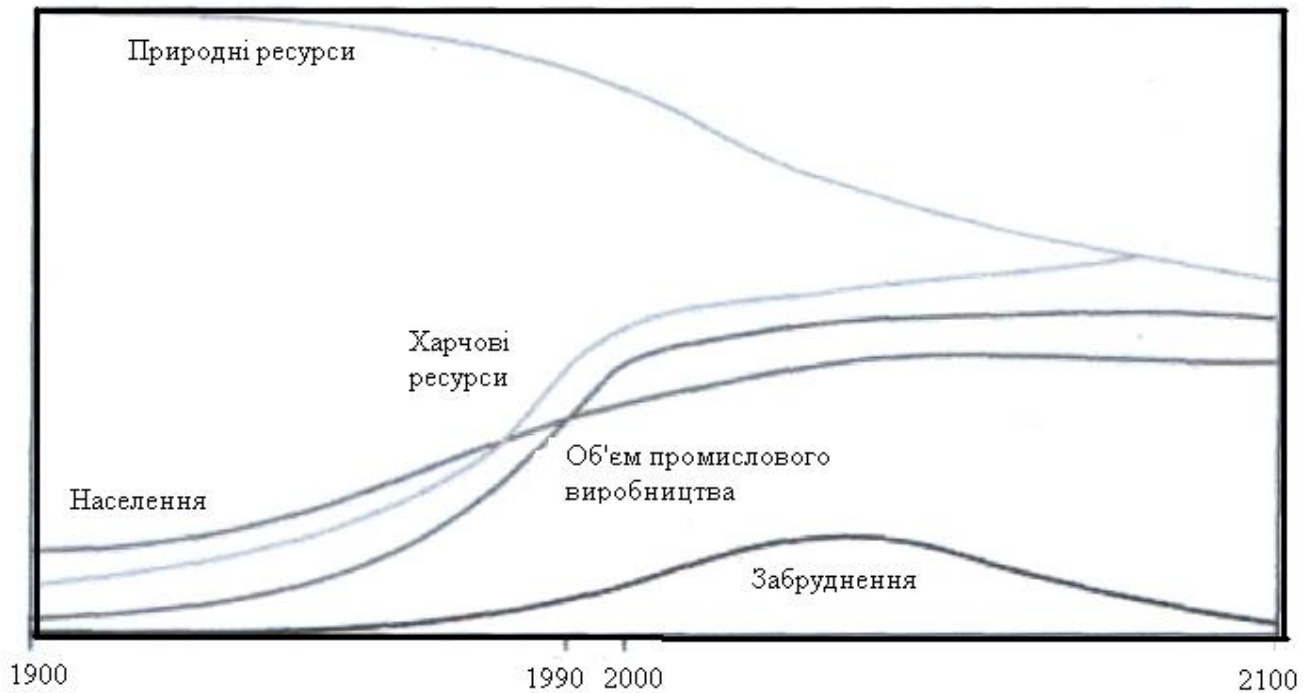


Рисунок 31. “Межі зростання”: модель глобальної рівноваги

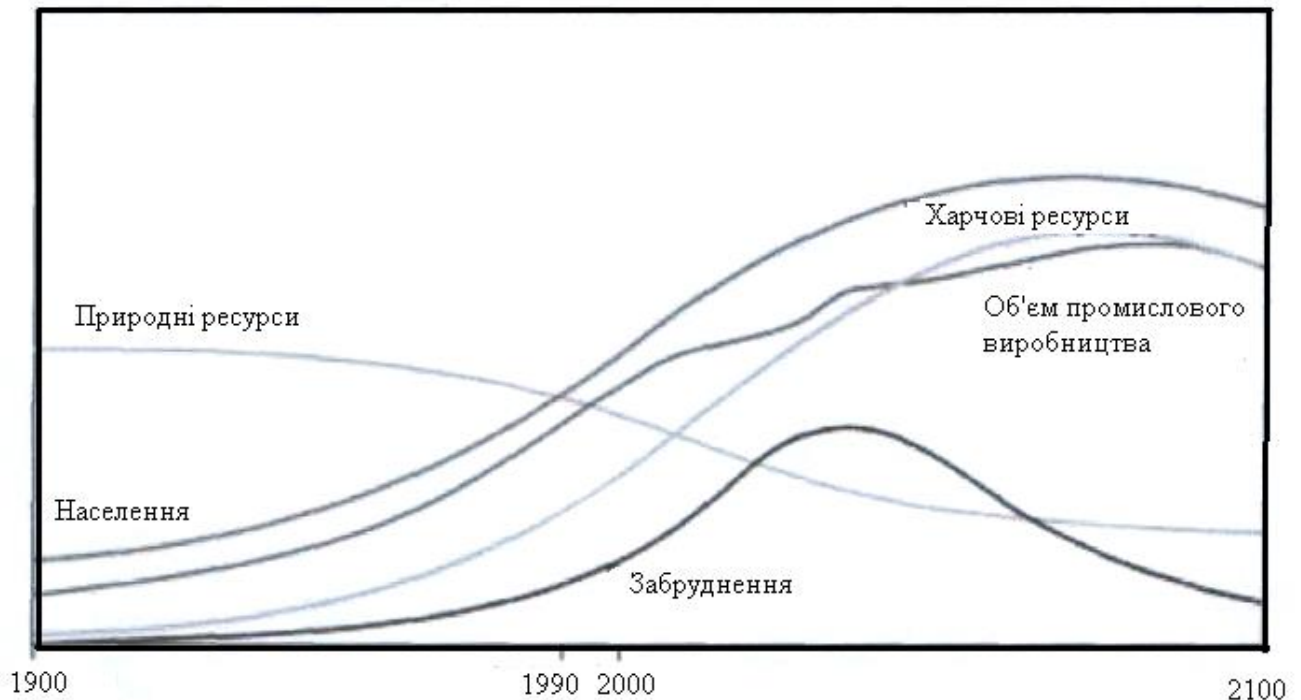


Рисунок 32. Модель розвитку світової економіки при щорічному прирості продуктивності ресурсів на 4%.

Всі моделі ґрунтувалися на припущеннях, що в нещастях винні не тільки обмеженість ресурсів і збільшення народонаселення, але й політична,

соціальна й економічна нерівність. Сьогодні існують дуже значні розходження між заможними й бідними у багатьох країнах, а також між країнами економічно розвиненими (30 %) і бідними неіндустріальними країнами (70%): велика різниця в харчуванні, цінностях, ринкових і неринкових товарах, послугах. Жахлива різниця в рівнях освіти. Щоб люди та навколишнє середовище існували в гармонійній рівновазі, необхідно нівелювати ці протиріччя.

Не зважаючи на розходження між концепціями та моделями, можна зробити деякі загальні висновки:

1. Науково-технологічний прогрес бажаний і життєво важливий, але повинні відбуватися відповідні соціально-економічні та політичні зміни.

2. Народонаселення й використання ресурсів на планеті не можуть зростати нескінченно.

3. Світове співтовариство не має надійної й повної інформації про ємкість планети; невідомо, до якого рівня біосфера зможе витримувати зростання народонаселення й науково-технічного прогресу. Але зниження швидкості економічного росту зменшує ймовірність настання екологічної катастрофи.

4. Якщо наслідувати економічний шлях розвинених країн, то якість життя не покращиться, а протиріччя збільшаться. Проблеми виникають набагато швидше, ніж вирішуються, що створює небезпеку переходу до індустріального розвитку.

5. Збільшення споживання енергії на душу населення в економічно розвинених країнах підвищує витрати на підтримку стабільності в суспільстві.

6. Довгострокове співробітництво для всіх вигідніше, ніж політика конкуренції та протистояння.

7. Усі рішення повинні прийматися в контексті глобального підходу. Дії, спрямовані на виконання лише вузьконаціональних завдань, не продуктивні, тому що народи, країни й навколишнє середовище тісно пов'язані, тому міжнародне співробітництво є об'єктивною необхідністю.

8. Майбутнє глобальної структури залежить від того, як скоро зміняться небажані тенденції розвитку. Якщо це здійсниться в найближчі два-три десятиліття, то результат буде ефективнішим і менш дорогим.

Відношення темпів розвитку суспільства та його вплив на навколишнє середовище в минулому, теперішньому і можливі сценарії майбутнього показані на *рис. 33*.

Побудова стабільного гармонійного суспільства вимагає перебудови споживчого мислення та компетентного керівництва.

Еволюція екологічного світогляду призвела до утвердження концепції збалансованого розвитку економіки без порушення екологічних інтересів суспільства.

Оцінюючи значення доповідей Римського клубу й розроблених моделей майбутнього світу, можна відзначити, що завдяки їм зросла міжнародна проінформованість про глобальний характер екологічних проблем, зроблено перехід від описового стану до пошуків практичних підходів вирішення проблем. Прийшло, нарешті, розуміння того, що співробітництво вигідніше

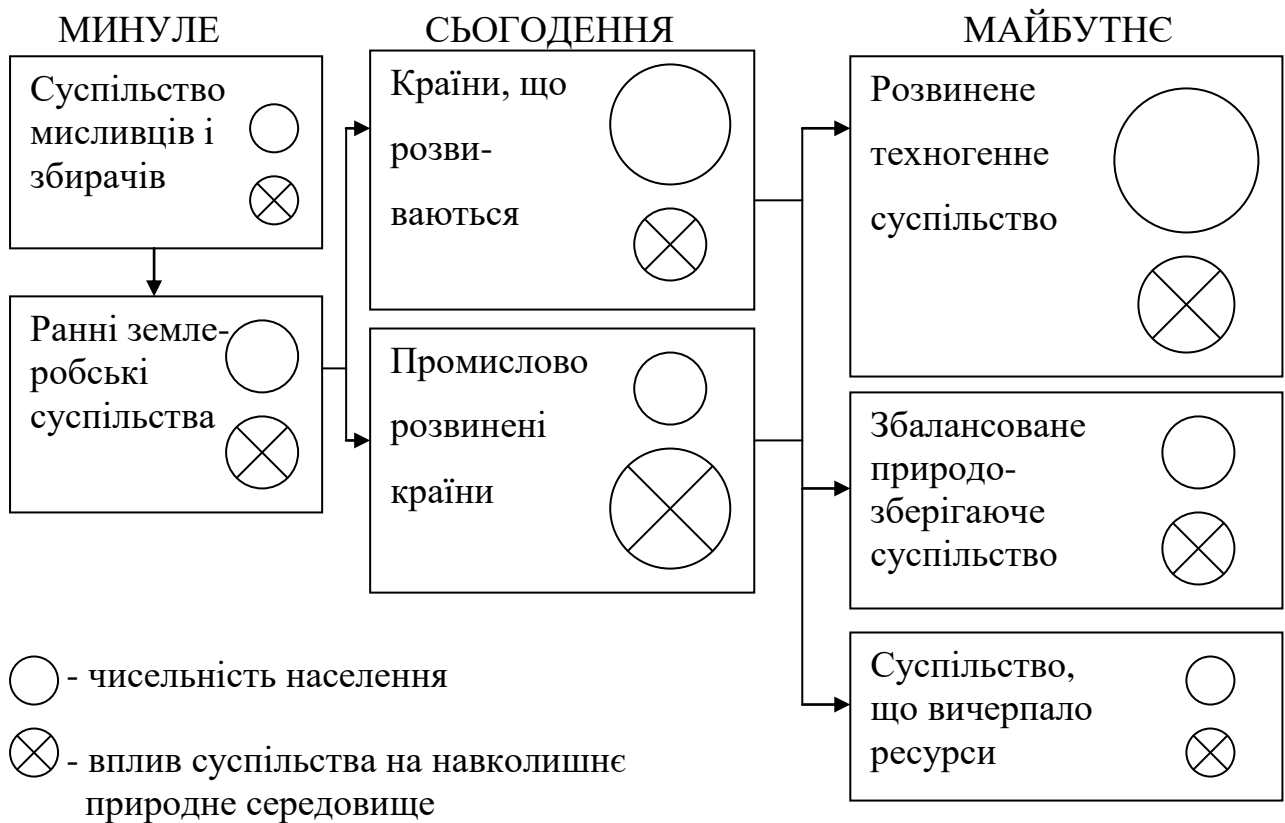


Рис. 33. Взаємозалежність розвитку суспільства та його вплив на довкілля у минулому, сьогоденні й в майбутньому

ніж конкуренція, однак ніхто ще не знає, як особистий інтерес співвіднести з рішенням глобальних проблем.

## 5.2. “Порядок денний на XXI століття” – документ Всесвітньої конференції ООН у Ріо-де-Жанейро 1992 р. та Національні Плани дій.

До кінця XX сторіччя світ переконався, що на подальший розвиток економіки неможливо розраховувати без охорони навколишнього природного середовища. У той же час не можна зберегти навколишнє середовище, не розвиваючи економіку. Взаємозалежність екології й економіки є основою нової екологічної політики. Для затвердження її концепції у червні 1992 р. була скликана Міжнародна конференція ООН у Ріо-де-Жанейро на рівні глав держав й урядів, що так і називалася: “Навколишнє середовище й розвиток” (НСР), у якій взяли участь 179 країн. Генеральним секретарем конференції був Моріс Стронг (Канада). На Конференції було сформовано такі основоположні ідеї: 1) стан середовища безпосередньо впливає на якість життя; 2) якість навколишнього середовища є пріоритетною виробничою і споживчою вартістю; 3) нова екологічна політика передбачає практичну реалізацію прав людини на достойне життя, прав майбутніх поколінь на користування природними ресурсами для підтримання власного добробуту, розвитку культури і духовності; 4) необхідність використання додаткових показників: рівня забезпеченості окремими видами природних ресурсів у розрахунку на душу населення, забруднення на одиницю території, екологічної ємності

території і квот природокористування, витрат на використання і відновлення природних ресурсів, показників якості життя тощо.

Сталий (збалансований) розвиток був тим прапором, під яким проходила конференція НСР. Цей термін почав широко вживатися після доповіді Гру Харлем Брундтланд у 1987 р. Всесвітній Комісії ООН по навколишньому середовищу й розвитку, яка контекстувала необхідність пошуку нової моделі поступу цивілізації, визначивши її як сталий розвиток – sustainable development. Модель припускає прогрес і рух уперед, при якому задоволення потреб нинішнього покоління повинне відбуватися без позбавлення такої можливості для майбутніх поколінь. Досягнення мети може бути забезпечене балансом вирішення соціально-економічних й екологічних завдань.

Збалансований розвиток передбачає:

- 1) право людей на здорове й плідне життя в гармонії із Природою;
- 2) охорону навколишнього середовища – невід’ємну частину процесу розвитку;
- 3) задоволення потреб у сприятливому навколишньому середовищі як нинішнього, так і майбутніх поколінь;
- 4) зменшення розриву в рівнях життя народів світу, між бідними та багатими в кожній країні;
- 5) удосконалення природоохоронного законодавства;
- 6) зупинення виробництв, обмеження споживання, несприятливих для збалансованого розвитку;
- 7) попередження й запобігання довгострокових екологічних проблем;
- 8) підвищення освітнього рівня населення;
- 9) виховання екологічного світогляду.

Робочий комітет Конференції заслухав виступи міністрів екології, глав держав й урядів різних країн. У рамках комітету було створено 8 контактних груп із таких проблем:

- 1) фінансові ресурси;
- 2) передача технологій;
- 3) забруднення атмосфери й зміна клімату;
- 4) біорізновиди й біотехнології;
- 5) ресурси прісної води;
- 6) правові інструменти;
- 7) інституціональні заходи;
- 8) захист лісів.

Виступаючи на відкритті Конференції, Генеральний секретар ООН Бутрос Галі сказав: “Ніколи в історії від того, що ви робите або не робите, так багато не залежало для вас самих, для ваших дітей, для ваших онуків, для життя взагалі у всьому різноманітті її форм”. У виступі інших учасників підкреслювалося наступне:

1. Необхідність і моральний обов’язок створення нової глобальної моделі розвитку, у якій благополуччя всіх і збереження навколишнього середовища були б синонімами.

2. Неможливість забезпечення екологічної безпеки планети в соціально несправедливому світі.

3. Основними проблемами є: а) перевиробництво й надспоживання в розвинених країнах, які підривають природні системи життєзабезпечення на Землі; б) вибухонебезпечне збільшення населення в країнах, що розвиваються; в) посилення нерівності між багатими та бідними.

4. Неприпустимість необмеженого росту економіки, який не можна розглядати як прогрес. Населення економічно нерозвинутих країн становить 3/4 жителів планети, а споживають вони лише 1/3 економічних благ. Це створює дисбаланс, екологічну й економічну нестабільність, що однаково загрожує як заможним, так і бідним країнам.

Розвиток людського суспільства досяг межі, за якою неминуха зміна політики. Наприклад, скороченням гонки озброєнь може визволити засоби для фінансування загальної колективної безпеки – безпеки екологічної. Кожен вироблений пістолет, спущений на воду військовий корабель, кожна запущена ракета означають крадіжку у тих, хто голодний. Мілітаризований світ не просто витрачає гроші, він витрачає піт робітників, геніїв, надії дітей. “Ми просто змушені здійснити після сільськогосподарської й промислової революції революцію переходу до сталого розвитку”, – сказала Гру Харлем Брундтланд.

Незважаючи на розуміння того, що багато проблем носять загально-планетарний характер, у кожній країні є свої національні інтереси, поступатися якими важко навіть в умовах глобальної кризи. Так, під час обговорення конвенцій про клімат і біорозмаїття представники США зайняли особливу позицію, тому що пропонувані рішення суперечили економічним інтересам їхньої країни. Наприклад, у питаннях скорочення викидів парникових газів вони консолідувалися з нафтовидобувними арабськими країнами, а не із країнами ЄС. Президент Дж. Буш у березні 2001 р. офіційно оголосив про вихід США з Кіотського протоколу (1997 р.), тобто відмовився від зобов'язань щодо зниження викидів парникових газів. Стосовно Конвенції по збереженню біотичного розмаїття США виявилися в опозиції до усього світу, тому що наполягали на комерційній передачі біотехнологій економічно слабким державам. Корінь протиріч виявився в зосередженості генетичних ресурсів у тропічних країнах, які розвиваються, а біотехнології, на основі цих ресурсів і прибуток від них – у економічно розвинених країнах.

Але попри розбіжності були прийняті три погоджених основних документи, що мають історичне значення:

- Декларацію РІО по навколишньому середовищу та розвитку;
- Заяву про принципи глобального консенсусу (лат. consensus – “згода”) у керуванні, збереженні та сталому розвитку всіх видів лісів;
- Порядок денний на ХХІ століття, або Agenda 21.

Паралельно були підготовлені Рамкова конвенція про зміну клімату й Конвенція про біологічне розмаїття.

Декларація й Заява про принципи глобального консенсусу проголосили зобов'язання держав із основних принципів досягнення сталого розвитку. Вони містять 27 рекомендаційних положень, що розкривають сутність і мету рухів до сталого розвитку; необхідність узгодження національних і загальнолюдських

інтересів, роль держави й різних верств населення тощо.

Відзначено, що країни несуть загальну, але не однакову відповідальність за деградацію природного середовища, тобто фінансові борги країн, що розвиваються, повинні бути співвіднесені зі збитками, нанесеними планеті економічно розвиненими країнами. Підкреслювалася необхідність широкого міжнародного співробітництва в галузі науки, використання результатів наукових досліджень і поширення нових технологій.

У документах закладено важливий принцип попередження на стадії прийняття рішень. Реалізація цього принципу складна, але необхідна. Економічна й політична ціна прийняття великих рішень при нинішніх масштабах людської діяльності дуже велика, а приймати їх доводиться частіше в умовах невизначеності. Наприклад, ще не до кінця відомі причини й тенденції зміни клімату та руйнування озонового шару, а будь-який експертний висновок не може бути абсолютно надійним. Потенційна загроза така велика, що ігнорувати її та не вживати превентивних мір неприпустимо.

Не можна, однак, не бачити небезпеки принципу попередження, який може бути використаний для прийняття волюнтаристичних рішень. Відомий польський письменник Станіслав Лем, оцінюючи складність ситуації, зробив важливий висновок про те, що повинні істотно змінюватися вимоги до лідерів: “Необхідність вибору між цивілізацією як глобальним проявом знавців-експертів і цивілізацією лідерів, які всі демагогічно обіцяють, а на ділі не здатних дати нічого, буде більш гострою”. Лідери повинні вміти діяти в умовах невизначеності.

Загальна тенденція помітна сьогодні всюди: зростаючу складність державних, соціальних, технічних й екологічних проблем супроводжує зниження рівня компетентності чиновників, що приймають рішення.

Тим часом, у Декларації підкреслена необхідність переведення дій із охорони навколишнього середовища й реалізації концепції сталого розвитку в ранг державної й міждержавної політики, з якою всі країни повинні зв'язати свої економічні й політичні рішення. Але головним стратегічним програмним документом стала “Agenda 21”.

“Порядок денний на ХХІ століття” – документ, якому були присвячені основні зусилля Конференції. Це суперпрограма, орієнтована на підготовку світового співтовариства до вирішення проблем, з якими цивілізація зіштовхнулася на порозі ХХІ ст. Вона констатує, що людство переживає вирішальний момент в історії: протиріччя між рівнем розвитку цивілізації й Природою досягли межі.

Документ, обсягом біля 500 сторінок, має 4 розділи, що включають 40 глав.

Перший розділ розглядає соціальні й економічні аспекти. До нього включені глави, присвячені боротьбі з бідністю, зміні структури споживання, динаміці росту населення, охороні здоров'я людини тощо.

Другий розділ стосується збереження й раціонального використання ресурсів. У ньому висвітлюються проблеми захисту атмосфери, уразливих гірських районів; використання земельних ресурсів, боротьба з вирубкою лісу, збільшенням пустель та посухи; ведення сільського господарства; збереження біологічного розмаїття, безпечного використання біотехнологій; захисту всіх



видів морів й їхніх живих ресурсів; збереження якості прісної води; запобігання незаконної обробки токсичних і небезпечних продуктів; видалення радіоактивних й інших небезпечних відходів; очищення стічних вод.

Третій розділ містить пропозиції з посилення ролі основних груп населення в реалізації програмних цілей XXI століття. Підкреслено, що ефективне здійснення всіх програм буде залежати від активної участі в них жінок, молоді, дітей, корінних народів, неурядових організацій, профспілок, ділових людей, фермерів, учених.

Четвертий розділ пропонує засоби здійснення програм: фінансові ресурси й механізми; розвиток екобезпечних технологій; розвиток науки; освіта населення й підготовка кадрів; допомога країнам, що розвиваються; міжнародні організаційні механізми й правові документи, інформаційні системи.

Збалансований розвиток в остаточному підсумку повинен привести до перемоги розуму у взаєминах Людини та Природи. Діяльність інформованих індивідуумів і колективів, заснована на реалістичній надії, екологічному розумінні й прагненні стати частиною Природи, а не панувати над нею, дає людству шанс на перехід до гармонійного земного співтовариства.

**Збалансований розвиток цивілізації** — це такий розвиток суспільства, при якому задоволення потреб у природних ресурсах теперішніх поколінь не повинно ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби, коли будуть узгоджені екологічні, економічні та соціальні складові розвитку, коли техногенне навантаження не буде перевищувати можливостей природного довкілля до самовідновлення, а суспільство усвідомить перевагу екологічних пріоритетів над іншими.

Основою збалансованого розвитку є паритетність відносин у триаді *людина – господарство – природа*. Збалансований розвиток узагальнює в собі процес виживання і відтворення генофонду нації, активізацію ролі кожної окремої людини в суспільстві, забезпечення її прав і свобод, збереження навколишнього природного середовища, формування умов для відновлення біосфери та її локальних екосистем, орієнтацію на зниження рівня антропогенного впливу на природне середовище й *гармонізацію розвитку людини в природі*.

**Концепція (стратегія) сталого (збалансованого) розвитку**, у свою чергу, базується на декількох науково обґрунтованих ідеях, а саме:

- *ідея коеволуції* (тобто, розумного співіснування біо- і техносфери);
- *ідея планетарного* (а не містечкового) *підходу* до вирішення земних соціально-економічних та екологічних проблем;
- *ідея необхідності самообмежень*, підказаних екологічними законами, розумом, совістю, культурою і вихованням;
- *ідея оптимального використання природних ресурсів* на основі ресурсо-енергозберігаючих, маловідходних, маловитратних та замкнутих технологій;
- *ідея тотальної екологізації життя*, переходу від сервотехнологій (шкідливих і небезпечних для довкілля) до *екотехнологій*.

Збалансований розвиток визначено ООН як основний напрям розвитку людської цивілізації на XXI століття. Альтернативи йому немає, бо інший шлях призведе до всесвітньої екологічної катастрофи. При цьому

загальнолюдські цінності (демократія, права людини, рівність, справедливість, добробут) залишаються незмінними.

Перехід до збалансованого розвитку на глобальному рівні можливий лише за умов збереження необхідної якості навколишнього середовища, ліквідації та недопущення міжнаціональних, конфесійних, збройних та інших міжрегіональних конфліктів, тероризму на будь-якій основі, ліквідації бідності, рівноправності жінок і зацікавленого виконання на національному, регіональному та місцевому рівнях всіх основних вимог цього розвитку.

Стабільність суспільного буття полягає, насамперед, у прогнозуванні поведінки суспільства в цілому та визначальних сфер його функціонування як реакції на глобальні світові процеси, так і на внутрішньодержавне життя. Сигнальні маяки стабільності чи тривоги закладаються в прогностичних документах – концепціях, а далі конкретизуються в програмах.

Перша конференція з цього питання відбулася у Парижі 1968 року. В 1968 році ще жодна країна не була організована ні у політичному, ні в адміністративному відношенні для розгляду проблем навколишнього середовища. Рішення, які торкалися взаємин між людиною й Природою, приймалися, виходячи з інших міркувань, таких як охорона здоров'я, економічна політика, туризм, національна безпека або збереження культурної спадщини.

Наступна конференція відбулася у Стокгольмі 1972 року, яка звела разом промислово розвинені країни й ті, що розвиваються, у визначенні прав роду людського на життєздатне й продуктивне навколишнє середовище. Вона підняла питання про регулювання використання природних ресурсів, про ідентифікацію й контроль за найважливішими видами забруднень, про міжнародне співробітництво з проблем навколишнього середовища.

Підсумки конференції:

1. Пропозиція про визнання в якості основного правового принципу права людини на сприятливе навколишнє середовище.

2. Проголошення обов'язку урядів зберігати й поліпшувати навколишнє середовище для нинішнього й майбутнього поколінь.

3. Створення програми ООН по Навколишньому Середовищу (ЮНЕП).

Стокгольмська конференція дала поштовх вивченню навколишнього середовища на національному й міжнародному рівнях, сприяла формуванню правових норм і законодавчих ініціатив, процесу пошуку ресурсозберігаючих технологій, прискорила виникнення міжнародних форм співробітництва із захисту навколишнього середовища. Вона стала основою нових, більш широких міжнародних дій із захисту навколишнього середовища й розвитку.

У 1975 р. у Гельсінкі відбулася Нарада з безпеки і співробітництва в Європі, в результаті якої було створено ОБСЄ.

Місто вічного свята і танцю стало місцем проведення наступної конференції в Ріо-де-Жанейро (червень 1992 р.) – Конференція ООН із навколишнього середовища та розвитку. Найбільшим досягненням цієї конференції був сам процес, визнання того факту, що проблеми навколишнього середовища й розвитку не можуть більше розглядатися окремо. Тут вперше була сформульована концепція Сталого розвитку.

В 1997 р. в Японії на Всесвітній кліматологічній конференції був прийнятий “Кіотський протокол”, в якому промислово розвинені країни зафіксували згоду знизити обсяги викидів шкідливих для клімату парникових газів. У 2002 р. Протокол набув чинності як міжнародно-правовий документ (відповідно до норм міжнародного права). Спірною темою стала торгівля квотами на викиди. Використовуючи таку торгівлю, країни з більшими обсягами викидів парникових газів могли б купувати у країн з невеликою емісією газів різницю між реальними й “припустимими” обсягами викидів.

У Кіотському протоколі залишилося відкритим питання про те, у яких областях і якими методами повинно бути забезпечене досягнення поставлених цілей зі зниження викидів, що повинно було обговорюватися і знайти своє рішення в рамках Гаазької конференції, яка відбулася невдовзі після підписання Кіотського протоколу 13-24 листопада в Гаазі (Нідерланди). У ній брало участь близько 10 000 представників з більше ніж 180 держав світу. Основне спірне питання Гаазької конференції полягало у тому, чи можна компенсувати хоча б частину погодженого зниження обсягу викидів вуглекислого газу за рахунок лісорозведення та сільськогосподарської обробки землі. На жаль, Всесвітня кліматологічна конференція у Гаазі потерпіла фіаско, а причину відверто сформулював коментатор однієї із провідних німецьких газет: “Всесвітня кліматологічна конференція провалилася тому, що це було вигідно США – винуватцям глобального потепління клімату, оскільки вони не готові міняти свій стиль життя”. Проте пошук рішень проблем, які піднімалися у Гаазі, планувалося продовжити у ході другого етапу конференції, що мав відбутися у Бонні.

Конференція у Бонні проходила 16-27 липня 2001 року. Державам уперше вдалося прийти до згоди відносно зобов’язань, спрямованих на запобігання подальших кліматичних змін на планеті, у зв’язку з чим глобалізація набула екологічного виміру.

Всесвітній Самміт в Йоганнесбурзі відбувся з 26 серпня до 4 вересня 2002 року. Це була зустріч на вищому рівні глав держав, керівників неурядових організацій і представників ділових кіл із питань сталого (збалансованого) розвитку суспільства, збереження природних ресурсів і навколишнього середовища, забезпечення економічного й соціального поступу в руслі екологічного імперативу. Вона заклала фундамент і підготувала ґрунт для практичних дій. На самміті було визнано погіршення стану навколишнього природного середовища. Збалансований розвиток неможливо забезпечити в окремо взятій країні; для цього необхідні зусилля всіх країн та системи угод для практичної роботи, взаємоповага, тісна кооперація, формування міжнародної системи фінансової підтримки.

Конференція у Вільнюсі була проведена 17-18 березня 2005 року за участі представників міністерств охорони навколишнього природного середовища та освіти країн регіону Європейської економічної комісії ООН.

“Освіта в інтересах збалансованого сталого розвитку є інвестицією в наше майбутнє... кожна відповідальна країна повинна гарантувати, що все можливе робиться для її розвитку” (Всесвітній Самміт зі сталого розвитку: План

виконання (Йоганнесбург, 2002 р.).

У ході конференції відбулося обговорення та прийняття підсумкового документу “Вільнюські рамки здійснення Стратегії ЄЕК ООН з освіти в інтересах збалансованого (сталого) розвитку”. Учасники обговорили шляхи впровадження Стратегії, позитивні приклади діяльності в регіоні, роль країн Європейської економічної комісії ООН у впровадженні ідей освіти в інтересах збалансованого (сталого) розвитку у світову практику. Прийняттям Стратегії міністри відкрили Декаду ООН з освіти в інтересах збалансованого (сталого) розвитку держав, починаючи з 1 січня 2005 р.

### **Стратегія збалансованого розвитку України**

Україна має значний геополітичний потенціал: сприятливі кліматичні, зокрема агрокліматичні, умови, вигідне географічне положення, достатні природні ресурси, високий рівень освіти і кваліфікації громадян, вагому культурно-історичну спадщину.

Актуальність впровадження Стратегії збалансованого розвитку в Україні обумовлена необхідністю стабілізації техногенного навантаження на навколишнє природне середовище та розв'язання комплексу екологічних проблем в умовах соціально-економічного зростання.

Стратегія збалансованого розвитку України є програмним документом довгострокової дії, який ґрунтується на сучасних міжнародних принципах співіснування людства і довкілля і в якому визначається мета, завдання та пріоритетні напрями поступального розвитку українського суспільства на шляху забезпечення збалансованості економічних, соціальних та екологічних чинників. Збалансований розвиток держави та її національна безпека можливі лише за умови збереження природних екосистем і підтримки відповідної якості навколишнього природного середовища. Для цього необхідно формувати й послідовно реалізувати єдину економічно виважену та соціально відповідальну державну політику в галузі екології, спрямовану на раціональне використання природних ресурсів.

Стратегічною метою збалансованого розвитку України є досягнення збалансованості співіснування природного середовища, держави і суспільства на основі демократичної, толерантної, плюралістичної та екологічно орієнтованої соціально-економічної політики, відкритої динамічно-інтегрованої в глобальні процеси економіки, забезпечення національної безпеки держави, гармонійних суспільних відносин та рівноправного міжнародного співробітництва.

#### ***Стратегічні завдання збалансованого розвитку***

*У сфері збалансованого розвитку економіки:*

забезпечення переходу економіки на інноваційну модель розвитку;  
структурна перебудова економіки шляхом прискорення розвитку високотехнологічних галузей;

створення конкурентоспроможної, соціально орієнтованої ринкової моделі економіки;

впровадження сталих економічних механізмів природокористування та імплементація екологічної складової в систему національних рахунків;

підвищення ефективності інвестиційних процесів, у тому числі у сфері відновлення природного капіталу;

стимулювання впровадження екологічно безпечних, енергетично ефективних та ресурсозберігаючих технологій;

розвиток технологій замкнутого циклу і технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів;

підтримка екологічно ефективного виробництва енергії, включаючи використання нетрадиційних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів;

розвиток екологічно безпечних видів транспорту і транспортних комунікацій, створення альтернативних видів палива у т. ч. неуглеводневого.

*У сфері забезпечення соціальної справедливості:*

зниження рівня майнового розшарування населення, подолання бідності;

зниження рівня безробіття населення і забезпечення продуктивної зайнятості;

збереження і зміцнення демографічного та трудового ресурсного потенціалу країни; стабілізація демографічної структури суспільства;

зміцнення фізичного здоров'я нації;

оптимізація соціальної структури суспільства; встановлення гарантій забезпечення рівних можливостей для досягнення матеріального, екологічного і соціального благополуччя;

розвиток системи екологічної освіти, просвіти та поширення інформації з питань збалансованого розвитку.

*У сфері суспільних відносин:*

створення дієвих механізмів захисту конституційних прав і свобод людини;

формування громадянського суспільства, забезпечення у ньому політичної стабільності та взаєморозуміння;

розвиток духовності, культури, моральних засад, інтелектуального потенціалу українського народу.

*У сфері раціонального використання природно-ресурсного потенціалу:*

сприяння забезпеченню збалансованого стану навколишнього природного середовища країни та розвитку окремих регіонів;

економічно та екологічно обґрунтоване використання невідновлюваних та ефективно відтворення відновлюваних природних ресурсів;

мінімізація шкоди, яка завдається довікллю під час видобутку корисних копалин; рекультивація земель, порушених у процесі розробки родовищ корисних копалин;

формування екомережі, збереження та відтворення біорізноманіття;

розвиток "екологічно чистих" сільськогосподарських технологій, збереження та відтворення природної родючості ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;

удосконалення ринкових механізмів регулювання у сфері природокористування;

вжиття заходів щодо запобігання та припинення всіх видів незаконного використання природних ресурсів, у тому числі браконьєрства.

*У міждержавних стосунках:*

проведення активної міжнародної екологічної політики;  
поглиблення інтеграції в європейську та світову економічні системи, активізація участі у міжнародних організаціях, в тому числі і екологічних.

Сталий, збалансований, природоузгоджений, природопідтримуючий, коеволюційний, екобезпечний, гармонійний розвиток – одне з найважливіших питань сьогодення, яке є актуальним і вимагає якнайшвидшого вирішення. Стан природного середовища – це характеристика якості життя суспільства XXI століття, науково-технічного та економічного розвитку держав світу та кожної окремо, випробовування цивілізаційного потенціалу свідомості, етики, культури.

### **5.3 Екологізація свідомості та екологічна освіта для збалансованого (сталого) розвитку суспільства.**

*Невирішуваних проблем немає.*

*Пройти небезпечну ділянку шляху в майбутнє  
допоможе світло екологічних знань,  
активність, праця та високий професіоналізм.*

М. Реймерс

В умовах сьогодення гостро постали перед людством екологічні проблеми: забруднення ґрунтів, повітря, водою токсичними відходами, вимирання десятків видів рослин, тварин, озонові діри, збереження генофонду. Головною причиною усіх негараздів Природи БУЛА І Є ЛЮДИНА. Не усвідомлюючи свого місця у навколишньому природному середовищі вона шкодить насамперед собі, своїм нащадкам. Ось чому перед суспільством стоїть завдання екологічної освіти та виховання дорослого населення, молоді, враховуючи морально-психологічні особливості підростаючого покоління. Більшість політиків, освітян, науковців дійшли згоди, що однією із складових збалансованого розвитку має стати культура, духовність загалом і зокрема екологічна культура. Зміни у ставленні до Природи, у поведінці в довіллі людини, суспільства – це передумова зміни моделей споживання і життєдіяльності, виробництва. Відсутність духовності, екологічної культури – чи не найважливіший чинник, який стримує перехід до збалансованого розвитку і вирішення найгостріших екологічних проблем людства, цивілізації. Все що сталося з Природою в Україні – наслідок порушення тоталітарним режимом національних екологічних традицій, національної екологічної культури. Зараз проблема полягає в об'єктивній необхідності відтворення цих національних традицій, якій протистоїть суб'єктивна агресивна споживацька психологія і ставлення до Природи значно меншої, але можливої частини українського суспільства, а також деяких політиків. Курс на відокремлення бізнесу від влади, має сприяти відродженню національних екологічних традицій, екологічної культури і духовності, основою якої є екологічна свідомість.

Екологічна свідомість — це засіб відображення та оцінки природних,

соціальних і інших явищ і законів функціонування системи “суспільство-Природа”, предметом якої є взаємозв’язки між природним середовищем і суспільством, докільям і окремими індивідами. Екологічній свідомості притаманні всі ознаки свідомої діяльності людини з тією лише різницею, що вона наповнена екологічним змістом.

Донедавна у світі і в нашій країні формувалась екологічна свідомість антропоцентричного типу з системою уявлень про Природу, в якій вищу цінність являє людина, а Природа виконує допоміжну функцію. До яких екологічних наслідків це призвело, ми знаємо. Тому на цьому етапі розвитку суспільства постає потреба у формуванні екологічної свідомості екоцентричного типу, тобто іншої системи уявлень про навколишній світ, у якій домінує гармонійний розвиток людини та Природи, і швидше людина є елементом Природи.

Свідомість прийнято визначати як найвищу форму загальної властивості матерії – відображення. Вона полягає в узагальненому, оціночному та цілеспрямованому відображенні дійсності, в її конструктивно-творчому перетворенні, в раціональному регулюванні та самоконтролі людської діяльності. Серед основних властивостей свідомості виділяють її предметність та універсальність. Предметність свідомості полягає в тому, що в ній відображається не світ взагалі в усій його багатоманітності, а лише певні предмети, їх властивості чи окремі сторони, які включаються в практичну діяльність людини. У свою чергу універсальність свідомості є головною передумовою розв’язання конфлікту між людиною і Природою у спільних інтересах.

Феномен екологічного знання виникає як результат зростаючої потреби суспільства змінювати природне середовище з метою збереження та розвитку органічної єдності між суспільством і Природою. Головною специфікою екологічних знань є їх нормативний характер, оскільки в рамках екологічної свідомості відбувається не лише відображення взаємовідносин суспільства та оточуючого природного середовища, а й формуються певні норми раціонального природокористування при збереженні основних функціональних характеристик біосфери. Суттєвою рисою екологічних знань є те, що вони відображають не лише існуюче, а й показують необхідне, тобто спрямовані в майбутнє, даючи певну орієнтацію практичній діяльності людей у використанні ресурсів Природи для розвитку суспільства. Таким чином, вони сприяють формуванню прогностичного аспекту екологічної свідомості, надзвичайно важливого в сучасних умовах.

Екологічна свідомість як специфічна, самостійна форма суспільної свідомості виникла лише у ХХ ст. як наслідок відображення загрози глобальної екологічної катастрофи та наростання кризових явищ у взаємовідносинах суспільства та Природи. Вона формується на основі пізнання законів, що забезпечують цілісність природного середовища, та обумовлюють людську діяльність, спрямовану на збереження та покращання людського існування і стану Природи. В той же час можна говорити про існування екологічної свідомості й на більш ранніх етапах розвитку людського суспільства. З одного боку, екологічна свідомість зароджується в результаті усвідомлення екологічно

відшліфованих відносин рослин, тварин із абіотичним і біотичним середовищем, біотичних колообігів речовини та енергії, а з іншого – вона фіксує гостру екологічну ситуацію, яка виникла через зростаючу господарчу діяльність людини.

Становлення екологічної свідомості у наш час, на думку вчених, йде за чотирма напрямками:

- науковим, що виражається в прагненні реалізувати на практиці теоретичні та практичні знання про існуючі у ПРИРОДІ зв'язки, про можливість уникнути їх порушення в ході виробничої діяльності людини;
- економічним – проявляється в усвідомленні економічної невідповідності виробничої діяльності, яка руйнує оточуюче людину природне середовище;
- культурним – проявляється в прагненні зберегти природне середовище як елемент культурного середовища людини;
- політичним – знаходить вияв у прагненні людей створювати умо-ви існування, що відповідають статусу людини – людини розумної.

Формування екологічної свідомості – це процес пізнання законів системної цілісності Природи та законів, які визначають взаємодію суспільства та Природи і повинні враховуватися на шляху суспільного розвитку та глобального управління природними компонентами. Екологічна свідомість має ряд особливостей, що обумовлюють специфіку її функціонування в загальній структурі суспільної свідомості. До них належать такі особливості:

1) екологічно мисляча людина повинна демонструвати вміння не лише усвідомлювати взаємозв'язки окремих явищ Природи та наслідків людської природоперетворюючої діяльності, а й прослідковувати, в якому взаємозв'язку вони знаходяться з іншими явищами більш широкої системи, ніж та, що безпосередньо розглядається (комплексний характер – враховує особливості об'єкта відображення);

2) вміння охоплювати об'єкт відображення та пізнання в усій його різноякісності, гетерогенності та побачити за цією різноманітністю сутнісну єдність, важливу в екологічному відношенні;

3) здатність бачити не тільки найближчі наслідки змін у Природі, але й наслідки більш віддаленого порядку, бачити не тільки прямі, а й зворотні зв'язки змін, що відбуваються в Природі та суспільстві.

Пізнання Природи завжди виступало одним із важливих засобів її активного перетворення відповідно до багатоманітних потреб людини. Екологічний аспект свідомості повинен був, якоюсь мірою, виконувати протилежну функцію – обмежити втручання людини в природні процеси рамками екологічно допустимих на даному етапі історичного розвитку умов. Це система табу, релігійні норми, звичаї народу. Внаслідок такої особливості екологічна свідомість у своїй завершній формі не могла виникнути стихійно. За своєю суттю вона покликана протистояти прагненню людини до необмеженої експансії Природи та самоствердження себе як істоти соціальної і розумної. Вся попередня історія людства була постійною та напруженою боротьбою за лідерство людини в Природі шляхом “перемог” над нею. Але за кожен таку “перемогу” Природа жорстоко “мстилась”, про що свідчать факти



далекої та близької історії взаємодії суспільства з оточуючим природним середовищем.

Для з'ясування сутності екологічної свідомості розглядають її структуру, яка може бути представлена різними рівнями, зокрема:

1) буденна екологічна свідомість, в якій відображаються щоденне життя людини, її безпосередня взаємодія з довкіллям;

2) теоретична екологічна свідомість – знання про взаємозв'язок суспільства та Природи знаходяться в спеціалізованій, теоретичній формі. Вони повинні бути систематизованими, несуперечливими, логічно узгодженими. Цей рівень свідомості базується на досягненнях соціальної екології.

В екологічній свідомості можна виділити такі форми:

1) *індивідуальна екологічна свідомість*, тобто сукупність уявлень, відчуттів, знань про особливості взаємодії суспільства та Природи, що притаманні окремому індивіду та виражають його унікальність, неповторність.

Індивідуальна екологічна свідомість може мати побутовий і спеціалізований, теоретичний рівень. У індивідуальній екологічній свідомості відбувається переломлення пануючих в суспільстві уявлень про особливості взаємодії з довкіллям через особистий життєвий досвід, знання окремої людини;

2) *суспільна екологічна свідомість* відображає притаманні певному суспільству чи великій соціальній групі (класу, нації, віковій групі тощо) уявлення про особливості взаємовідносин у системі “суспільство–Природа”.

Виділення серед форм суспільної свідомості такої форми, як екологічна свідомість, зумовлюється тими функціями, які вона відіграє в життєдіяльності суспільства:

1) *регулятивна* – забезпечення певних уявних механізмів раціонального управління взаємовідносинами суспільства та Природи;

2) *пізнавальна* – встановлення характеру соціоприродних відносин, причин глобальної екологічної кризи та пошук шляхів для її вирішення в інтересах самої людини та Природи;

3) *нормативна* – розробка на основі пізнаних закономірностей розвитку системи “суспільство–Природа” норм раціональної природо-перетворюючої діяльності;

4) *прогностична* – передбачення можливих негативних впливів наслідків господарчої діяльності та пошук засобів їх мінімізації або цілковитого уникнення;

5) *виховна* – створення ґрунту для формування екологічної культури, екологічної відповідальності та екологічної поведінки окремих індивідумів і суспільства в цілому;

6) *світоглядна* – узгодження цілей економічного та соціального розвитку суспільства з “вимогами” Природи, засвоєння суспільством та індивідумом природоузгодженого, екобезпечного змісту сенсу життя.

Основною функцією екологічної свідомості є забезпечення оптимізації взаємовідносин у системі “суспільство–Природа”, запобігання глобальній екологічній катастрофі, розв'язання проблем глобальної екологічної кризи.

Таким чином, *екологічна свідомість* – це форма суспільної свідомості, яка

знаходиться в стадії формування та включає сукупність ідей, теорій, поглядів, мотивацій, які відображають екологічну сторону суспільного буття, тобто реальну практику відносин між людиною та середовищем, між суспільством і Природою, включаючи комплекс регулятивних принципів і норм поведінки, що спрямовані на досягнення оптимального стану системи “суспільство–Природа”.

Впродовж останніх десяти років в Україні, як і в багатьох інших країнах світу, на державному рівні декларується необхідність екологічного виховання. Цьому сприяли резолюції міжнародних саммітів і конференцій, де зазначалося, що підвищення рівня екологічної освіти є однією з основних і необхідних передумов переходу до побудови суспільства за законами збалансованого розвитку. Що являє собою екологічне виховання, які має рівні та форми, як здійснюється в українському суспільстві?

По-перше, екологічну свідомість формують вихованням. Доведено, що Природа – кращий вихователь. Прості емпіричні дослідження підтверджують цю тезу: люди, які народилися й вирости вдалині від цивілізації (мисливці–аборигени Сибіру, індіанці, малі племена Африки, охоронці кордонів у віддалених заповідниках, сторожі полярних й високогірних станцій, мисливські зимівники, бджолярі–відлюдники тощо) завжди мають на порядок вищу екологічну свідомість. З іншого боку, чим більше відірвана людина від Природи дикої, тим менше ознак екологічної свідомості в неї закладається.

Але й спілкування з Природою дає не завжди позитивний результат. Людські громади, котрі живуть на тлі Природи та в постійній залежності від неї, обирають для себе різні форми природокористування. Землеробство, інтенсивне скотарство, промислове лісокористування формують утилітарне ставлення до Природи як матеріального джерела існування (особливо таке ставлення вкорінюється там, де первинний природний ресурс стає переважно предметом продажу або обміну на інші матеріальні блага). Більш сприятливими для розвитку екологічної свідомості є такі форми, як бджільництво, індивідуальне полювання й рибальство, чабанування. Можна говорити про те, що чим менше громада втручається в природну структуру екосистем, тим більш екологічно свідомими можуть бути її члени. Чому? Тому що для виховання свідомості людині потрібні певні еталони: еталони явищ, еталони ландшафтів і їх компонентів, еталони взаємовідносин між ними, зразки суспільної поведінки. Очевидно, що позитивне ціннісне забарвлення матимуть ті з них, що мають, по-перше, більш гармонійну будову, а по-друге, закладалися в інформаційному просторі свідомості як первинні (з яких починається свідоме розкриття законів життя, Всесвіту).

Постійне споглядання природних явищ, які переважають у “диких екосистемах”, сприяє їх усвідомленню, сприйняттю аж до підсвідомого рівня, що, зрештою, шляхом зворотного зв’язку впливає на формування типів поведінки. Тому важливо, щоб людина виховувалася в середовищі, де панують дикі екосистеми, в оточенні, а точніше “всередині” дикої Природи. Які стереотипи позитивного ставлення до довкілля можуть формуватися у сільського підлітка, коли він зростає в оточенні спотвореного ландшафту: багато десятиріч орані поля

з монокультурами й бур'янами, збиті до “чорного пару” пасовища, порубані ліси й лісосмуги, загачені греблями струмки та річки, сховища пестицидів? Які форми поведінки закарбуються в свідомості, коли нормальними явищами є спалювання стерні й сухостою, засипання сміття у балки і яри, утримання собак на ланцюгу чи їх відстріл? Тоді питання «про дикість Природи та витонченість цивілізації» перефразується “Витонченість Природи та дикість цивілізації” та стає не риторичним.

### **Освіта в інтересах збалансованого розвитку**

Освіта є одним з прав людини. Вона виступає й однією з передумов для досягнення збалансованого розвитку і найважливішим інструментом ефективного управління, обґрунтованого прийняття рішень і розвитку демократії.

Тому збалансований розвиток суспільства слід розуміти як безперервний процес навчання, дослідження проблем і дилем, де правильні відповіді й рішення можуть змінюватися в міру накопичення досвіду. Цілі навчання у рамках *освіти в інтересах збалансованого розвитку (ОЗР)* мають включати розширення знань, розвиток спеціальних навичок, інтелекту, формування життєвої позиції й цінностей.

ОЗР все ще продовжує формуватися як широка і всеосяжна концепція, що охоплює пов'язані між собою екологічні, економічні та соціальні проблеми. Вона розширює концепцію екологічної освіти, яка дедалі більшою мірою орієнтується на широке коло питань розвитку. ОЗР – це процес, що триває протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства до отримання вищої освіти і освіти для дорослих, і виходить за межі формальної освіти.

Важливо підтримувати діяльність у сфері неформальної освіти і навчання у рамках ОЗР, оскільки вона є найважливішим елементом, що доповнює формальну освіту.

*Головні напрями освіти в інтересах збалансованого розвитку* (були визначені у п. 36 Порядку денного на XI сторіччя та розширені у Робочій Програмі Комісії збалансованого розвитку ООН, інших документах):

1. Суспільне розуміння принципів збалансованого розвитку. Освіта в інтересах збалансованого розвитку має головну роль у сприянні обговоренню збалансованого розвитку безпосередньо, еволюції поняття від бачення до практичного застосування у відповідності до культурних та місцевих форм.

2. Першочергове значення освіти. Цей соціальний процес важливий для всіх секторів суспільства: бізнес, сільське господарство, туризм, управління природними багатствами, місцеве самоврядування та засоби масової інформації. Важливість для різних секторів додає великого значення розробці програми та її виконанню.

3. Навчання протягом життя. Суспільство має звикнути до феноменальної зміни норми в навчанні; крім отримання університетського ступеню (приблизно протягом 5 років), необхідно вміти вчитися у постійно. Це є найдорогоціннішим потенціалом для організацій та індивідуумів. Таким чином, якісна освіта протягом життя і навчальні можливості потрібні всім

народам, незалежно від їх способу життя чи обставин. Без доступу до базової освіти, а також вищої освіти, суспільству буде важко розвиватись, неможливо впроваджувати принципи збалансованого розвитку. Ця освіта повинна також відображати місцеву культуру і життєві потреби кожної нації.

4. Освіта в інтересах збалансованого розвитку є необхідною для всіх націй. Реальністю є те, що саме наші високоосвічені країни створюють найбільшу загрозу збалансованого розвитку планети у майбутньому. Переорієнтація існуючих програм освіти у всіх країнах адресована на соціальні, екологічні, економічні знання, кваліфікацію, це також є головним поштовхом освіти в інтересах збалансованого розвитку.

5. Спеціалізовані тренувальні програми. Розробка тренувальних програм для отримання гарантії, що всі сектори суспільства мають кваліфікацію і навички, необхідні для розвитку власного світу на принципах збалансованого розвитку.

#### **5.4. Екологічні проблеми України та внесок українських учених у подолання глобальної екологічної кризи.**

Яке місце посідає Україна в загальній еколого-економічній картині світу? В останні роки було розроблено кілька методів для порівняння стану національного довкілля та довгострокового розвитку національної економіки різних країн. У жодному з цих досліджень Україна не має хоча б посередніх результатів. Так, за Індексом екологічної сталості, розробленим Світовим економічним форумом, Україна посіла 110 місце серед 122 країн.

Журнал “Living Planet Report” за 2002 рік (видається Світовим фондом дикої Природи та застосовує методологію еко-відбитку (eco-footprint) поставив Україну на 111 місце серед 146 промоніторених країн. Комплексна система оцінки, розроблена Робертом Прескотом-Аленом й описана в його книзі “Добробут націй”, поставила Україну на 128 місце серед 180 країн світу. Такий низький рейтинг відображає сумну історію та стан неефективного розвитку України.

Завдяки промисловій базі, освіченому населенню, багатим мінеральним ресурсам наша держава була провідним індустріальним і технологічним центром Радянського Союзу. У 1990 році на наших теренах знаходилось близько 40% радянського військово-промислового комплексу, включно з підприємствами, які виробляли космічні апарати та ракетносії, балістичні ракети, військово-транспортні літаки, авіаносці, інші військові кораблі, танки, обладнання для космічних кораблів і супутників, атомних електростанцій. В Україні знаходились великі металургійні, хімічні, нафтопереробні заводи, а також сотні копалень із видобутку вугілля, залізної, уранової руд та багатьох інших важливих природних ресурсів. Маючи 18% населення Радянського Союзу й займаючи менше 4% його території, Україна у 1990 році виробила близько 30% промислової і 1/4 сільськогосподарської продукції. Такий рівень економіки ґрунтувався на екстенсивній експлуатації природних ресурсів ціною величезного забруднення довкілля, в якому радіоактивне забруднення значної території було лише відомим прикладом після Чорнобильської катастрофи.

Здобувши незалежність у 1991 р. Україна успадкувала деградууючу, надмірно

централізовану економіку, переобтяжену важкою промисловістю, скуту застарілими технологіями, не готовою до шоків і потрясінь, які чекали попереду. Так неефективне використання енергії виявилось надзвичайною проблемою після того, як у 1992-1993 роках Росія підняла ціни на енергоносії до рівня світових. Ще одним потрясінням стало прискорене входження колись закритої національної економіки до глобальної економічної системи. Крім того, після 70 років комуністичного режиму українська структура державного управління була в стані колапсу: ключові суспільні інститути (Комуністична партія, органи влади) були ліквідовані або дискредитовані, а нові не були розвинуті. Водночас спосіб мислення більшості людей фактично залишався старим і продовжував базуватися на застарілих міфах, стереотипах, ментальних настановах індустріального суспільства.

**Економіка.** Протягом 90-х років ХХ ст. ВВП України впав майже на 60%, реальний дохід на душу населення – більше ніж на половину. Важка промисловість (гірничо-металургійна, паливно-енергетична, хімічна, нафтохімічна) нині складає 58% від економіки країни, порівняно з 23% у 1991 році. Частка машинобудування (включаючи виробництво промислового обладнання, яке сприяє модернізації та удосконаленню виробничих процесів) впала від 37% у 1991 р. до 19% у 1997 р. Хоча частка експорту у ВВП в останні 3 роки була в межах 55-60%, структура експорту суттєво погіршилась: металеві вироби, хімічна продукція, продукти сільського господарства є головними статтями експорту, тоді як експорт високотехнологічної продукції занепав. У 2000 році вироби важкої індустрії в українському експорті перевищили 60 %. На сьогодні в Україні 1 кг умовного палива витрачається для виробництва ВВП на суму 1,8 доларів США, в середньому по Європі ця сума становить 6,4 доларів. В той же час, в енергетиці України відновлювальні джерела енергії становлять всього 0,7%, в Європейському Союзі – 5,7%. Енергоємність національного ВВП перевищує середньосвітове значення у 14,3 рази, а електроємність ВВП вища у 8,8 рази, що зумовлено характером структури промисловості і використанням строї техніки і технологій.

**Соціальні умови.** Тривалість життя в Україні скоротилася до 66,5 років (у Швеції – 80, Німеччині 78,4, Польщі 73,9). Загальна кількість населення щорічно зменшується приблизно на 350 тис. осіб. Падіння рівня особистих доходів і почуття загальної невпевненості в майбутньому позначилися на зменшенні кількості шлюбів і більш пізньому вступі в шлюб, зростанні кількості розлучень, покинутих дітей та абортів. Близько 60% українських сімей мають лише 1 дитину, у 2005 році ця тенденція почала змінюватись на краще: рівень народжуваності почав поступово зростати.

Енергетична цінність раціону п'ятої частини населення України нижча за 2100 ккал, що за визначенням ВООЗ нижче за межу бідності. За даними Держкомстату на 10-15% знизилася споживання біологічно цінних продуктів тваринного походження: м'яса і м'ясопродуктів, молока і молочних продуктів, риби, яєць, овочів і фруктів. Розбалансоване харчування призводить до дефіциту тваринного білка, вітамінів, особливо антиоксидантних (А, Е, С), макро- і мікроелементів (йоду, заліза, кальцію, фтору, селену). Це загрожує

фізичному й інтелектуальному здоров'ю нації та спричиняє різке зростання хронічних неінфекційних захворювань (серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, онкологічних хвороб і хвороб обміну), що набувають епідемічного характеру. Недостатнє білкове харчування спричиняє поширенню соціально зумовлених інфекційних хвороб, таких як туберкульоз. Одноманітне жиро-вуглеводне харчування значної частини населення призводить до збільшення маси тіла, яку мають 30% жінок, 15% чоловіків і 10% дітей. Це прискорює розвиток атеросклерозу, призводить до артеріальної гіпертонії, неінсулінзалежного діабету і онкологічних захворювань. Соціальні наслідки цього явища – це втрата працездатності і рання інвалідність.

На значній території України, яка забруднена радіонуклідами, де проживає близько 15 млн. осіб, у раціонах харчування не вистачає життєво важливих мікроелементів. Це спричиняє порушення ендокринної системи, обміну речовин через що хворіють близько 3,5 млн. людей, з них 0,8 млн. дітей у віці до 14 років, що знижує якість трудового й інтелектуального потенціалу.

Суттєвою є проблема радону. За оцінками міжнародних організацій, радон зумовлює до 45% випадків загальної смертності від раку легенів. Близько 20% житла країни (переважно одноповерхові будівлі) не відповідає вимогам санітарного законодавства щодо цього чинника. Кількість можливих випадків раку легенів від наявності радону в повітрі приміщень на території України становить 8-10 тис. на рік. Прямі збитки для країни внаслідок неучасті померлих осіб у ВВП становлять до 400 млн. грн на рік. Також через неефективність профілактики і низький рівень діагностики рак легенів діагностується на 3-й – 4-й стадіях. Вартість його лікування обходиться державі і пацієнтам до 800 млн. грн на рік.

Одним із небезпечних соціально-екологічних джерел є електромагнітне забруднення (радіо-, телевізійні, радіолокаційні станції, лінії електропередач високої і надвисокої напруги) довкілля. З 1994 р. в Україні з'явилась велика кількість радіостанцій стільникового, супутникового, пейджингового, транкінгового зв'язку (понад 50 тис. об'єктів). Щорічний їх приріст становить понад 7,5 тис. Це сприяє тому, що кожні 10 років рівень “електромагнітного забруднення” довкілля, особливо у великих містах, збільшується у 10-15 разів (найпоширенішими джерелами в населених пунктах є засоби мобільного радіозв'язку). Дослідження науковців свідчать, що електромагнітне випромінювання негативно впливає на нервову, серцево-судинну, ендокринну, імунну системи, сприяє виникненню низки неспецифічних хвороб, серед яких рак головного мозку, молочної залози у жінок, лейкемія у дітей. Взагалі, за даними міжнародного агенства з вивчення раку, до 85% виникнення пухлин у людей пов'язано з впливом чинників довкілля і способом життя.

Понад 60% населення України проживає в зонах акустичного дискомфорту, що негативно впливає на стан здоров'я, знижуючи продуктивність праці.

Основним джерелом ризику для здоров'я населення є внутрішнє середовище житла. Людина в приміщеннях перебуває 80-85% свого неробочого часу. Повітряне середовище закритих приміщень, за даними фахівців ВООЗ, у 2-10 разів забруднене ніж повітря населених місць. У ньому міститься понад 400

хімічних речовин (взагалі у світі синтезовано майже 18 млн. хімічних речовин, з яких застосовують біля 5 тис., гігієнічно регламентується лише 400-500, але більшість ніколи не оцінювали за мутагенною і канцерогенною активністю), аерозолів, бактерій, грибів, пилових кліщів тощо, які призводять до збільшення захворюваності на рак легенів (бенз(а)пірен, формальдегід, оксиди азоту, радон), алергічні захворювання, такі як бронхіальна астма (порох, цвілеві гриби, пилові кліщі), інфаркти міокарда (складові тютюну, монооксид вуглецю), хвороби крові (бензол, толуол, ксилол).

Споживання неякісних харчових продуктів (з умістом антибіотиків, гормонів, пестицидів) призводить до порушень здоров'я, зростання частоти народження дітей з вродженими вадами. Залишається невирішеним питання про біобезпеку, пов'язану з використанням ГМО у виробництві продуктів харчування.

Соціальні, економічні і техногенні причини колективізації, індустріалізації, урбанізації, хімізації сприяли перетворенню природи через її осушення, зрошення, підтоплення, засолення, а також безпосереднє знищення лісів, лук, боліт і степів призвели до катастрофічного екологічного стану природи й соціального населення, одного серед найгірших серед держав Європи. Так, площа природної рослинності на 1 людину є найменшою і становить лише 0,35 га, площа заповідних земель у 2,5 рази менша від середньоєвропейського (в Швейцарії вона становить 18,5%, Німеччині – 24%, Австрії – 25%, площа заповідних земель Європи на 1 людину становить близько 2220 м<sup>2</sup>, в Україні – 570 м<sup>2</sup>), забрудненість атмосфери у 2-4 рази більша, а кількість чистої води на 1 мешканця – у 10 разів менша. Це негативно позначається на здоров'ї та соціальних умовах людей і відповідно на середній тривалості життя, що на 10-12 років менша, ніж в Італії, Греції та інших розвинених країнах.

**Стан довкілля.** Економіка збільшила інтенсивність навантаження на довкілля, оскільки зросла її ресурсозатратність і екологічна шкідливість. Наприклад, вуглецеве навантаження (атмосферні викиди вуглекислого газу на одиницю продукції) знизилося у світі більше ніж на 30% між 1950 і 2009 роками, тоді як в Україні цей показник між 1992 і 2003 роками зріс на 29% і майже у 4 рази перевищив середньо-світовий.

Важливою проблемою України є відсутність повноцінної системи поводження з відходами (як промисловими, так і побутовими), не кажучи про їх утилізацію, рекуперацію, безпечне знешкодження. Кількість відходів вже більше 30 млрд т, що зберігаються на площі 160 тис. га (кількість відходів за 1 рік зростає на 1 млрд т). Головним “виробником” відходів є гірничодобувні і переробні підприємства, які дають 88% всіх відходів. Маса відходів у перерахунку на 1 км<sup>2</sup> території України перевищує аналогічний показник для США у 6 разів і 3 рази для держав Європи. У 109 централізованих складах і 5000 складах сільськогосподарських підприємств зберігається 22 тис. т непридатних пестицидів. За оцінками громадських екологічних організацій їх кількість перевищує у 2 рази. У містах і селищах міського типу України щороку утворюється близько 40 млн м<sup>3</sup> сміття (твердих комунальних відходів), які вивозять на 770 міських звалищ. Більшість з них заповнена на 90% і не

відповідає вимогам екологічної безпеки. У приватному секторі через брак системи збору відходів щорічно утворюється 3,3 тис. несанкціонованих звалищ. Лише 2% побутових відходів знешкоджують на 2 сміттєспалювальних заводах, технологічне обладнання яких не відповідає сучасним вимогам.

Розбалансованість функцій використання природних ресурсів та їх відтворення призвела до широкомасштабних деструктивних процесів, які становлять реальну загрозу для здоров'я людини і розвитку суспільства. Так, сільськогосподарська освоєність земельного фонду України досягла 72% її території, з яких на рілля припадає 56,1%. Для порівняння – у США розораність території становить 19%, Франції і Німеччині – 38%, Італії – 31%. Площа еродованих земель оцінюється в 49% загального фонду сільськогосподарських угідь. Впливу ерозії зазнає 57,5% земель країни (19360,4 тис. га сільгоспугідь держави є дефляційно небезпечними, 13284,2 тис. га – постраждали від водної ерозії, тобто були змиті, зокрема у складі орного фонду налічують 10582,6 тис. га). Щорічно внаслідок ерозії втрачається близько 11 млн т гумусу, 0,5 млн т азоту, 0,4 млн т фосфору і 0,7 млн т калію, а площа еродованих земель збільшується на 80-90 тис. га. Поширеним є підкислення, засолення та осолонцювання ґрунтів (землі з кислими ґрунтами охоплюють 25% рілли; із засоленими ґрунтами – 2,8%, солонцюватими – 5,3% загальної площі орних земель країни). За оцінками фахівців Національного наукового центру “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського”, ґрунти 38% орних земель країни переущільнені (на 37% поверхні ґрунтів можливе виникнення твердої кірки). Зсуви поширені на 0,3% площі території країни, карстоутворення – близько 37,6%, площа підтоплених територій становить 13,4 млн га (12% земель або 32% сільгоспугідь). Велика кількість водосховищ (понад 1100) і ставків (близько 28 тис.), що сумарно містять близько 58 млрд м<sup>3</sup> води (це перевищує місцевий річний стік всіх річок країни), зумовила підвищення рівня підземних вод на значних територіях і зміну їхнього режиму. Через аварію на ЧАЕС забруднено понад 8,4 млн. га земель радіонуклідами, 3,5 млн га лісів, повністю вилучено з лісоексплуатації близько 200 тис. га (внаслідок цього тільки в лісах Полісся щорічно втрачається близько 11 млн м<sup>3</sup> деревини), радіаційне забруднення мають 3,5 млн. га орних угідь. Взагалі в Україні вже немає незабруднених ґрунтів. У легкому ступені деградації перебуває 38%, помірного – 46%, сильного – 15%, крайньому – 1% ґрунтів. Проте земельний фонд України (близько 650 видів ґрунтів) вирізняється високими біопродуктивними властивостями. На думку вчених, за умов оптимального землекористування й відповідного рівня культури землеробства держава у змозі прогодувати 300-320 млн осіб. Загальна площа земель, зайнята відвалами, шламонакопичувачами, териконами, смітниками становить понад 160 тис. га. На 1 людину припадає 400 т відходів. Щорічно в Україні утворюється 35 млн м<sup>3</sup> побутових відходів. Лише у золовідвалах ТЕС накопичено понад 390 млн т золи і шлаків, а ступінь їхнього використання не перевищує 16%. Теплоенергетика і вугільна промисловість разом утворюють у 2,5 раза більше твердих відходів, ніж металургія. Електроенергетика споживає близько 30% всієї свіжої води



України, а з урахуванням оборотного водопостачання на неї припадає до 50% загального водокористування.

Дуже забруднені поверхневі води України пестицидами, нафтопродуктами, солями важких металів, фенолами, біогенними речовинами. Структура джерел забруднення поверхневих водойм за останні роки така: 60-65% - промисловість, 18-20% - комунальне господарство, 16-20% - сільське господарство, 1% - різні розсіяні джерела забруднення. Постійному забрудненню поверхневих водних об'єктів сприяє низька лісистість водозборів річок, високий рівень розораності агроландшафтів. За розрахунками гідроекологів 88% досліджених річок (і їх басейнів) України мають екологічний стан від “поганого” до “катастрофічного”.

Проблема якості питної води залишається вкрай актуальною і надзвичайно гострою, оскільки за ступенем водозабезпечення Україна посідає одне з останніх місць серед країн Європи, а за водоемністю валового внутрішнього продукту перевищує їх у кілька разів. Незадовільний стан очисних станцій каналізацій призводить до того, що кількість стічних вод на 1 га території в Україні становить 19,6 м<sup>3</sup>, Росії – 6,6 м<sup>3</sup>, Білорусі – 3,9 м<sup>3</sup>. Зношеність водопровідних мереж в окремих регіонах становить від 40 до 70%, що призводить до інтенсивного забруднення питної води збудниками інфекційних (холера, черевний тиф, вірусний гепатит А, дизентерія, сальмонельоз, ротавірусна інфекція) та неінфекційних (захворювання системи травлення, серцево-судинної, ендокринної систем тощо) хвороб.

Дослідження якості питної води свідчить про повсюдне бактеріальне і хімічне забруднення нітратами, пестицидами, міңдобривами. 30% проб питної води, відібраної з джерел децентралізованого водопостачання у 2004 р., не відповідали нормативам за санітарно-хімічними показниками і близько 23% за бактеріологічними показниками. За даними Інституту гігієни та медичної екології НАМНУ, 32% проб дослідженої бутильованої води з різних регіонів України за мікробіологічними показниками не відповідали за якістю гігієнічним нормативам. У 14 областях України через природні й техногенні причини 1228 населених пунктів не мають гарантованих джерел водопостачання і їхні жителі змушені користуватися привізною водою.

Відношення держави до стану довкілля характеризується такими показниками, як залісненість території та площа природоохоронних територій. Заповідні території в Україні займають всього 5,9% всієї площі держави (в Європі 15,3%), а лісистість становить 15,6%, що майже втричі менше за лісистість Західної Європи (43,2%) і не є оптимальною (20-22%).

Незважаючи на те, що Україна займає менше 6% площі території Європи, на неї припадає біля 35% європейського біорізноманіття. Проте масштабне техногенне порушення природних ландшафтів і екосистем не сприяє його збереженню і відтворенню на основі екосистемного підходу.

Величезний промисловий потенціал, створений на відносно невеликій території України, став джерелом забруднення атмосферного повітря, де проживає майже 30 млн. людей. На підприємства паливно-енергетичного комплексу припадає 35,1% викидів забруднювальних речовин в атмосферне

повітря, зокрема механічне забруднення атмосфери (пил) становило 55,6%, викиди діоксиду сірки – 74,6, оксидів азоту – 58,2%. Вміст пилу перевищував нормативи у 23 містах України, зокрема він зріс у Дніпродзержинську (50%), Красноперекопську (36%), Кременчуці (33%), Полтаві і Ялті (25%). Так, кількість пилу в повітрі м. Києва складає 45 мг/м<sup>3</sup>, тоді як у Берліні – 25 мг/м<sup>3</sup>, а у Парижі – 15 мг/м<sup>3</sup> (незважаючи на програму ЄС щодо скорочення вмісту часток пилу діаметром 2,5, 5 і 10 мкм в атмосферному повітрі, що значно підвищує смертність населення від раку легенів, в Україні немає ручних імпакторів і автоматизованих станцій визначення дрібнодисперсного пилу). В структурі палива ТЕС України вугілля становить близько 70% від споживання органічного палива. Добування вугілля з тонких пластів призводить до значного вмісту в ньому породи і необхідності його збагачення. Неefективне збагачення вугілля має значну зольність, яка сягає 40% (за бажаної зольності 20-25%). За експертними оцінками, збитки навколишньому природному середовищу від вугільної ТЕС становлять 4 центи/кВт-год і сягають 35% вартості вугілля. Ефективність вловлення твердих часток у викидах ТЕС України становить 95% (на електрофільтрах – до 99%), що не відповідає сучасним світовим вимогам. Для пиловугільних топок із сухим шлаковидаленням вміст золи у викидах становить до 80-93% загальної зольності вугілля. Українська промисловість не виробляє каталізаторів згорання бензину для автомобілів, а велика їх частина використовує етильований бензин із присадками свинцю. Не зважаючи на багаторічний спад виробництва, обсяги викидів сягають 6-8 млн. т щорічно. У містах з високим рівнем забруднення повітря захворюваність населення (особливо потерпають діти) на хвороби серцево-судинної системи, дихальних шляхів, нервової системи, туберкульоз, онкологічні новоутворення та інші хвороби на 20-40% перевищує рівні захворюваності у містах зі слабким забрудненням.

Використання енергії в Україні зменшилося в останні 10 років, але глибокий спад в економіці означає, що вона залишається енергонеефективною порівняно з економіками інших індустріальних і пострадянських країн. Це тривожні тенденції, проте політика уряду підпорядкована виключно цілям економічного зростання. Так, у 1999 році влада ухвалила Закон щодо податкових пільг застарілій гірничо-металургійній галузі. Державна політика заохочує збільшення марнотратного споживання природних ресурсів, забруднення довкілля. імпорт енергоносіїв із Росії, водночас такі субсидії допомогли гірничій галузі, металургії зробити значний внесок у зростання ВВП в Україні у 2000-2002 роках (на 21%).

Уряд повинен нести відповідальність за таку короткозорість своєї політики розвитку, як і українські бізнесові кола. Шлях до сталого (збалансованого) суспільства вимагає соціально і екологічно відповідального підприємництва, готового змінювати свою виробничу практику та сприяти формуванню раціонального й дієвого державного регулювання (податки, субсидії, екологічні нормативи, торгівля дозвільними ліцензіями тощо). Українська промисловість потребує ресурсоефективних технологій, систем екологічно чистого, безпечного виробництва, ефективного менеджменту у сфері охорони довкілля, використання природних ресурсів. На жаль, українські промисловці, підприємці

– переважно вихідці зі старої номенклатури, яка захопила національну власність у свої руки, переймаються переважно боротьбою з конкурентами в експлуатації застарілої промислової бази з метою одержання негайних прибутків.

Україна – практично єдина держава Європи, що не має Національного Плану дій з охорони навколишнього середовища, а Стратегія збалансованого розвитку розроблена на рівні проекту. Відсутній також і Національний план із інтегрованого управління та раціонального використання природних ресурсів. Тому політичний вплив ідей сталого (збалансованого) розвитку в Україні дуже слабкий. Гори публікацій про сталий розвиток були надруковані за останні десять років у всьому світі, але дуже мало серед них українською мовою. Невігластво щодо Концепції сталого розвитку, до її засадничих принципів є типовим для України. Висвітлення переваг сталого (збалансованого) розвитку та формування почуття нагальності переходу до нього повинні стати ключовими для будь-якої політики, яка має на меті попередження економічних, соціальних та екологічних потрясінь у нашій державі.

Однак, є надія на кращі зміни в цьому напрямку. 22 квітня 2005 року Комітет із питань співпраці з Європейським союзом ухвалив розроблені українською стороною заходи з виконання Плану дій “Україна-ЄС”. Згідно з цим документом Кабінет міністрів запланував до кінця 2005 року розробити законопроекти “Про стратегію сталого розвитку України”, “Про енергозбереження” та ряд інших документів.

**Демографічна ситуація.** Україна належить до країн із низьким показником народжуваності, високим – смертності та незначним природним приростом населення, оскільки з кожним роком умови життя людей погіршуються. Чисельність населення України за останні 10 років скоротилась на 4,1 млн. осіб. Смертність чоловіків працездатного віку майже вчетверо перевищує смертність жінок відповідного віку. Різниця між тривалістю життя чоловіків і жінок досягла 10 років. Зараз середня тривалість життя у чоловіків на 8-9 років, а у жінок – на 4-6 коротша, ніж у розвинених країнах. За темпами вимирання людей Україна входить у першу десятку країн світової спільноти, а за тривалістю життя посідає 60 місце в світі. Переважною причиною смертності населення країни є мультифакторні хвороби (серцево-судинні, онкологічні, ендокринні, психічні тощо), які формуються внаслідок взаємодії спадковості, соціуму і впливу чинників довкілля. Поширеність захворювань серед малозабезпеченого населення на 45,7% перевищує аналогічний показник серед забезпечених людей. Сумарний коефіцієнт фертильності жінок (кількість дітей, що народжує жінка впродовж життя) становить менше 1, тоді як для звичайного відтворення населення потрібно, щоб його значення сягали 2,2-2,4.

Значну роль відіграє несприятлива екологічна ситуація, яка особливо ускладнилася після аварії на Чорнобильській АЕС. Різко зменшилася кількість шлюбів, зростає число розлучених, удівців і особливо удовиць, збільшується частка бездітних і одиноких родин, що ще більше погіршує демографічні перспективи держави. Спостерігається високий рівень смертності населення внаслідок різноманітних захворювань, нещасних випадків.

Негативним фактором є еміграція. Згідно зі статистичними даними лише в

першому кварталі 1996 р. за межі України виїхало 51,5 тис. чоловік, і ця тенденція до збільшення емігрантів в усіх куточках світу продовжується. Демографічна криза та песимістичні прогнози щодо зростання населення до 2015 р. ще більше загострюють проблему формування контингенту призовників і офіцерського корпусу, оскільки питома вага дітей у віці до 15 років за прогнозними розрахунками зменшиться з 23,2% у 1991 р. до 17,6% у 2016 р. Той факт, що середня кількість дітей у сім'ї практично буде зведена до однієї дитини, ще більше загострює проблему формування військового контингенту.

Збільшення в Україні осіб з абсолютно іншими релігійними, етнічними та етичними переконаннями підвищує вірогідність виникнення додаткової соціальної напруженості в державі. Наша держава все більше стає домівкою для населення республік колишнього СРСР, яке піддається дискримінації, страждає від збройних конфліктів, інших політичних потрясінь. Лише за перший квартал 1996 р. до України з країн СНД прибуло близько 32 тис. чоловік, у тому числі 63% з Росії (Кавказького регіону), понад 7% з Узбекистану, 6% з Молдови, понад 4 % з Казахстану.

**Екологічний стан.** Впровадження в виробництво найновіших досягнень науки і техніки, поява нових технологій, енергоджерел і матеріалів призвели до революційних змін у житті суспільства. Людство вступило в епоху науково-технічної революції, що посилює антропогенний вплив на Природу, але цей вплив має суперечливий характер і продовжує зростати.

Науково-технічна революція змінює стосунки людини з Природою, створює нові умови існування, помітно впливає на спосіб життя та праці. Використовуючи сучасні засоби виробництва людство впливає на довкілля в планетарному масштабі, що загострило проблему передбачення наслідків людської діяльності.

Україна здобула статус незалежної держави та вступила в новий історичний період свого розвитку. За природними умовами вона є однією з багатих країн світу і це дає підстави оптимістично дивитися в майбутнє. Географічне положення держави сприятливе в природно-ресурсному відношенні. За різноманітністю та багатством мінерально-сировинної бази Україна може забезпечити збалансований розвиток базових галузей промисловості та агропромислового комплексу за умови ефективного її використання. Разом з тим наша держава є однією з неблагополучних в екологічному відношенні країн Європи. Найпотужніша техногенна аварія на ЧАЕС – результат непродуманої та екологічно необгрунтованої господарської діяльності керівних структур колишнього СРСР. Деформована галузева структура виробництва спричинила деформовану територіальну організацію економіки. Виникли гігантські центри надмірного зосередження промисловості, які характеризуються високим антропогенним впливом на природне середовище (Донбас, Придніпров'я).

Екологічна ситуація в Україні неблагополучна не тому, що немає грошей на охорону довкілля. Гроші є, але вони йдуть не на природоохоронні заходи. Один з прикладів — скандал, пов'язаний із ліквідацією складу отрутохімікатів на Білоцерківщині. Розслідування цього факту – свідчення того, як рішення чиновників базуються на псевдонаукових висновках і трансформуються в

афери. Це зразок псевдоекологічного проекту, підігнаного під державну експертизу. “Пестицидний” скандал показав ще одну особливість — безкарність чиновників, причетних до розбазарювання державних коштів, майна, природних ресурсів, відсутність механізму управління та державного нагляду за використанням і охороною надр. Це призводить до безгосподарного ставлення гірничовидобувних підприємств до мінеральної сировини, зростання її необґрунтованих втрат.

У складному стані перебувають земельні ресурси та ґрунти України. Високий рівень розвитку продуктивних сил і сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для ведення сільського господарства обумовили інтенсивне використання земель. У державі придатні для землекористування території вже введені в різні сфери господарчої діяльності. Внаслідок екстенсивного розвитку сільського та лісового господарств, водних і хімічних меліорацій відбуваються активні ерозійні процеси, ущільнення орного шару ґрунту, зниження його родючості, ослаблення стійкості природних ландшафтів. Стан ґрунтів досяг критичних показників і перебуває на грані виснаження.

Аналіз земельних ресурсів показує, що в результаті інтенсифікації землеробства та безконтрольного застосування засобів хімізації якість ґрунтів постійно погіршується, а родючість їх знижується. В цих умовах необхідно реально забезпечити існування різних форм власності на землю, звести розораність території до екологічно обґрунтованих норм, здійснити випуск сільськогосподарських машин, які б не переущільнювали ґрунти, запровадити нові нормативи відведення земель для несільськогосподарських потреб.

Велике занепокоєння викликає стан водних ресурсів і способи їхнього використання. Насамперед це води рік, озер, боліт, ставків, водосховищ, підземні води. На півдні Україна омивається водами Чорного й Азовського морів. Гострою залишається проблема забруднення поверхневих і підземних вод органічними речовинами, сполуками азоту, фенолами, нафтопродуктами, важкими металами. В останні роки спостерігається підвищення їх мінералізації.

З метою охорони вод від забруднення проводяться такі профілактичні заходи: розробка схем комплексного використання та охорони вод, екологічна експертиза проектів будівництва та реконструкції об’єктів, що впливають на стан води, нормування водоспоживання та водовідведення, введення в експлуатацію водоохоронних споруд, контроль за скидами стічних вод, стоками водних об’єктів тощо. З 1982 р. введено плату за використання води в промисловості.

Значна частка в забрудненні атмосфери належить транспорту. Так, понад 40% оксиду вуглецю, 45% вуглеводнів і близько 30% оксидів азоту потрапляють у атмосферу завдяки транспорту. З метою їх зменшення потрібно застосовувати альтернативні види моторного палива з меншим вмістом свинцю, перевести дизельні автомобілі на використання газодизельних сумішей, що зменшує димність відпрацьованих газів і вміст у них токсичних сполук.

Терміново слід розробити нову концепцію розвитку економіки, обмеживши до розумних обсягів добувні, енерго-, ресурс- та водоемні виробництва.

Потрібно переглянути питання подальшого поступу металургійної й хімічної промисловості, визначити розумну потребу виробництва чавуну, сталі, хімічної продукції, а також впроваджувати маловідхідні технологічні процеси, які забезпечать суттєве зменшення викидів забруднюючих речовин.

Потужним чинником впливу на радіоекологічну ситуацію в Україні є високоактивне забруднення території 30-кілометрової зони Чорнобильської АЕС та створення досконалого об'єкту “Укриття”, де зберігається близько 500 т опроміненого і свіжого ядерного палива, змішаного з іншими матеріалами в різноманітних формах. Загальна активність довгоіснуючих радіонуклідів становить близько 700Ч1015 Бк. Ліквідація наслідків аварії на ЧАЕС і створення досконалого саркофагу потребує й сьогодні значних матеріальних і фінансових витрат, а громадяни України мають право на екологічну безпеку.

Екологічна ситуація в Україні вимагає мобілізації зусиль усіх урядових і неурядових організацій, вчених, виробничих, господарчих і контролюючих органів, громадськості. Тільки після того, як кожен із нас буде зацікавлений у збереженні нашої держави, вона стане такою гарною, чарівною та квітучою, якою ми хочемо її бачити.

#### **Вклад українських вчених-екологів у розвиток екологічної науки.**

Перші спроби екологічного підходу до природоохоронної справи в Україні відомі з часів Ярослава Мудрого. В його “Руській правді” – правничому кодексі Київської Русі (початок XI ст.) – існувала чітка система правової оцінки використання ресурсів і передбачалася кара за збитки, заподіяні довкіллю.

В часи Гетьманщини (XVI-XVIII ст.) природоохоронні традиції збереглися та розширилися. Як і в княжі часи, регламентувалися охорона лісів, байраків, полювання, рибальство, бджільництво, садівництво. Охорона довкілля знайшла місце в зібранні Малоросійських прав (1807 р.).

Перший науковий центр екологічних досліджень в Україні був створений у 1930 р. – сектор екології при Інституті зоології та ботаніки Харківського університету.

#### **• Вернадський Володимир Іванович (1863-1945 рр.)**

Відкриття нашого земляка В.І. Вернадського, першого пре-зидента Академії наук України та засновника кількох сучасних наук, посідають особливе місце в історії екології. Він довів наявність широкомасштабного впливу живих організмів на абіо-тичне середовище. В той період, коли наукова громадськість вже була підготовлена до цілісного бачення Природи, він своєчасно запропонував вчення про біосферу – оболонку Землі, що визначається присутністю живої речовини. В.І. Вернадський вперше увів у вивчення біосфери кількісний підхід, який дозволив об'єктивно оцінити масштаби біогеохімічного колообігу речовин. Вчення В.І. Вернадського про ноосферу додало численні дані про нерозривність зв'язку людини з природним середовищем.

#### **• Висоцький Георгій Миколайович (1865-1940 рр.)**

Успішно розвинув на екологічній основі степове лісорозведення. Дослідив вплив лісу на довкілля та причини безлісся степів, уперше розрахував баланс

вологи під лісом і степом, заклав основи ґрунтової гідрології засушливих районів, розробив вчення про типи водного режиму ґрунтів, першим установив закономірності приземних повітряних течій, які викликають пилові бурі; запропонував класифікацію рослин за формами вегетативного розмноження.

• ***Холодний Микола Григорович (1882-1953 рр.)***

Автор понад 200 праць, присвячених різним питанням фізіології, анатомії та екології рослин, мікробіології та ґрунтознавства. Провів досліди зі штучної стимуляції розвитку рослин, яку широко застосовують у сільськогосподарській практиці в усьому світі. Велику цінність становлять його дослідження з екології залізобактерій. Запропонував нові методи обліку кількості ґрунтових бактерій. Займався екологічними дослідженнями в галузі ґрунтознавства. Встановив, що значна частина летких органічних речовин атмосфери поглинається ґрунтом і засвоюється ґрунтовими мікроорганізмами.

• ***Погребняк Петро Степанович (1900-1976 рр.)***

Український вчений-лісівник та ґрунтознавець. Академік АН УРСР (1948 р.), віце-президент АН УРСР. Вчений зі світовим ім'ям, засновник теорії порівняльної екології рослин, яка широко застосовувалася в лісовому господарстві України, всього СРСР, зарубіжних країн. Він створив українську типологічну наукову школу в лісівництві, організував еколоґо-лісовий напрямок у лісівництві. Йому належить фундаментальна праця “Основи лісної типології”.

• ***Генсірук Степан Антонович (1923 р.)***

Вперше обґрунтував теоретичні основи комплексного лісогосподарського районування, регіонального природокористування, збільшення ресурсно-екологічного потенціалу, закономірності розміщення та відновлення лісів, створив ряд екологічних розробок для охорони навколишнього природного середовища та лісового господарського виробництва України. Вчений розробив теоретичні основи раціонального природокористування, формування єдиної мережі — екологічної системи природоохоронних територій, систему заходів із підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісів, раціонального використання лісових ресурсів, обґрунтував зміну лісистості та складу лісів України за останнє тисячоліття. Створив і успішно розвивав нові наукові напрями — лісове ресурсознавство, регіональне природокористування, сталий розвиток у лісовому господарстві, які сприяють збереженню лісових багатств і охороні природного середовища України.

• ***Ситник Костянтин Меркурійович (1926 р.)***

Займався питаннями екології, охорони Природи, формування екологічної культури. Під його безпосереднім керівництвом було підготовлено колективну монографію “Охорона найважливіших об'єктів України, Білорусії та Молдови”. Він увів у науковий обіг поняття “інвайронменталізм” і започаткував новий напрям вивчення навколишнього середовища — інвайронментологію. Завдяки турботам К.М. Ситника було створено два біосферних заповідники. Запропонував системний рівень пізнання внутрішньої організації процесів у рослин. Учений стояв біля витоків народження в Україні принципово нової галузі біології — інженерної ботаніки.

• **Голубець Михайло Андрійович (1930 р.)**

Видатний учений у галузях ботаніки, екології, лісознавства й охорони Природи. Проводив комплексне вивчення екосистем і геосоціосистем Українських Карпат і прилеглих територій, займався обґрунтуванням способів регулювання їхньої структури та керування екосистемними та геосоціосистемними процесами з метою оптимізації продуктивних, ґрунтозахисних, водорегулятивних та інших корисних функцій. Займався питаннями історії, систематики біології, господарчого значення рослинних угруповань лісоутворюючих видів Карпат. Розробляє та вдосконалює методи охорони біорізноманітності та забезпечення умов сталого розвитку Карпатського регіону.

• **Шеляг-Сосонко Юрій Романович (1933 р.)**

З ім'ям Ю.Р. Шеляг-Сосонко пов'язані вагомі результати стосовно вирішення проблем теорії геоботаніки та класифікації, районування, картування, асоційованості видів, еволюції рослинного покриву. Вчений працює в галузі фітоценології, фітосозології, флорології, фітогеографії. Здійснив логіко-методологічний і теоретичний аналіз сучасної геоботаніки як цілісної системи знання про рослинний покрив, визначив її предмет, методи, концептуальні підходи. Він уперше запропонував метод парадигмального аналізу геоботанічного знання, обґрунтував необхідність переходу до створення заповідної мережі як цілісної територіально і функціонально неперервної системи, що забезпечує міграцію генофонду та підтримку екологічної рівноваги на всій території України.

• **Туниця Юрій Юрійович (1941 р.)**

Вчений у галузі раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища, засновник нового наукового напрямку – екологічної економіки. До числа найбільш вагомих результатів наукової діяльності Ю.Ю. Туниці слід віднести відкриття та обґрунтування ним економічного закону – зростання екологічних витрат у загальній структурі витрат суспільного виробництва (1975 р.), нових категорій у економічній науці – “екологічні витрати і втрати” (1977 р.), “еколого-економічна ефективність природокористування” (1980 р.), розробка шляхів подолання еколого-економічної кризи в Україні.

Вклад інших українських вчених у розвиток екологічної науки:

• **Д.В. Воробйов**, один з піонерів у галузі лісової типології, так званого українського або екологічного напрямку, розгорнув лісотипологічні дослідження в гірських лісах Кавказу, Криму та Молдавії і Донбасу.

• **О.Л.Бельгардт** досліджує штучні ліси України.

• **А.П.Травлєєв** досліджує значення лісової підстилки.

• **Є.М. Кондратюк** розробив методи рекультивації териконів Донбасу.

• Світове визнання отримали дослідження українських вчених І.Г. Підоплічка, Ф.А. Гриня, С.М. Стойка, К.М. Ситника.

У повоєнний період велика увага українських екологів була спрямована на вивчення техногенних і урбогенних впливів на природні екосистеми (Ількун, Тарабрін, Кондратюк, Кучерявий).



Екологи України зробили вагомий внесок у розробку методів оцінки рівня радіоактивного забруднення великих територій та обґрунтування заходів зниження екологічних збитків від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС.

Українським екологам завжди був притаманний інтерес до філософських проблем, що виникають при аналізі системи “людина – природне середовище” (праці В.В.Борейка та В.С. Крисаченко).

Концептуальні та спеціальні питання екологічної освіти детально проаналізовані у роботах Г.О. Білявського, В.М. Боголюбова, В.М. Бровдія, Ф.В. Вольвача, М.І. Дробнохода, В.П. Замостян, М.М. Кисельова, В.С. Крисаченко, В.П. Кучерявого, К.М. Левківського, Л.Б. Лук'яненко, В.М. Навроцького, В.Ю. Некоса, Т.В. Саєнко, Ю.М. Саталкіна, С.М. Степаненко, Т.В. Тимочко, Н.І Тимошенко, Г.М. Франчука, В.Я. Шевчука та ін.

## **5.5. Природні та антропогенні екологічні катастрофи сучасності.**

### **Природні екологічні катастрофи.**

Розвиток екологічної кризи активізується й природними екологічними катастрофами. В межах території України фізико-географічні й геолого-тектонічні умови можуть сприяти виникненню таких природних катастроф, як землетруси, повені, зсуви, пилові бурі, пожежі, випадання граду, сильні снігопади, зливи, селі, лавини, ураганні вітри, посухи.

Землетруси найнебезпечніші для Криму й Карпат, де їхня сила може досягати 7-8 балів. На інших територіях сила землетрусу відчувається менше, а до сейсмічно найблагополучніших належать північно-західні райони країни. Повені бувають на всій території України, та найчастіше до них схильні гірські річки. Весняні й літні селі та зимові лавини – це також катастрофи, яких зазнають гірські райони, хоча зрідка селі трапляються й на рівнинах унаслідок проривів річкових чи озерних дамб і гребель. Зсуви вельми типові для узбережжя Чорного та Азовського морів, водосховищ Дніпра. Від пилових бур потерпають переважно степові й лісостепові райони, а від пожеж, особливо в лісах і на торфовищах, - Полісся та Лісостеп. Град, сильні снігопади, зливи, ураганні вітри й посухи періодично трапляються на всій території країни.

Залежно від природних чинників катастрофи поділяються на геологічні, гідрологічні, метеорологічні, агрометеорологічні.

Розвиток природних катастроф активізується діяльністю людини. Так, повені, селі, лавини та зсуви в Карпатах почастишали через вирубування тут лісів.

За останні десятиріччя в Україні відбувалися всі зазначені вище катастрофи: землетруси в 1977 і 1984 рр., пилові бурі в 1961 р., сильні повені на Дністрі у 80-х роках, численні осипи, зсуви та селі в Карпатах і Криму (майже кожні 3-4 роки). Ці катастрофи завдавали відчутної шкоди господарству країни, а іноді супроводжувалися й людськими жертвами.

Деякі приклади можна навести з недалекого минулого.

■ У 1992 р. осіння повінь на річці Уж завдала величезних матеріальних збитків. Через сильні дощі рівень води в річці піднявся на 3-5 м, на значній площі було затоплено сільгоспугіддя, господарські об'єкти, деякі села,

частково — міста Мукачеве, Сваляву та Ужгород, розмито кілька автодоріг, порушено енергопостачання багатьох сіл. У вересні від сильних дощів почалася повінь у Тернопільській області, внаслідок якої загинуло 6 чоловік, завдано матеріальних збитків об'єктам енергетики, зв'язку, сільському господарству.

■ У цьому ж році снігопади й сильні заметілі в Криму пошкодили близько 3 тис. житлових будинків і 150 виробничих приміщень. Ураганні вітри, швидкість яких досягала 25-34 м/с (місцями — 38-40 м/с), завдали величезних збитків господарству.

■ Тоді ж біля південних берегів Криму лютували сильні шторми: 15 листопада вони зруйнували в Ялті пірс вантажного порту, портові споруди. В море витекло паливо з кількох цистерн, затонуло 8 невеликих суден, зазнали пошкоджень і великі судна. З будинків зривало покрівлі. Збитки становили близько 10 млрд. крб. Були й людські жертви.

■ Того ж року сталося 5869 пожеж, здебільшого антропогенних, у результаті яких було знищено близько 2 тис. га лісу.

На початку листопада 1998 р. сталася найбільша природна екологічна катастрофа на Закарпатті — руйнівна повінь, яка забрала декілька десятків людських життів і завдала колосальних економічних збитків. Подібних катастроф тут не траплялося 200 років. Для відновлення екосистем, а також нормальних умов проживання людей потрібно багато десятиліть. За попередніми підрахунками, загальні збитки перевищують 120 млрд. гривень (зруйновано більш як 2 тис. будинків, близько 2 тис. — підтоплено, майже з 6 тис. будинків відселено жителів, пошкоджено багато десятків кілометрів доріг, ліній каналізації, водо- та енергопостачання, затоплено тисячі гектарів сільськогосподарських угідь).

### **Антропогенні екологічні катастрофи.**

Розвиток екологічної кризи прискорюють антропогенні катастрофи, передусім — техногенні аварії. Вони відбуваються в усіх галузях економіки, й кількість їх від року до року зростає.

За останні три-чотири десятиліття, крім аварії на ЧАЕС, найбільшими й найтяжчими за своїми наслідками були кілька таких катастроф.

■ У березні 1961 р. потужний сель промчав Бабиним Ярмом у Києві, завдавши величезних матеріальних збитків і забравши кілька сотень людських життів. Причиною цього лиха став прорив дамби технічного резервуару цегельного заводу.

■ До великих катастроф 70-х років слід віднести пожежі на газових родовищах — Шебелинському (Харківська область) та Угерському (Львівська область), аварії на нафто- й газопроводах, аварію на нафтогазовій платформі в Азовському морі та аварійний прорив очисних споруд Калушського калійного комбінату, що завдали величезних економічних збитків і шкоди довкіллю на величезній акваторії Азовського моря й у басейні Дністра.

В недалекому минулому сталися такі великі техногенні аварії:

■ Улітку 1992 р. через переповнення каналізаційних мереж і ємностей курортів Криму стався масовий викид нечистот у Чорне море. В результаті

пляжі Ялти, Алушти, Судака, Сак, Керчі, Феодосії було закрито на два місяці.

■ У тому ж році на Кременецькій райагробазі розлилося майже 14 т солярової оливи. Нафтопродукти забруднили річку Ікву до міста Дубно, потерпіли риборозплідні ставки села Берег.

■ Тоді ж у результаті диверсії на нафтобазі міста Світловодська (Кіровоградська область) у зовнішнє середовище потрапило 200 т палива.

■ Того ж року під час аварії на ТЕЦ у Чернігові розлилося майже 300 т мазуту.

■ У вересні 1993 р. на Київській насосній каналізаційній станції з ладу вийшло кілька потужних насосів, і в Дніпро впродовж тижня щоденно викидалося майже 1,5 млн. м<sup>3</sup> фекальних стоків.

Імовірність природних та антропогенних катастроф збільшилась і кожний такий випадок необхідно обов'язково враховувати, ретельно аналізувати й уживати заходів для запобігання їхніх негативних наслідків чи зведення їх до мінімуму.

### **Запитання для самоперевірки:**

1. У чому основні причини конфлікту Природи та суспільства?
2. Чи можна безмежно накопичувати економічні блага?
3. Який основний зміст доповідей Римського клубу?
4. У чому полягає значення доповідей Римського клубу?
5. У чому полягає розходження між "лінійною" й "круговою" економікою?
6. Які глобальні моделі майбутнього світу Ви знаєте?
7. Охарактеризуйте сучасну концепцію розвитку світу.
8. Виділіть основні протиріччя сучасного світу.
9. Які основні документи були прийняті на Конференції ООН у 1992 р. у Ріо-де-Жанейро? У чому їх значення?
10. Чи однакову відповідальність несуть слаборозвинені й промислово розвинені країни за забруднення навколишнього природного середовища?
11. У чому зміст моделі збалансованого (сталого) розвитку?
12. Виділіть основні положення програми "Agenda 21".
13. Принципи збалансованого розвитку.
14. Що може служити показниками збалансованого (сталого) розвитку?
15. Індекс людського розвитку, його суть.
16. Індекс живої природи, його значення для збереження біотичного різноманіття планети.
17. Значення екологічного сліду для розвитку суспільства.
18. Індекс екологічної збалансованості, його складові.
19. Індекс екологічного виконання, його значення для захисту довкілля.
20. Як розраховують індекс щасливої планети, континенту, країни, регіону.
21. Види екологічної свідомості, їх характеристика.
22. Яке значення освіти задля збалансованого розвитку.
23. Проблеми збалансованого розвитку України.
24. Перспективи збалансованого розвитку України.
25. Стратегічні пріоритети політики збалансованого розвитку України (вашого регіону).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Білявський Г.О. та ін. Основи екології: Підручник / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдуй, І.Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
3. Борщук Є.М., Загорський В.С. Екологічні основи економіки: Навчальний посібник. – Львів: “Інтелект-Захід”, 2005. – 312 с.
4. Бровдій В.М., Гаца О.О. Екологічні проблеми України. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2000. – 111 с.
5. Вернадский В.И. Живое вещество биосферы. – М.: Наука, 1994. – 672 с.
6. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За редакцією К.М. Ситника. – К.: Вища школа, 2003. – 358 с.
7. Крисаченко В.С. Екологічна культура: теорія і практика: Навчальний посібник. – К.: Заповіт, 1996. – 352 с.
8. Лук'янова Л.Б. Основи екології: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 2000. – 327 с.
9. Марушевський Г.Б. Етика збалансованого розвитку: Монографія. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2008. – 440 с.
10. Менеджмент охоронних лісів України. Під загальною редакцією акад. НАН України Шеляга-Сосонка Ю.Р. – К.: Фітосоціоцентр, 2003. – 299 с.
11. Мудрак О.В. Екологія. Навчальний посібник. – 2-е видання перероблене і доповнене – Вінниця: ВАТ “Міська друкарня”. – 2011. – 520 с.
12. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку. – К.: ПРООН/ГЕФ, 2008. – 184 с.
13. Одум Юджин. Экология. В 2 т. – М.: Мир, 1986.
14. Основи екології. Екологічна економіка та управління природо-користуванням: Підручник / За заг. ред. Л.Г. Мельника та М.К. Шапочки. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2005. – 759 с.
15. Програма дій. Порядок денний на ХХІ століття та інші документи в Ріо-де-Жанейро в популярному викладі. – Женева, 1993. – 70 с.
16. Реймерс Н.Ф. Экология: теория, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Молодая гвардия, 1994. – 367 с.
17. Саєнко Т.В. Освіта екобезпечного інформаційного суспільства: проблеми і перспективи. – К.: «Освіта України», 2008. – 288 с.
18. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. – Львів: Новий Світ. – 2000, 2003. – 248 с.
19. Береговой Г.Т., Ярополов В.И., Баранецкий Н.И., Высоканов В.А., Шатров Я.Т. Справочник по безопасности космических полетов. – М., 1989.
20. Космический флот и управление космическим полетом. Под ред. Жакова А.М. – СПб., 1992.
21. [www.holodilnik.info/articles/holod/live](http://www.holodilnik.info/articles/holod/live)
22. [www.inpo-ltd.ru/rus/News/freons.htm](http://www.inpo-ltd.ru/rus/News/freons.htm)
23. [www.postindustrial.ru](http://www.postindustrial.ru)
24. [www.unep.org](http://www.unep.org) – сайт ЮНЕП
25. [www.ecoleague.net](http://www.ecoleague.net) – сайт ВЕЛ

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Адаптація** — сукупність особливостей певного біологічного виду, що забезпечують його функціональну стійкість при зміні умов середовища, в яких існує цей вид.

**Аерозолі** — зважені в газоподібному середовищі часточки твердих (дим) або рідких (туман) речовин.

**Алергія** — стан підвищеної реактивності організму на певні речовини, переважно органічні; останніми роками набула поширення у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища.

**Аменсалізм** — пригнічення одного організму іншим без зворотного негативного впливу з боку пригніченого.

**Анабіоз** — стан живого організму, коли значно знижується обмін речовин і немає видимих проявів життя; дає змогу деяким видам пристосуватися до вкрай несприятливих умов життя.

**Ареал** — площа, простір, тобто частина земної поверхні, в межах якої поширюється і проходить повний цикл розвитку даний вид, рід чи родина живих організмів.

**Атмосфера** — газоподібна оболонка Землі, що складається із суміші різних газів, водяної пари, твердих часточок.

**Аттрактори** — відносно стійкий стан структурних елементів системи (природної, соціальної), що трансформується і які визначають траєкторію самоорганізації поведінки системи, слугуючи центром (ядром) притягання (attrahere — лат., притягати) множини траєкторій (варіантів) самоорганізації. В синергетиці це креативна, системоутворююча властивість відповідно до сутності середовища.

**Безвідходне виробництво** — організація і технологія виробництва, за яких відходи зведено до мінімуму або їх повністю переробляють на вторинні матеріальні ресурси.

**Біогеоценоз** — природна система функціонально взаємопов'язаних живих організмів і навколишнього абіотичного середовища, що характеризується певним енергетичним станом, типом і швидкістю обміну речовин та інформації.

**Біогеоценологія** — наукова дисципліна, яка вивчає закономірності існування біогеоценозів та їх сукупність — біогеоценотичний покрив Землі.

**Біологічна продуктивність** — здатність природних угруповань або їх окремих компонентів підтримувати певну швидкість репродукування живих організмів, що входять до їх складу. Мірою б. п. є біомаса, що утворюється за одиницю часу.

**Біомаса** — виражена в одиницях маси або енергії кількість живої речовини певних організмів на одиницю площі чи об'єму.

**Біосфера** — нижня частина атмосфери, вся гідросфера і верхня частина літосфери Землі, населені живими істотами; за Вернадським, "зона існування живої речовини". Б. — найбільша екосистема Землі.

**Біота** — історично утворений комплекс живих організмів, що існують на великій території, ізольованій будь-якими бар'єрами.

**Біотехнологія** — сукупність методів і заходів отримання продуктів, корисних для людини, за допомогою біологічних агентів (виробництво харчових білків за допомогою мікроорганізмів, очищення стічних вод на біофільтрах тощо).

**Біотоп** — частина простору з відносно однорідним впливом абіотичних факторів, яку займає певний біоценоз.

**Біоценоз** — угруповання продуцентів, консументів і редуцентів, які входять до складу одного біотопу.

**Біфуркаційні механізми** — фундаментальний синергетичний механізм трансформації системи, який має характер змін, що призводить до втрати своїх принципових відмінних ознак, переходячи у нову якість і зберігаючи наслідковий зв'язок з попереднім станом. Біфуркаційний механізм призводить до втрати цілісності системи.

**Вид** — сукупність особин, які мають спільні морфофізіологічні ознаки, здатні схрещуватися між собою в природних умовах і мають певний ареал поширення. Визначає обсяги споживання природних благ, відповідає на питання: які можливості екосистеми потрібні для підтримки потоку матеріалів та енергії у соціальному середовищі (регіоні, місті, селищі); скільки біологічно продуктивної території необхідно для підтримки визначеного стандарту життя.

**Викиди** — короткочасне або за певний час (година, доба) надходження в навколишнє середовище різних забруднювальних речовин.

**Відходи** — непридатні для виробництва даної продукції види сировини: тверді, рідкі й газоподібні залишки, що виникають у ході технологічних процесів. В. одного виробництва можуть бути сировиною для іншого.

**Гербіцид** — хімічна речовина, яка використовується для вибіркового або повного знищення рослин.

**Гетеротроф** — організм, не здатний самостійно синтезувати органічні речовини; використовує для живлення органічні речовини, утворені іншими видами.

**Гомеостаз** — стан внутрішньої динамічної рівнов; ги природної системи; підтримується регулярним поновленням основних її структур.

**Господарська (несуча) ємність екосистеми** — це гранично-допустимий антропогенний вплив на екосистему, перевищення якого порушує її динамічну рівновагу (гомеостаз), переводить її у збурений стан і, з часом, повинно призвести до необернених деградаційних процесів. Перевищення господарської ємності екосистеми призводить до порушення екосистемного розподілу потоків енергії і деформує біохімічний колообіг речовин, скорочує біорізноманіття і послаблює асиміляційний потенціал, веде до деградації екосистем.

**Грей** — одиниця поглинутої дози іонізуючого випромінювання, коли опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

**Динаміка популяцій** — зміна чисельності, статевого та вікового складу популяцій; визначається внутрішньопопуляційними процесами і взаємодіями

популяцій різних видів.

**Еволюція** — необоротний спрямований процес розвитку живої природи.

**Евтрофікація води** — підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок зростання у воді концентрації біогенних елементів (азот, фосфор), що надходять у воду внаслідок антропогенної діяльності.

**Екологізація освіти, науки** — процес проникнення екологічного світогляду, екологічних, синергетичних закономірностей, принципів, підходів, методів в інші галузі знань; в системи сучасних гуманітарних і технічних дисциплін на міждисциплінарному і багатодисциплінарному рівнях із застосуванням інтеграційного підходу.

**Екологізація** — послідовний процес впровадження технологічних, управлінських систем та рішень, які дають змогу підвищувати ефективність використання природних ресурсів поряд із збереженням якості природного середовища.

**Екологічна оптимізація** (за М.Ф. Реймерсом) — це інтегральна програма, призначення якої полягає у створенні передумов для функціонального і територіального механізмів підтримки екологічної рівноваги (гомеостазу).

**Екологічна система** (екосистема) — природна чи створена людиною функціональна система, у якій сукупність живих істот пов'язана між собою та абіотичними компонентами навколишнього середовища, обміном речовини, енергії і інформації.

**Екологічне нормування** — встановлення допустимих меж зміни природного стану навколишнього середовища без порушення умов його саморегулювання, самоочищення та самовідновлення. Спрямоване на забезпечення якості довкілля. Базою для екологічного нормування є екологічні стандарти й нормативи (нормативи екологічної безпеки, обмежувальні екологічні нормативи, природоохоронні технологічні нормативи). Оцінка екологічних умов здійснюється за допомогою таких регулюючих природокористування показників, як гранично допустимі викиди (ГДВ), гранично допустимі скиди (ГДС), гранично допустимі навантаження (ГДН) на екосистему, територію.

**Екологічний відбиток** — територія видобування, збагачення, транспортування енергоносіїв, перетворення носіїв в енергію; екосистемна площа фотосинтезу з продуціюванням необхідного кисню (O<sub>2</sub>).

**Екологічні індикатори** — екосистемні компоненти і елементи природного територіального комплексу, параметри, що дозволяють оцінювати екологічний стан і екологічні режими природокористування.

**Екологія** — наука, яка вивчає відносини організмів (особин, популяцій, біоценозів) між собою і з навколишнім середовищем.

**Екологія прикладна** — галузь екології, що займається вирішенням практичних проблем збалансованого використання навколишнього природного середовища, природно-ресурсного потенціалу; вивчає шляхи підтримки і відтворення функціональних якостей екосистем, граничні антропогенні навантаження на них; формує засоби екологізації життєдіяльності, раціонального природокористування та системи екологічного управління.

**Еколого-господарський баланс (ЕГБ) території** — збалансоване співвідношення різних видів господарювання та інтересів різних груп населення на території з врахуванням потенційних можливостей екосистем, що забезпечує сталий розвиток, відтворення природноресурс-ного потенціалу і не призводить до деструктивних екосистемних змін і екологічних наслідків. Для ЕГБ характерними є зонування території за ступенем антропогенного навантаження, напруженості еколого-господарського стану (ЕГС), інтегральне антропогенне навантаження, природна захищеність території, екосистемний фонд території. ЕГБ є інструментом інтегрованого управління територіями, підвищення стійкості екосистем за рахунок покращення, інтеграції управління.

**Еколого-економічна система** — складна інтегрована система, у якій відбуваються складні взаємозумовлені і взаємодіючі та взаємопов'язані процеси, що є спільними як для природи, так і економіки і які регулюються із застосуванням синергетичних (еколого-економічних, соціоекологічних) механізмів (правових, нормативних, інформаційних, освітніх тощо).

**Еколого-економічні механізми (інструменти)** — економічні засоби (заходи, методи, важелі) впливу на поведінку (фінансовий, інвестиційний стан тощо) суб'єктів господарювання з метою орієнтації їх діяльності в екологічно сприятливому напрямі.

**Еколого-освітній механізм** — це система впровадження через навчання екологічних політик, програм, систем екологічного і інтегрованого управління, комплексних оптимізаційних екосистемних засад збалансованого природокористування із застосуванням міждисциплінарної системи знань, комплексних програм оцінювання, поглиблення міждисциплінарної компетентності управлінського персоналу.

**Еколого-правові механізми** — законодавчі, правові засоби (ліцензії, ліміти, норми, права, стандарти управління), що регулюють господарську діяльність відповідно до екологічного законодавства, права.

**Екосистема** — сукупність живих істот і середовище їх існування, поєднані в систему взаємозумовлених біотичних і абіотичних явищ та процесів.

**Екосистемний підхід** — характерний для концепції сталого розвитку методологічний підхід, що орієнтує на пріоритетне врахування екологічних закономірностей та синергетичних механізмів, методів соціально-екологічного розвитку і життєдіяльності суспільства, застосування принципу екологічної (екосистемної) обмеженості природокористування. Екосистемний підхід ґрунтується на синергетичному взаємозв'язку, взаємодії між соціальними і екологічними системами, методології інтегрованого управління розвитком соціоприродних систем. Екосистемний підхід до сталого розвитку ґрунтується на синергетичних закономірностях гомеостазу, стійкості, метаболізму, ентропії екосистем, оптимальної міри природокористування на умовах необхідного для підтримки процесів екосистемної саморегуляції упереджувачого посилення екосистемного потенціалу, справедливого розподілу природно-ресурсного потенціалу в інтересах розвитку людини, суспільства і саморозвитку, відтворення природних систем.

**Екосистемний репродукційний потенціал** — природна спадкоємна здатність



екосистеми відтворювати свої функціональні властивості (накопичення і перетворення сонячної енергії, підтримання біогеохімічного колообігу, динамічної рівноваги, стійкості тощо) в оптимальних соціально-екологічних умовах при відсутності лімітуючих факторів впливу; сукупність можливостей виконувати екосистемні функції природовідтворювання.

**Екосистемні обмеження** — це комплекс чинників (явищ, дій, факторів, лімітів, параметрів, ознак), при виникненні чи введенні в дію яких створюються системні умови для збереження природної якості і синергетичних властивостей екосистем.

**Ємність екосистеми** — міра здатності природної екосистеми акумулювати і перетворювати різні речовини, зберігаючи рівновагу і механізми саморегулювання.

**Життєвий цикл** — функціональна послідовність усіх фаз розвитку організму, системи; технологічна послідовність взаємозв'язаних складових продукційної системи, починаючи з процесу видобування сировини або відтворення природних ресурсів до кінцевої стадії — видалення відходів.

З екосистемних позицій сталий розвиток — це розвиток суспільства у межах господарської (несучої) ємності екосистем згідно теорії біотичної регуляції.

**Забруднення** — потрапляння в середовище нових, не характерних для нього фізичних, хімічних, біологічних агентів або перевищення природного середнього рівня концентрації їх, що призводить до негативних наслідків.

**Заказник** — ділянка, в межах якої постійно або тимчасово заборонено окремі види господарської діяльності, щоб забезпечити охорону певних видів живих кіот, природних біоценозів.

**Закон мінімуму** — витривалість організму визначається найслабкішою ланкою в ланцюгу його екологічних вимог, тобто життєві можливості лімітуються екологічними факторами, кількість і якість їх приблизно дорівнює необхідному для екосистеми мінімуму; подальше зниження їх спричинює загибель організму або деструкцію екосистеми.

**Закон оптимуму** — кожен з екологічних факторів може справляти позитивний чи негативний вплив на живі організми залежно від сили прояву цього впливу.

**Закон сукупної дії природних факторів** — кількість врожаю залежить не від окремого, навіть обмежувального, фактора, а від сукупності екологічних факторів, які впливають одночасно.

**Закони коеволюції** — закони спільної еволюції, розвитку природи і суспільства, соціоприродних систем, згідно яких суспільство, розвиваючись за своїми законами, має обмежувати, синхронізувати своє екстенсивне соціо-економічне зростання, антропогенний вплив із законами еволюції, розвитку природи.

**Закони природи** — система екологічних, синергетичних закономірностей природної саморегуляції, що встановлені на основі історичних спостережень розвитку живої речовини і підтверджені всією еволюцією життя на Землі, згідно яким внутрішній стійкий зв'язок явищ природи обумовлює їх існування і розвиток.

**Заповідник** — певна ділянка (територія, акваторія), що охороняється законом і повністю виключена з господарської діяльності з метою збереження природних комплексів, охорони видів живих істот.

**Зіверт** — одиниця еквівалентної дози випромінювання, що дорівнює 100 берам.

**Зона екологічного ризику** — це територія на поверхні суші, в акваторіях морів, океанів, де діяльність людини (наприклад, підводне видобування нафти) може створити небезпечні екологічні ситуації. Зоною екологічного ризику є зона острівна і прилеглої шельфу, де планується видобування газу, нафти.

**Зонування території** — районування, засіб оптимізації природокористування шляхом поділу території на зони, що мають різне функціональне призначення, для встановлення в них певних обмежень природокористування.

**Зооценоз** — сукупність тварин, які сумісно існують за певних умов, складова біоценозу.

**Імунітет** — несприйнятливості організму до інфекції або отрути; щодо рослин — це несприйнятливості або стійкості до захворювань і шкідників.

**Інвазія** — 1) зараження організму тварина-ми-паразитами; 2) поява в якій-небудь місцевості істот, не характерних для неї.

**Індикатор** — фізичне явище, хімічна речовина або організм, наявність якого, його кількість або зміна стану свідчать про характер змін навколишнього середовища.

**Індикатори** — (від лат. *indicator* — визначаю), показник (біотичний, абіотичний, соціальний, енергетичний), що характеризує зміну властивостей навколишнього середовища; результати здійснення стратегій, програм.

**Інсектицид** — речовина, яку використовують для знищення небажаних у господарстві або в природних угрупованнях комах.

**Інтегральна економічна цінність екосистеми** — система загальних, сукупних цінностей екосистеми як для сучасних, так і прийдешніх поколінь. Це цінності, що активно використовуються (ресурсні, оздоровчі тощо) і потенційні цінності, що не враховуються у життєдіяльності і розвитку суспільства: екологічні блага і послуги екосистем, їх властивості підтримувати життєдіяльність природних і соціальних систем.

**Інтегральна модель управління природокористуванням** — територіальний (прибережний, зональний) функціональний механізм забезпечення збалансованості, узгодженості діяльності різних суб'єктів управління природокористуванням (державних, місцевих, підприємницьких, громадських) для досягнення оптимальних режимів природокористування для даної території; модель, що ґрунтується на комплексному екологічному і економічному обліку природно-ресурсного потенціалу, збалансованому врахуванні екологічних, економічних та соціальних і енергетичних аспектів сталого розвитку в процесі підготовки і прийняття стратегічних рішень.

**Інтегральний ресурс** — сукупність усіх видів природних ресурсів -біотичних, речовинних, енергетичних, інформаційних, — як чинників життя суспільства, людини в поєднанні з інтелектуальними, матеріальними і трудовими

ресурсами.

**Інтегральні індикатори** — система базових індикаторів, що відображають сукупність екологічних (екосистемних), економічних, енергетичних, соціальних змін в об'єктах інтегрованого управління (наприклад, територіальні еколого-господарські системи, зональні системи природокористування, природовідтворення, територіальні соціоприродні системи — територіальні громади).

**Інтегральні характеристики** — це кількісні або якісні синтетичні показники, характеристики синергетичної взаємодії, взаємозв'язку різних систем (екологічних, господарських, соціальних); результативність, ефективність функціонування інтегрованого управління природокористуванням.

**Інтегративність** — концепція системно-синергетичної моделі управління складними системами та процесами їх перетворення, що ґрунтується на синергетичних законах, механізмах самоорганізації та самоврядування.

**Інтеграційний підхід** — характерний для концепції сталого розвитку, один з методологічних підходів до розв'язання проблем цілісного сприйняття і зведення до єдиної критеріальної бази різнорідних складних систем, сфер життєдіяльності — економічної, екологічної, соціальної, з метою отримання синергетичного ефекту, тобто збільшення за рахунок інтеграції складових сталого розвитку ефективності кінцевого результату (сумарний ефект значно більший, ніж ефект кожного окремого компонента).

**Інтегрована ефективність** — це ефективність будь-якої діяльності, що ґрунтується на комплексному врахуванні екологічних, економічних і соціальних чинників і забезпеченні еколого-соціо-екологічної збалансованості результатів діяльності.

**Інтегроване управління** — це управління коеволюцією (спільним розвитком) природи і суспільства, орієнтоване на інтегральний ефект, із застосуванням інтегральних механізмів — еколого-правових, еколого-економічних, еколого-освітніх, які діють у синергетичному взаємозв'язку.

**Інтегровані екосистемні критерії оптимізації природокористування** — це екосистемні функціональні характеристики синергетичної збалансованості; показники господарської (несучої) ємності екосистеми, їх асиміляційного потенціалу, які вибираються у якості обмежуючих критеріїв оптимізації в конкретних екосистемних гранично-допустимих умовах господарювання і природокористування.

**Інтродукція** — навмисне або випадкове розселення особин якогось виду істот за межі ареалу.

**Інфраструктура екологічна** — комплекс спеціалізованих споруд, підприємств, установ, мереж і технологічних систем, які забезпечують умови для екосистемних досліджень і спостережень (екологічного моніторингу) та збереження і підтримки функціонування екосистем, середовища життєдіяльності людини, а також сукупність природних охоронних територій (заповідники, природоохоронні зони тощо).

**Інфраструктура природокористування** — сукупність усіх форм використання природно-ресурсного потенціалу і заходів щодо його

відтворення. Науково-господарська інфраструктура охоплює комплекс науково-дослідницьких і функціонально-господарських, організаційних, управлінських засобів, умов для реалізації механізмів забезпечення збалансованого, оптимального природокористування.

**Інфраструктурний інтеграційний підхід** — це підхід до забезпечення територіальної екосистемної та соціально-економічної цілісності функціонування і сталого розвитку територіальних інфраструктур.

**Кадастр** — систематизований звід даних, що містять якісний і кількісний опис об'єктів або явищ з їх фізико-географічною характеристикою. Може містити рекомендації з використання об'єктів або явищ.

**Канібалізм** — поїдання особин свого виду, інколи свого потомства.

**Канцероген** — речовина або фізичний агент, що сприяє розвитку злоякісних утворень. Більшість *К.* мають антропогенне походження.

**Кластер** — це галузево-територіальні добровільні об'єднання суб'єктів господарювання, природокористування, підприємницьких структур, наукових і освітніх установ, громадських організацій та органів місцевої влади з метою підвищення конкурентоспроможності виробництва, продукції та сприяння сталому розвитку регіону.

**Кластерна модель** — це територіально-еколого-економічна модель сталого розвитку, яка базується на синергетичних принципах кооперування суб'єктів господарювання, підприємництва, їх соціоприродної і еколого-економічної самоорганізації, самоуправління.

**Коменсалізм** — постійне або тимчасове співжиття особин різних видів, коли один із партнерів живиться рештками їжі або продуктами виділень іншого, не завдаючи йому шкоди.

**Компетентність** — продемонстровані чи підтвержені особисті та професійні якості і доведена спроможність оновлювати і застосовувати знання та вміння (нормативне визначення).

**Комплексний підхід** — це визначений у міжнародних програмних документах зі сталого розвитку методологічний підхід як міжсередовищний (екосистемний) підхід до вирішення екологічних проблем; запобігання забрудненню; до комплексного (еколого-економічного) обліку, комплексної оцінки рівня екологізації тощо.

**Конкуренція** — суперництво або будь-які інші антагоністичні відносини між особинами одного чи різних видів.

**Консумент** — організм, який живиться готовою органічною речовиною. *К.* першого порядку — рослиноїдні тварини; другого, третього і т. д. порядків — хижаки.

**Концентрація гранично допустима** — кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка практично не впливає на здоров'я людини і не спричинює несприятливих наслідків у її потомства.

**Космічне випромінювання** — потік стабільних часточок високих енергій, які надходять на Землю із світового простору.

**Криза екологічна** — напружений стан взаємовідносин між людством і

природою, що характеризується невідповідністю розвитку продуктивних сил і виробничих відносин у людському суспільстві ресурсно-екологічним можливостям біосфери.

**Критерій екологічний (екосистемний)** — ознака, на підставі якої здійснюється оцінка, визначення або класифікація екологічних систем, процесів, явищ. Критерій екологічний може бути природоохоронним (збереження цілісності екосистеми), антропоєкологічним (вплив на людину) і господарським або еколого-господарським (екологічні обмеження).

**Ландшафт** — відносно однорідна географічна ділянка, з природними межами; відрізняється від інших ділянок своєю структурою, характером взаємозв'язків і взаємодій між природними компонентами.

**Літосфера** — верхня тверда оболонка Землі, яка включає земну кору і верхню мантію Землі.

**Локальний** — місцевий, стосується обмеженої місцевості.

**Меліорація** — значна зміна природного середовища з метою її поліпшення для ведення господарства (сільського, лісового) або життя людей, існує понад 35 видів.

**Міграція** — переміщення тварин, зумовлене зміною умов у місцях їх існування або пов'язане з циклом їх розвитку.

**Міждисциплінарний підхід** — це освоєння, спільний розгляд багатьох дисциплін на єдиній системно-синергетичній та методологічній основі вирішення складних проблем.

**Модель екосистеми** — уявлення про екосистему як про відкриту систему, що обмінюється із середовищем речовиною (ресурсом) та енергією з імітацією екосистемних явищ, процесів за допомогою лабораторних, логічних, математичних та натуральних моделей. Для цілей оптимізації використання природно-ресурсного потенціалу модель екосистеми доцільно представляти як сукупність репродукційного і асиміляційного її потенціалів, господарської (несучої) ємності з відповідною критеріальною базою оптимізації.

**Модель компетентності** — це структурована синергетична модель взаємодоповнених і взаємопов'язаних, базових (фундаментальних) і спеціальних суміжних систем знань, загального практичного професійного досвіду і досвіду вирішення конкретних проблем реалізації проектів, програм, відповідної спеціальної підготовки (підвищення кваліфікації) та особистих професійних якостей.

**Моніторинг** — комплексна система спостережень, оцінки і прогнозу змін стану біосфери або її окремих компонентів внаслідок дії антропогенних впливів.

**Мутаген** — будь-який фактор (агент), що зумовлює мутацію.

**Навантаження антропогенне** — ступінь прямого та опосередкованого впливу людей і їх господарювання на природу в цілому або на її окремі екологічні компоненти (ландшафти, природні ресурси, види живих істот).

**Нейтралізація відходів** — обробка їх з метою зниження або повного усунення шкідливого впливу на середовище життя.

**Ноосфера** — вища стадія біосфери, пов'язана з виникненням і становленням у ній цивілізованого людства, а також з періодом, коли розумна людська діяльність стає головним фактором розвитку на Землі.

**Обмеження екологічне** — ландшафтно-біологічна або фізико-хімічна заборона, пов'язана з несприятливим впливом господарської діяльності на середовище життя.

**Озоновий екран** — шар атмосфери над поверхнею Землі (на висоті максимум 20-25 км) з підвищеною (у 10 разів) концентрацією озону, що поглинає ультрафіолетове випромінювання. Певні види антропогенної діяльності призводять до порушення щільності озонового екрану.

**Оптимізація використання природно-ресурсного потенціалу** - це процес пошуку варіантів збалансованого природокористування, досягнення гранично допустимого використання природного капіталу за умов збереження і підтримки екосистемної рівноваги, властивостей стійкості і самовідтворення асиміляційного потенціалу завдяки застосуванню комплексу спеціальних нормативно-правових, еколого-економічних механізмів; інженерно-екологічних методів, засобів тощо.

**Оптимізація територіально-екологічна** — підтримання екологічної рівноваги за допомогою раціонального співвідношення різною мірою перетворених людиною і природних (екосистемних) зон, ділянок. Це співвідношення для територій, регіонів має певні найкращі еколого-соціально-економічні показники, до яких необхідно прагнути в цілях сталого розвитку.

**Освіта екологічна** — система навчання, спрямована на опанування теорією і практикою загальної екології як однієї з фундаментальних основ природокористування.

**Освітній механізм (управління)** — функціональна система “впровадження через навчання” інноваційних управлінських рішень, стратегій і програм розвитку, планів, спільних інтегрованих дій. Це європейська стратегія інтеграції освіти і сталого розвитку, навчання в процесі практичної діяльності.

**Охорона екосистем** — комплекс заходів із збереження цілісності екосистем, який включає запобігання різкій зміні екологічних компонентів, унеможливорює зникнення окремих елементів екосистеми і забезпечує підтримання екологічної рівноваги в екосистемах усіх ієрархічних рівнів — від біогеоценозу до біосфери.

**Охорона природи** — система заходів (технологічних, економічних, адміністративно-правових, біотехнологічних, просвітянських), які спрямовані на підтримання взаємодії між діяльністю людини і навколишнім природним середовищем і забезпечують збереження та відновлення природних ресурсів, запобігають прямому й опосередкованому впливу результатів діяльності суспільства на природу і здоров'я людини.

**Пам'ятка природи** — об'єкт природи, невеликий за розміром (дуже старе дерево, група екзотичних рослин, водоспад, скеля), а також природні об'єкти штучного походження (старовинні алеї, і арки, стави), які визначають як природні охоронні території.

**Пандемія** — епідемія, що охоплює весь світ або дуже велику його частину (наприклад, П. грипу, СНІДу).

**Паразитизм** — форма взаємовідносин різних організмів, один з яких є паразитом, а інший — живителем.

**Пестициди** - хімічні засоби захисту сільськогосподарських культур, дерев і ін.

**Планктон** — сукупність організмів (водорості, найпростіші та ін.), які вільно плавають у товщі води і не здатні самостійно пересуватися на велику відстань.

**Планування екологічне** — розрахунок потенційно можливого вилучення або іншої експлуатації природних ресурсів чи територій без помітного порушення існуючої екологічної рівноваги і без істотних збитків, які завдала одна господарська галузь іншим у разі сумісного використання ними природних ресурсів.

**Пластичність екологічна** — ступінь (амплітуда) стійкості організмів або їх угруповань проти впливів факторів середовища.

**Популяція** — сукупність особин одного виду, які існують у межах однієї території і вільно схрещуються між собою, але так чи інакше ізольовані від особин інших сукупностей (популяцій) того самого виду. П. є елементарною структурною одиницею виду.

**Принципи сталого розвитку** — всесвітньо визнані і визначені міжнародними договорами, закріплені у програмних документах ООН, науково й історично обґрунтовані принципи екосистемної цілісності, синергетичної кооперації і збалансованості, запобіжності; системної екологізації, екологічної відповідальності і обмеженості поведінки, діяльності людини, суспільства у навколишньому природному середовищі. Реалізація цих принципів ґрунтується у свою чергу на загальносистемних методологічних принципах інтегрального ресурсу, інтегрованого управління, цілісності інструментарію (регламентного, освітнього, інформаційного, облікового тощо). На принципах сталого розвитку розробляються стратегії збалансованого, заощадливого природокористування (використання природно-ресурсного потенціалу на умовах адекватного природовідтворення). Загальні принципи сталого розвитку викладені у Програмі дій "Порядок денний на XXI століття", ухваленій на конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) і підтверджені на Всесвітньому саміті ООН в Йоганнесбурзі (ПАР, 2002 р.).

**Приріст біомаси** — кількісне збільшення живої речовини популяції або угруповання за одиницю часу. Виражається в одиницях маси на одиницю площі.

**Природа:** 1) в широкому розумінні П. — це весь світ у різноманітності його форм; 2) сукупність природних умов існування людського суспільства, на яку прямо чи опосередковано впливає людство і з якою воно пов'язане завдяки своїй діяльності.

**Природно-ресурсний потенціал** — сукупність природних ресурсів та природних умов, екосистемних потенціалів, яка може бути використана на споживання у синергетичному процесі життєдіяльності при умовах збереження природовідтворювальних і оздоровчих функцій екосистеми.

Лімітується рівнем екологічної рівноваги і стійкості екосистем, принципами екологічно збалансованого розвитку.

**Природокористування** — сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу та заходів щодо його збереження; Я. включає видобуток і переробку природних ресурсів, їх поновлення, використання й охорону, раціональну зміну екологічного балансу природних систем.

**Проблема екологічна** — явища, пов'язані з істотним впливом людини на природу, із зворотним впливом природи на людину та економіку суспільства. Прогнозування впливу на середовище — передбачення змін у природному середовищі внаслідок впливу на нього планованого, будованого або нещодавно введеного в експлуатацію підприємства, споруди.

**Продуктивність біологічна** — біомаса, яку продукує популяція або угруповання на одиницю площі за одиницю часу.

**Продуценти** — організми, здатні утворювати органічну речовину з неорганічної.

**Радіочутливість** — ступінь уразливості організму до дії іонізуючої радіації, в тому числі ступінь загрози генетичних наслідків впливу іонізуючого випромінювання.

**Раціональне використання ресурсів** — максимально повне і багатоцільове використання природних благ з мінімальним вилученням нових природних ресурсів, яке забезпечує тривалий еколого-економічний баланс. Стратегії раціонального використання ресурсів повинні включати цільові показники у галузі охорони екосистем і забезпечення комплексного використання природних ресурсів, а також укріплення місцевих потенціалів (екосистемних). В плані дій Всесвітнього саміту ООН зі сталого розвитку в Йоганнесбурзі (ПАР, 2002р.) визначена система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів та збереження (охорони) цілісності екосистем із застосуванням комплексних підходів, додержання балансу між потребами збереження та відтворення екосистем, їх функцій, особливо уразливих екосистем, і господарськими, промисловими потребами людей. Це потребує створення комплексного, багатодисциплінарного і міжсекторального управління і відповідних регулятивних механізмів на екосистемних засадах (інтегрованого управління).

**Регіональний** — той, що стосується певної території.

**Редуценти** — організми, які живляться мертвою органічною речовиною та перетворюють її до простих неорганічних сполук, що використовуються продуцентами.

**Резерват** — природна охоронна територія із заповідним або заказниковим режимом.

**Рекреація** — відпочинок, відновлення сил людини, затрачених у процесі праці.

**Релікт** — вид або сукупність рослин і тварин, які раніше були поширені, а нині трапляються на невеликій території.



**Репродукція** — відтворення особин.

**Ритмічність природних процесів** — повторення в часі певних процесів у ландшафтах або в усій географічній оболонці.

**Рівень забруднення** — абсолютна або відносна кількість шкідливих речовин у середовищі.

**Рівновага динамічна** — рівновага системи, яка підтримується за рахунок постійного відтворення її компонентів і структури.

**Рівновага екологічна** — баланс природних або змінених людиною природних компонентів і процесів, який веде до тривалого (умовно безкінечного) існування даної екосистеми.

**Рівновага природна** — первинна екологічна рівновага, яка виникає на основі балансу незмінних або слабо змінених людською діяльністю природних компонентів і процесів.

**Рівновага природно-антропогенна** — вторинна екологічна рівновага, яка виникає на основі балансу змінених людською діяльністю природних компонентів і природних ресурсів.

**Розмір екосистем** — функціонально-територіальний простір, за наявності якого можливий перебіг процесів саморегуляції і самовідновлення всіх середовищеутворювальних компонентів і елементів, що складають екосистему

**Сад ботанічний** — колекція живих рослин дикої флори та інтродукованих з інших областей і зон культиваторів, які розміщують за певними принципами.

*С. б.* створюють з науковою, навчальною, природоохоронною, рекреаційною метою.

**Самоочищення** — природне руйнування забрудника в середовищі (воді, ґрунті та ін.) внаслідок природних фізичних, хімічних і біологічних процесів.

**Саморегуляція** — здатність природної (екологічної) системи до поновлення внутрішніх властивостей і структур після природного або антропогенного впливів, які змінили ці властивості і структури.

**Середовище абіотичне** — сили і явища природи, походження яких прямо не пов'язані з життєдіяльністю організмів (включаючи людину).

**Середовище антропогенне** — середовище природне, прямо чи опосередковано, навмисне або ненавмисне змінене людиною.

**Середовище біотичне** — сили і явища природи, які своїм походженням зобов'язані організмам, що існують тепер.

**Середовище навколишнє** — сили і явища природи, її речовина і простір, діяльність людини і продукти її праці, які перебувають у прямому контакті з об'єктом чи суб'єктом.

**Середовище розвитку** — усі модифікації природного середовища, навмисне чи ненавмисне створені людиною (сільськогосподарські вгіддя, промислові відвали та ін.), споруди і речі, які оточують людину і впливають на неї.

**Симбіоз** — форма тривалого співжиття організмів різних видів, за якого обидва організми (симбіонти) мають від цього певну користь.

**Синекологія** — розділ екології, що вивчає взаємовідносини популяцій, угруповань і екосистем з середовищем.

**Синергетика** — міждисциплінарна галузь досліджень кооперативних процесів самоорганізації і саморозвитку у різних природних і соціальних складних системах. Поняття синергетики у першу чергу пов'язане з оцінкою і оптимізацією упорядкованості поведінки, діяльності, просторової кореляції параметрів порядку, стійкості; взаємної координації підсистем, ентропії.

**Синергетичний ефект** — посилення ефекту дії кожного екосистемного (системного) фактору за рахунок кооперування з іншими факторами, системами, комплексний вплив на стан екосистеми чи організму кількох чинників.

**Синергетичні механізми** — це природна сукупність механізмів ентропії енергії, адаптації до зміни умов існування, біфуркації (якісних змін, перетворень), креативності (здатність до самовідтворення), механізми зворотного від'ємного і позитивного зв'язку (компенсаційної протидії середовищу чи посилення позитивної дії середовища). За спрямованістю дії розглядаються ендогенна група механізмів (має внутрішньо-системну спрямованість і пов'язана із змінами у самій системі) та екзогенна група (спрямована на зміни параметрів зовнішнього середовища). Дослідження синергетичних механізмів це самостійний напрямок екосистемних (синергетичних) досліджень.

**Смог** — поєднання пилових частинок і крапель туману; термін, який широко використовується для характеристики забруднення повітря; спричинює задуху, алергійні реакції, подразнення очей та ін.

**Стабільність біосфери** — здатність біосфери протистояти зовнішнім, внутрішнім і антропогенним впливам.

**Стабільність екологічна** — здатність екосистеми протистояти негативним абіотичним, біотичним і антропогенним факторам середовища.

**Сталий розвиток** (sustainable development) — це стратегія оптимального розвитку регіону, суспільства, держави за умов гармонізації економічних, соціальних і екологічних процесів розвитку, їх збалансованості і узгодженості. Досягнення оптимальної синергетичної збалансованості стратегічних цілей відбувається шляхом застосування методології комплексного екосистемного підходу до процесів прийняття стратегічних рішень та інтеграційної методології управління сталим розвитком (інтегрованого управління).

**Стратегічні принципи освіти для сталого розвитку (ОСР)** — це система навчально-практичних фундаментальних положень, які ґрунтуються на підході до поняття "сталий розвиток", як безперервного процесу навчання, дослідження проблем та їх розв'язання через процес навчання, коли правильні відповіді й рішення можуть змінюватися в міру накопичення досвіду. Фундаментальним принципом ОСР є принцип інтеграції, який трансформується у міждисциплінарні та багатодисциплінарні підходи, що орієнтують на проблематику (а не на предметну тематику), системну методологію спільної роботи над проектами (спеціалістів, викладачів, учнів),

інтегроване управління знаннями. Інтеграційний принцип навчання спрямований на системні перетворення всіх сфер і вимірів, що відображають збалансованість, а не лише часткові зміни в одній сфері. Процес інтеграції охоплює не лише економічні, екологічні, соціальні, технологічні аспекти системи знань, але й їх інституційні аспекти — міжгалузеві, міжвузівські, міжкафедральні форми співпраці (наприклад, міжвузівські модульні навчально-практичні програми управління сталим розвитком різних об'єктів).

**Стратегія ЄЕК ООН з освіти в інтересах сталого розвитку** — стратегічний міжнародний документ, розроблений комітетом з екологічної політики Європейської економічної комісії ООН і прийнятий на нараді високого рівня представників міністерств освіти і навколишнього середовища у Вільнюсі 17-18 березня 2005 року (за участю України). Мандат на підготовку Стратегії визначено в заяві міністрів навколишнього середовища регіону ЄЕК ООН, зробленій на Київській Конференції "Довкілля для Європи" (Київ, травень 2003 р.). Мета Стратегії полягає в заохоченні держав-членів ЄЕК ООН до інтеграції освіти на принципах сталого розвитку у свої системи формальної освіти у рамках усіх відповідних дисциплін для сприяння сталому розвитку, впровадження принципів сталого розвитку через формальну і неформальну освіту.

**Структура популяції** — статеві-віковий, генетичний, фенотиповий склад популяції.

**Твердість води** — вміст у ній розчинних солей лужноземельних металів — кальцію, магнію та ін.

**Токсичність** — отруйність.

**Толерантність** — здатність організмів витримувати відхилення факторів середовища від оптимальних.

**Трофічний рівень** — сукупність організмів, об'єднаних типом живлення.

**"Чисте" виробництво** — виробництво, яке використовує екологічно чисті технології на протязі повного життєвого циклу продукції.

**Умови існування** — сукупність природних особливостей існування організмів (абіотичних і біотичних факторів) та антропогенних впливів.

**Управління знаннями (компетентністю)** — це безперервний функціональний процес оцінювання потреб в оновленні знань, компетентності персоналу, спеціалістів; відповідності рівнів компетентності вимогам ефективного вирішення проблем; організації оцінювання і поглиблення компетентності персоналу згідно прийнятих програм. Це процес організації «впровадження через навчання», орієнтований на вирішення конкретних проблем із застосуванням інноваційних методологій, технологій.

**Утилізація промислових відходів** — використання їх як вторинної сировини, палива, добрива тощо.

**Утилізація стічних вод** — використання корисних компонентів, які містяться в побутових, промислових стоках або застосування цієї води після очищення для зрошення сільськогосподарських угідь.

**Фактор (чинник)** — умова, рушійна сила, причина якогось явища.

**Фітонциди** — хімічно активні продукти життєдіяльності рослин, що пригнічують або вбивають мікроорганізми, в тому числі й хвороботворні.

**Фітоценоз** — сукупність рослин на відносно однорідній ділянці земної поверхні.

**Фотоперіодизм** — реакція організмів на співвідношення тривалості дня і ночі.

**Фотосинтез** — утворення вищими рослинами, водоростями, фотосинтезуючими мікроорганізмами органічних речовин за допомогою світлової енергії Сонця та хлорофілу.

**Функції природи** — роль, яку виконують чинники природного середовища стосовно людини або цілісних систем природи. Розглядають екологічні, фізіологічні, інформаційні, ресурсні, соціальні, економічні функції природи.

**Характеристики сталості (стійкості) системи** — це характеристики витривалості (здатність системи зберігати свої функціональні особливості або можливості їх відновлення при відхиленні умов від оптимальних параметрів), толерантності (здатність сприймати ті чи інші несприятливі впливи), резистентності (характеризує здатність протидіяти впливу негативних чинників або пригнічувати їх вплив), стабільності (здатність системи зберігати свою структуру і функціональні особливості), стійкості (здатність системи зберігати свою структуру і функціональні особливості, достатні для діяльності).

**Хемоавтотрофи** — організми, здатні синтезувати органічну речовину із неорганічної внаслідок окислення аміаку, сірководню та інших речовин.

**Хемосинтез** — тип живлення бактерій, що ґрунтується на засвоєванні ними CO, внаслідок окислення неорганічних сполук.

**Хижацтво** — форма міжвидових взаємозв'язків, в основі яких лежать трофічні зв'язки; при цьому особини одного виду поїдають особин іншого виду.

**Ценобіоз** — сумісне життя організмів в угрупованнях.

**Ценоз** — будь-яке угруповання організмів.

**Цикл біохімічний** — кругообіг хімічних речовин із неорганічної природи через рослинні і тваринні організми знову в неорганічне середовище.

**Чинники економіки замкненого циклу** — це п'ять напрямків діяльності економічно-раціональної циркуляції матеріалів, відходів, збереження і заміщення не відновлювальних ресурсів — скорочення (споживання ресурсів), заміщення (не відновлювальних відновлювальними ресурсами), рекуперація, рециркуляція, повторне використання відходів.

**Чисельність організмів** — загальна кількість особин у популяції виду або на певній території.

**Шум** — одна з форм фізичного забруднення, адаптація до якої неможлива.

## ЕКОЛОГІЧНИЙ КАЛЕНДАР

<b>Січень</b>	18-25 січня	<p style="text-align: center;"><b>Великий зимовий облік птахів</b></p> <p>Зимовий облік птахів часом називають Різдвяним. Традиція обліку птахів народилася в 1990 році, у США, коли редактор орнітологічного журналу Bird-Lore Френк Чепмен запропонував новий спосіб проведення Різдвяного полювання – з біноклем в руках замість зброї. За його закликком, вперше 26 людей провели цей святковий день разом з пташками, спостерігаючи і вивчаючи їх, радіючи їх польоту та свободі. З цього часу “звичка” обліковувати птахів в Різдвяні дні широко поширилася на теренах США, Канади, Латинської Америки, Карибських, деяких Тихоокеанських островів. Сьогодні більше ніж 50000 людей обліковують птахів</p>
	29 січня	<p style="text-align: center;"><b>День мобілізації зусиль проти загрози ядерної війни</b></p> <p>Святкується з 1985 р. з моменту прийняття Делійської декларації про принципи вільного від ядерної зброї та ненасильницького світу, в якій міститься заклик до припинення гонки ядерного озброєння, скорочення та поступової ліквідації ядерних арсеналів і усунення загрози ядерної війни. Декларація була прийнята на нараді голів держав і урядів Індії, Аргентини, Греції, Мексики, Танзанії і Швеції.</p>
<b>Лютий</b>	2 лютого	<p style="text-align: center;"><b>День водно-болотних угідь</b></p> <p>Ця подія покликана звернути увагу громадськості і Урядів різних країн світу на цінність водно-болотних угідь (ВБУ) для підтримки збалансованого розвитку нашої планети. Цього дня у 1971 році в Іранському місті Рамсар підписано Конвенцію про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином, як середовища існування водоплавних птахів (Рамсарська конвенція). 2.02.1996 р. визначено як дату святкування Конвенції про ВБУ на цілій земній кулі. Святкування висвітлює важливість ВБУ для людей і потребу їх розумного використання. ВБУ є важливою частиною біорізноманіття, і цей день існує, зокрема, для того, щоб показати, що ці угіддя є добре захищеними. Основне гасло Конвенції – “немає водно-болотних угідь – немає води”.</p>
		<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день захисту морських ссавців</b></p> <p>Цей день вважається днем захисту не лише китів, але і всіх морських ссавців та інших живих істот морів і океанів. Святкується з 1986 року, коли після 200-ї річниці винищення китів Міжнародна китова комісія ввела заборону на китовий промисел та торгівлю китовим м'ясом.</p>

	19 лютого	<p>Щорічно в цей день різні екологічні організації проводять акції захисту китів та інших морських ссавців. Часто екологи об'єднуються і присвячують цей день захисту одного унікального виду, якому загрожує небезпека зникнення. В Україні це свято можна назвати днем захисту дельфінів, адже вони є єдиними представниками морських ссавців, які мешкають у наших солоних водах. Раніше в Чорному морі жив тюлень-чернець, але востаннє його бачили 20 років тому. Загалом у Чорному і Азовському морях є три види дельфінів: афаліни, білобочки й азовки. Всі три види занесено до Червоного списку МСОП, Червоної книги України (2009), II додатку до Бернської конвенції, II додатку до Боннської конвенції і угоди ACCOBAMS.</p>
Березень	1 березня	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день захисту тюленів</b></p> <p>Цей день повинен покласти край комерційному промислу Гренландських тюленів! Їх вбивають як і раніше, жорстоко і безглуздо. Незважаючи на протести у всьому світі, заборони Європарламенту на торгівлю виробами з тюленів, істотне обмеження квот на здобич гренландського тюленя в Білому морі (35 000 на рік) і в прибережних водах Канади промисел триває, дитинчат як і раніше дозволено добувати. Популяція катастрофічно скорочується через глобальне потепління клімату і знищення середовищ їх існування (біотопів) у зв'язку з розширенням судноплавства.</p>
	14 березня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день дій проти гребель, на захист річок, води і життя</b></p> <p>Цей день оголошено за ініціативи громадської організації "Міжнародна мережа річок" (США). "За річки, воду і життя" - девіз цього дня. У березні 1997 року в Бразилії, в місті Курітіба, відбулася Перша міжнародна конференція проти будівництва крупних гребель, яка встановила щорічно 14 березня відзначати день боротьби з греблями в захист Річок, Води і Життя. Конференція запропонувала всі дії проводити під гаслом: "Хай вода несе життя, а не смерть!" і закликала уряди, міжнародні агентства й інвесторів встановити мораторій на будівництво крупних гребель, поки не буде вироблена міжнародна незалежна експертиза проектів їх зведення, а також компенсований збиток людям і природі.</p>
		<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день лісів</b></p> <p>Цей день відзначає значення і внесок лісів і лісового господарства в житті суспільства. Щороку в цей день фахівці з усього світу знаходять час для обговорення користі з лісу, товарів і послуг, отриманих з нього.</p>

<p>21 березня</p>	<p>Населення може дізнатися як має відбуватись збалансоване управління лісами, невиснажливе використання лісових ресурсів (без завдання шкоди лісовим екосистемам) з метою їх збереження для майбутніх поколінь. Цю традицію було започатковано в 1971 р. під час загальних зборів Європейської конфедерації сільського господарства, метою яких було обговорення важливості вміння цінувати значення власних лісових ресурсів. Так і зародилася ідея проголошення Всесвітнього дня лісів, яка ж була підтримана Організацією ООН з питань продовольства і сільського господарства (ФАО). Європейська конфедерація зазначила, що цей день має бути набагато важливішим за Всесвітній день дерева. “Всесвітній день лісів потрібно використовувати для розповсюдження інформації щодо всіх аспектів багатства лісу, представлених з трьох точок зору: виробництво, захист та відновлення, а також їх зв’язок із заповіданням”, – було зазначено конфедерацією. Ліси забезпечують суспільство багатьма цінностями. Це не лише чиста прісна вода, безпечна домівка для нашої флори і фауни, деревина для наших будівель, сировина для паперу, пилок і нектар для бджолярства, неймовірна кількість безцінних археологічних, історичних та культурних об’єктів. Це – саме життя. Тому любіть ліс і святкуйте це чудове свято. Цей день зв’язаний з діяльністю щодо насадження лісів і висвітлення важливості збільшення кількості зелених насаджень. Він визначається урядами і міжнародними організаціями для визначення плану збереження (сертифікації) лісів.</p>
<p>22 березня</p>	<p><b>Всесвітній день водних ресурсів (День охорони водних ресурсів. Міжнародний день води)</b></p> <p>Вперше ідея про призначення такого свята була озвучена на Конференції ООН, присвяченій охороні довкілля і розвитку (ЮНСЕД) в 1992 р., в Ріо-де-Жанейро. Генеральна Асамблея ООН в 1993 р. прийняла офіційне рішення про проведення Всесвітнього дня водних ресурсів, що нагадує всім жителям планети про значення і важливість води і продовження життя на Землі. З 1993 р. офіційно на всій планеті стали святкувати Всесвітній день води. Цього дня організація по захисту довкілля звертається до всіх держав із закликом приділяти більше уваги захисту водних ресурсів планети і проводити конкретні дії на національному рівні. У червні 1999 р. в Лондоні на III Конференції міністри екології і охорони здоров'я 35 країн Європи (і Україна), підписали Протокол по проблемах води і здоров'я, зобов'язавшись оберігати своїх громадян від захворювань, пов'язаних із забрудненням води, захищати водні ресурси, створювати системи усунення небезпечних ситуацій.</p>

		Щороку, 22 березня ООН призначає конкретний підрозділ власної організації, який контролюватиме дотримання правил проведення Всесвітнього дня води. Щороку у цей день піднімається нова проблема, пов'язана із забрудненням водних ресурсів на планеті і звучить заклик до її рішення.
	23 березня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній метеорологічний день</b></p> <p>Щороку 23 березня Всесвітня Метеорологічна Організація (ВМО), 188 країн – її членів та світове метеорологічне товариство святкують Всесвітній метеорологічний день. Цього дня відзначається набрання чинності у 1950 році Конвенції ВМО, у відповідності до якої була створена Організація. Згодом, а точніше у 1951 році, ВМО отримала статус спеціальної установи системи ООН. Метою святкування є акцентування важливості метеорології і метеорологічної служби у забезпеченні благополуччя населення. Кожного року вибирається нове гасло цього дня, яке покликане допомогти людям зрозуміти значення метеорологічної служби. Темою Всесвітнього метеорологічного дня є якість “Погоди, клімату і повітря, яким ми дихаємо”.</p>
Квітень	1 квітня	<p style="text-align: center;"><b>День зустрічі птахів</b></p> <p>Міжнародний день птахів проходить щорічно в рамках програми ЮНЕСКО “Людина і біосфера”. 1.04.1906 р. була підписана Міжнародна конвенція по охороні птахів. День птахів – це не лише річниця Конвенції, але і час прильоту пернатих із зимівель. Вперше цей день, як масове дитяче свято, став проводитися в США. Організатором виступив педагог з містечка штату Пенсільванія. Незабаром його підтримала одна з популярних газет “Пітсбургська телеграфна хроніка”, що популяризувала День птахів. Це свято вперше в СРСР святкувалося в Москві 11-12.05.1924 р. юннатами Центральної біостанції під керівництвом орнітолога Н.І. Дергунова в Погоно-Лосино-Островському лісництві, що поблизу Москви. В 1928 році у святкування цього свята у СРСР вже взяло участь 65 тис. людей. У 1960-х роках цей день через формалізм та обов’язковість перетворився в надокучливий обов’язок і з часом припинив своє існування. В 1999 році Союзом охорони птахів Росії було відроджено святкування Дня зустрічі птахів. В нашій країні цим святом опікується Українське товариство охорони птахів (УТОП).</p>



7 квітня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній День Здоров'я</b></p> <p>Ідея всесвітнього дня здоров'я була висунута на I-й сесії Всесвітньої асамблеї охорони здоров'я в 1948 році. З 1950 року 7 квітня оголошується днем ратифікації Статуту ВООЗ - міжурядової спеціалізованої установа ООН, покликаної координувати міжнародну співпрацю в галузі охорони здоров'я і надавати допомогу державам в поліпшенні медичного обслуговування. Щорічно цього дня надається можливість привернути увагу світовій громадськості до якої-небудь важливої теми глобальної охорони здоров'я.</p>
третя субота квітня	<p style="text-align: center;"><b>Всеукраїнський день довкілля</b></p> <p>В Україні стали відзначати цей день з квітня 1999 року, після того, як 6 серпня 1998 року Президент України Леонід Кучма на підтримку ініціативи Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України і громадських екологічних організацій, видав Указ "Про День довкілля" № 855/98. Згідно указу в Україні День довкілля наголошується щорічно в третю суботу квітня. Ця дата покликана відзначити Стокгольмську конференцію з довкілля, яка стала однією з важливих в історії екологічного руху, оскільки цього дня була заснована UNEP (United Nations Environment Network) - Екологічна програма ООН, яка зараз є основним організатором і ідеологом всесвітнього Дня довкілля.</p>
3-4 тиждень квітня	<p style="text-align: center;"><b>"Марш парків" – щорічна міжнародна екологічна акція на підтримку заповідної справи</b></p> <p>Марш парків святкується з 1995 року за ініціативою Центру охорони дикої природи (ЦОДП) в Росії, Україні, Білорусії, Вірменії та інших державах. У "Марші парків" беруть участь сотні парків – міжнародна акція суспільної підтримки особливо природоохоронних територій. ЦОДП виступає організатором і координатором проведення "Маршу парків", сприяє його проведенню в Росії, Україні та інших країнах СНД. Щорічно у "Маршу парків" беруть участь сотні тисяч людей. Більше 200 держав та не урядових організацій співпрацюють з ЦОДП в якості організаторів, місцевих Маршів. Під час "Маршу парків" відбуваються круглі столи, концерти, фестивалі, конференції, екскурсії тощо. Марші парків сприяють залученню національного бізнесу в природоохоронну благодійну діяльність. Спеціально розроблені заходи пропаганди та заохочення. За п'ять років Марші парків принесли заповідникам та національним паркам 650000\$ спонсорської допомоги.</p>

	22 квітня	<p align="center"><b>Міжнародний день Землі</b></p> <p>У 1969 році в США зі свердловини біля Санта-Барбари вилилися мільйони тонн нафти, внаслідок чого загинула безліч птахів і морських тварин. На згадку про цю катастрофу, за пропозицією професора Д. Хайса і студентів щороку, 22 квітня проводиться День Землі, який з 1994 року оголошений всесвітнім. У той рік безліч обрізків матерії з написами і малюнками були пронесені по нашій планеті. З них склали прапор Землі площею 660 м<sup>2</sup>, який символізує єдність людей в турботі про екологічне майбутнє планети і закликає відноситися з повагою до навколишнього нас світу. З 1990 року цей день проголошено міжна-родним. В Україні Міжнародний день Землі відзначається з 1992 року акціями, заходами, круглими столами, конференціями тощо.</p>
	26 квітня	<p align="center"><b>День пам'яті загиблих в радіаційних аваріях і катастрофах</b></p> <p>Цей день пов'язаний з аварією на Чорнобильській АЕС, яка вважається однією з найбільших катастроф сучасності.</p>
Травень	3 травня	<p align="center"><b>День Сонця</b></p> <p>Аби привернути увагу до можливостей використання поновлюваних джерел енергії європейське відділення Міжнародного суспільства сонячної енергії (MOSE) (ISES-Europe), починаючи з 1994 р., на добровільній основі організовує щорічний День Сонця. Ентузіасти і професіонали, громадські організації і фірми по всій Європі організовують різного роду заходи, пов'язані з демонстрацією можливостей використання сонячної енергетики.</p>
	10 травня	<p align="center"><b>Міжнародний день мігруючих птахів</b></p> <p>Міжнародна спільнота 10 травня відзначає Всесвітній день мігруючих птахів. Святкування проходить під гаслом "Перепони на шляху міграції". Традиційно ці дні відзначаються низкою подій по всьому світу: проведенням семінарів, фотовиставок, конкурсів для учнів і молоді тощо. Для багатьох птахів характерні сезонні міграції, найчастіше перельоти. Щороку мігруючі птахи долають гори, океани, пустелі і негоду під час своїх мандрівок на виживання. Останнім часом чисельність мігруючих птахів, які здійснюють перельоти між Африкою, Близьким Сходом і Європою, значно скоротилася. Причини скорочення чисельності залежать від виду й типу мігранта. Мігруючі птахи дуже вразливі до ландшафтних змін, що відбуваються внаслідок інтенсифікації сільського господарства, спустелювання, вирубування лісів і зміни клімату.</p>

<p>12 травня</p>	<p style="text-align: center;"><b>Свято екологічної освіти</b></p> <p>Нині антропогенна дія на біосферу набула безповоротного характеру, що різко загостило протиріччя між зростаючими потребами суспільства і можливостями природи. Екологічна освіта (ЕО) була висунута ЮНЕСКО і Програмою ООН з охорони довкілля в розряд основних засобів гармонізації взаємодії людини і природи. Стокгольмська конференція з охорони довкілля в 1972 р. прийняла рекомендацію про створення міжнародної програми з ЕО. В цілях виживання необхідно переосмислити взаємини людини, суспільства і природи на основі нових підходів і ідей. Практична реалізація ідей збалансованого розвитку пов'язана із зміною стереотипу культури взаємин людини і природи. По визнанню вітчизняної і світової громадськості центральним чинником у вирішенні проблем взаємин "Людина-Суспільство-Природа" стає ЕО. Вона вважається сьогодні пріоритетом у навчанні і вихованні в загальноосвітніх школах. Конференція ООН в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., що обговорювала проблеми довкілля і розвитку освіти, в своїх документах і рішеннях підкреслила величезне значення ЕО в реалізації стратегії виживання і збалансованого розвитку людства. Метою ЕО і виховання є формування екоцентричного типу екологічної свідомості, оскільки лише свідомість визначає поведінкові реакції людини, його вчинки, що виражаються в екологічній культурі. День відмічається шляхом організації і проведення конференцій і семінарів, круглих столів, присвячених питанням стану довкілля. Організовується у навчальних закладах усіх рівнів – починаючи з дитячих садочків, ВНЗ та закінчуючи центрами підвищення кваліфікації державних службовців.</p>
<p>15 травня</p>	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день клімату</b></p> <p>Святкується у зв'язку з оголошенням метеорологами необхідності захисту клімату як ресурсу для добробуту нинішніх і прийдешніх поколінь, адже клімат погода, природні катаклізми здійснюють суттєвий вплив на продовольчу, життєву, майнову безпеку, на водні ресурси, відпочинок та збалансований розвиток усіх держав без винятку. Міжнародне товариство, визнаючи небезпеку, пов'язану з постійним зростанням викидів парникових газів, домовилося підписати Рамкову Конвенцію ООН з питань зміни клімату в 1992 р. Країни, що підписали Протокол домовилися зменшити викиди парникових газів до рівня меншого на 5% від рівня базового року в цільовому періоді з 2008 по 2012 роки.</p>

22 травня	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день біорізноманіття</b></p> <p>20.12.2000 р. Генеральна Асамблея оголосила 22 травня Міжнародним днем біорізноманіття (день прийняття Конвенції про біорізноманіття). Раніше цей День відзначався 29.12, але 2000 р. Конференція учасників Конвенції рекомендувала змінити дату для того, щоб привернути більше уваги до цього заходу. Оголошуючи 2010-й Міжнародним роком біорізноманіття, ООН прагне привернути увагу людства до необхідності зберігати і раціонально використовувати природу Землі та об'єднати зусилля у справі збереження її екосистем і захисту особливо цінних об'єктів природи. Зараз, за даними ООН, під загрозою зникнення перебуває понад 7 тисяч видів тварин і майже 60 тисяч видів рослин. Передбачається, що захід стимулюватиме корінні зміни у відношенні людей до збереження біорізноманіття.</p>
24 травня	<p style="text-align: center;"><b>Європейський День парків</b></p> <p>Європейський День Парків організований Федерацією ЕВРОПАРК (EUROPARC Federation) - це європейська організація, яка об'єднує природні території, що охороняються в 36 європейських країнах. Проведений вперше в 1999 р., цей день тепер святкується щорічно по всій Європі 24 травня. Дата святкування була вибрана не випадково - саме 24 травня 1909 року в Швеції був створений перший з дев'яти Європейських Національних Парків. Зараз Європейський день парків символізує міжнародну солідарність територій, що охороняються. Свято організоване з метою підтримання статусу заповідників Європи, щоб викликати суспільну підтримку їх роботи. В цей дня проводяться багаточисельні заходи на території і довкола заповідників, висувуючи на перший план їх захист, як зараз, так і в майбутньому.</p>
31 травня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день проти куріння</b></p> <p>Всесвітній день без тютюну встановлено в 1988 р. ВООЗ на 42 сесії Усесвітньої асамблеї охорони здоров'я. День відмови від куріння проголошено також в третій четвер листопада. Його встановило Американське онкологічне суспільство в 1977 р. Зараз перед світовою спільнотою стоїть завдання - добитися, аби в ХХІ ст. проблема куріння тютюну зникла. ВООЗ цією акцією застерігає населення Землі (палить більше 50% чоловіків і 25% жінок планети) від згубної звички за всю історію існування людства - никотиноманії, що стоїть в поряд з алкоголізмом і наркоманією.</p>

<b>Червень</b>	5 червня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день навколишнього середовища</b></p> <p>15.12.1972 р. Генеральна Асамблея проголосила 5 червня Всесвітнім днем навколишнього середовища (резолюція 2994 (XXVII), який буде проводитись з метою суспільного усвідомлення необхідності зберігати і поліпшувати стан довкілля. Обрання цієї дати обгрунтовано тим, що саме в цей день відкрилася Конференція ООН із проблем навколишнього середовища (Стокгольм, 1972), за результатами якої створено Програму Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (ЮНЕП). У 2000 році в цей день розпочато програму ООН “Тисячоліття довкілля – приступити до дій” для нагадування людству про його роль в охороні довкілля.</p>
	8 червня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день океанів</b></p> <p>На Міжнародному саміті вищого рівня, що відбувся в 1992 р. в Ріо-де-Жанейро, було прийнято нове свято, Всесвітній день океанів. Воно офіційно не затверджене ООН, але проголошене для всіх людей, які мають навіть найвіддаленіше відношення до Світового океану. Цього дня співробітники багатьох зоопарків, акваріумів, дельфінаріїв координують свої зусилля на боротьбу за права мешканців морських глибин і сприятливий екологічний стан. Якщо свято буде прийнято офіційно ООН, людство дістане можливість силами всіх людей зберегти природу в її кращому вигляді і потурбуватися про флору і фауну океану. Це послужить перешкодою до вимирання багатьох видів.</p>
	17 червня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день боротьби з опустелюванням і засухою</b></p> <p>У серпні 1977 року набрав чинності план дій боротьби з опустелюванням, а в 1994 році була затверджена конвенція ООН (резолюція 49/114) по боротьбі з ним в країнах, що переносять серйозні засухи. Генеральна Асамблея проголосила 17 червня “Всесвітнім днем боротьби із засухою” у 1995 р. у зв'язку з річницею з дня прийняття Конвенції ООН по боротьбі з опустелюванням 17 червня 1994 р. Згідно Конвенції, Державам пропонується підвищувати інформованість про необхідність міжнародної співпраці в боротьбі з опустелюванням і наслідками засухи. Опустелювання – це один з найбільш тривожних світових процесів деградації довкілля. Воно загрожує здоров'ю і джерелам засобів до співіснування більше 1 млрд. людей.</p>
	27 червня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день рибальства</b></p> <p>Всесвітній день рибальства оголошено з 1985 року. Свято встановлене рішенням Міжнародної конференції з регулювання і розвитку рибальства, що відбулася в липні 1984 р. в Римі</p>

Липень	11 липня	<p style="text-align: center;"><b>Всесвітній день народонаселення</b></p> <p>У 1989 році Рада керуючих Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) рекомендувала відзначати 11 липня як Всесвітній день народонаселення (рішення ПРООН 89/46). Ведучи відлік від 11 липня 1987 року, коли чисельність населення світу перетнула позначку 5 мільярдів мешканців, цей День має на меті загострити увагу на невідкладності та важливості питань, пов'язаних з народонаселенням, зокрема, в контексті планів і програм загального збалансованого розвитку і необхідності ефективних пошуків розв'язання соціальних, економічних і екологічних проблем.</p>
Серпень	6 серпня	<p style="text-align: center;"><b>День за заборону дій ядерної зброї</b></p> <p>У цей день, 6 серпня 1945 р. американська авіація піддала атомному бомбардуванню японське місто Хіросіму. Вперше в історії ядерна зброя була застосована проти людей і продемонструвала свою жахливу силу. Колосальних збитків було завдано довкіллю і здоров'ю громадян. Наслідки бомбардувань відчутні й сьогодні. Ядерна зброя вважається найбільш небезпечною з усіх видів зброї. Крім прямого ураження ударною хвилею, світловим випромінюванням і проникаючою радіацією, величезні території на багато років забруднюються радіонуклідами, стаючи непридатними для нормальної життєдіяльності людини. Сьогодні більшість країн припинили здійснювати ядерні вибухи, проте лабораторні випробовування тривають і надалі.</p>
	16 вересня	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день охорони озонного шару Землі</b></p> <p>У 1985 р. у Відні 22 країни підписали конвенцію про охорону озонного шару. Через 2 роки 16 вересня був підписаний протокол Монреалю про речовини, які руйнують озонний шар. Основною метою цих 2-х угод є запобігання руйнуванню озонного шару в результаті антропогенних дій. В рамках протоколу Монреалю вдалося заборонити виробництво і вжиток 100 видів хімікатів, що руйнують озонний шар. Багато з цих речовин сприяють глобальному потеплінню. В цілому, світовий вжиток таких з'єднань скоротився більш ніж на 95%. Саме тому Генеральна асамблея ООН проголосила день підписання протокола - 16 вересня - Міжнародним днем охорони озонного шару Землі. У 2009 році в Копенгагені була підписана нова угода, що відкриває для всіх держав можливість встати на дорогу забезпечення стабілізації об'єму викидів тепличних газів в атмосферу і передбачає необхідність надання уразливим країнам фінансової допомоги для адаптації до наслідків зміни клімату.</p>

<b>Вересень</b>		Глава ООН вважає, що ця угода дозволить не лише добитися прогресу у вирішенні проблем забруднення повітря, втрати біорізноманітності, а також усуненню інших небезпек.
	17 вересня	<p style="text-align: center;"><b>День працівників лісу</b></p> <p>17 вересня оголошено професійне свято людей, які своєю благородною працею примножують наші лісові багатства, сприяючи їх раціональному використанню. Ліс – наше найбільше природне багатство, застава екобезпеки, пріоритетна складова народногосподарського комплексу і основа економічної стабільності країни. Збереження, примноження, дбайливе і раціональне використання цього безцінного національного скарбу – обов'язок не лише лісництва, але і суспільства.</p>
	22 вересня	<p style="text-align: center;"><b>День без автомобілів</b></p> <p>Вперше цей день відмічався в 1998 році у Франції, коли в ряді міст було припинено автомобільний рух. Потім цю традицію перейняли країни Європи, а потім – Канада і США. День без авто святкується за рішеннями органів місцевої влади. В цей день забороняється рух на автомобілях, а мешканці використовують альтернативні способи пересування. Мета такого заходу – привернути увагу до проблеми забруднення атмосфери транспортними засобами, знизити рівень концентрації вихлопних газів у повітрі, зменшити шумове навантаження, сприяти розвитку альтернативних видів пересування. День без автомобілів в нас офіційно не відзначається, але такі акції проходять за ініціативою громадськості чи місцевих органів влади.</p>
	25 вересня	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний День Моря</b></p> <p>Один з міжнародних днів в системі ООН. Оголошено з 1978 р. за рішенням X сесії Асамблеї Міжурядової морської консультативної організації (ММКО). Мета Всесвітнього дня моря – привернути увагу міжнародної громадськості до того, який збиток морям і океанамносять перелов риби, забруднення і виснаження водойм, глобальне потепління. Дві найбільш важливі завдання – підвищення безпеки на морі і попередження забруднення морського середовища, зокрема нафтою.</p>
	27 вересня	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день туризму</b></p> <p>“Туризм – чинник збереження світової спадщини нового тисячоліття” – під таким девізом має святкуватися міжнародний день туризму.</p>

	28 вересня	<p><b>Міжнародний день боротьби за заборону МОКС-палива</b></p> <p>МОКС-паливо – змішаний оксид урану та плутонію, один з видів ядерного палива. Ідея проведення Міжнародного дня боротьби за заборону МОКС-палива виникла в Росії, де екологічні організації в 1998 році закликали громадськість виступити проти використання такого палива для реакторів АЕС, враховуючи високий екологічний ризик його використання. Цей день відзначається в пам'ять про одну з найбільших ядерних катастроф ХХ століття – вибуху на плутонієвому заводі “Маяк” в м. Челябінськ в 1957 році. Ідею проведення такого дня підтримали більше сотні громадських організацій світу.</p>
Жовтень	1 жовтня	<p><b>Міжнародний день спостереження за птахами</b></p> <p>Цей день проводять з ініціативи товариств охорони птахів (ТОП). Під час акції фіксується, які види птахів зустрічаються у тій чи іншій місцевості, в якій кількості, особливості їх поведінки тощо. Мета акції – заохочення широкого загалу до пізнання світу пернатих і привернення уваги до проблем їх збереження, оскільки внаслідок діяльності людини і забруднення довкілля, чисельність деяких видів значно зменшується чи знаходиться під загрозою зникнення. Результати своїх спостережень учасники акцій надсилають в товариства охорони птахів, де їх опрацьовують, узагальнюють і оприлюднюють.</p>
	2 жовтня	<p><b>Всесвітній день свійських тварин</b></p> <p>Цей день святкується з 1983 р. 2 жовтня, у день народження Махатми Ганді – незламного борця за гуманне поводження з свійськими тваринами. Відзначення цього свята має на меті викрити, оприлюднити, оплакати і досягти зменшення у майбутньому даремних страждань і смерті: мільярдів корів, свиней, овець та інших свійських тварин кожного року на тваринницьких підприємствах та в місцях забою худоби. В цей день також викриваються спустошувальні наслідки впливу інтенсивного тваринництва на здоров'я людини і стан довкілля.</p>
	4 жовтня	<p><b>Всесвітній день захисту тварин</b></p> <p>Цей день прийнято відмічати у день смерті Святого Франциска – католицького угодника, який вважався заступником і покровителем усіх беззахисних, у т. ч. тварин. Рішення відзначати Всесвітній день захисту тварин було прийняте 4 жовтня на Міжнародному конгресі прибічників руху в захист природи, що проходив у Флоренції в 1931 р.</p>



	<p>Це рішення підтримали організації у різних країнах світу, які проводять різноманітні заходи з метою підвищення суспільної свідомості та активності громадян щодо захисту тварин.</p>
6 жовтня	<p align="center"><b>Всесвітній день охорони місць існування</b></p> <p>День охорони місць існування (біотопів) відзначають у всьому світі. Це свято затверджене в 1979 р. в рамках Конвенції про охорону дикої фауни і флори та природних місць існування в Європі. Людина своєю діяльністю давно впливає на природу, змінюючи її. З кожним роком в світі все більше територій переходять в розряд сільгоспугідь, пасовищ, піддаються змінам у зв'язку із зростанням міст, видобутком корисних копалин, будівництвом заводів і інших об'єктів народного господарства. За 20 століть нашої ери на земній кулі зникло 150 видів ссавців, в основному великих, і 139 видів птахів. Кожен зниклий вид - дуже важка втрата. Все, що зникає в тваринному світі - зникає назавжди.</p>
12 жовтня	<p align="center"><b>Міжнародний день захисту від стихійних лих</b></p> <p>Вперше цей день оголошено згідно резолюції Генеральної Асамблеї (ГА) ООН 22 грудня 1989 року в рамках Міжнародного десятиліття по зменшенню небезпеки стихійних лих (1990-1999). У 1999 р. ГА вирішила продовжувати щорічно відзначати цю дату як Міжнародний день захисту від стихійних лих другої середи жовтня як один з інструментів, сприяючих формуванню глобальної культури зменшення небезпеки стихійних лих, включаючи запобігання стихійним лихам, пом'якшення їх наслідків і забезпечення готовності до них. Міжнародна стратегія по зменшенню небезпеки стихійних лих переслідує, перш за все, мету доведення до широкої громадськості важливості завдання запобігання і проведення роз'яснювальної роботи серед населення, яке найбільш схильне до небезпеки стати жертвою стихійних, екологічних і техногенних лих, відносно доступних засобів по запобіганню переростанню небезпек в катастрофи.</p>
31 жовтня	<p align="center"><b>Міжнародний день Чорного моря</b></p> <p>У 1996 р. в Стамбулі офіційні представники Чорноморських країн: Болгарії, Грузії, Росії, Румунії, Туреччини і України - підписали Стра-тегічний план дій із порятунку Чорного моря. День підписання - 31 жовтня - оголошений Міжнародним днем Чорного моря. Цей План розроблено після проведення всебічних досліджень морського середовища, які показали, що його життєздатність суттєво погіршилась у порівнянні з попередніми десятиріччями.</p>

		<p>План передбачає здійснення практичних дій, спрямованих на відновлення і збереження довкілля Чорного моря (зменшення забруднення, вдосконалення управління ресурсами, підтримку соціального розвитку у спосіб, що не шкодить довкіллю, фінансування екологічних проектів). Екологічні організації причорноморських країн проводять ряд акцій, щоб привернути увагу до деградації морського середовища та проведенню необхідних заходів щодо запобігання цьому на регіональному рівні.</p>
Листопад	6 листопада	<p><b>Міжнародний день попередження експлуатації навколишнього середовища під час війни, військових конфліктів</b></p> <p>5.11.2001 р. Генеральна Асамблея ООН оголосила 6 листопада Міжнародним днем попередження експлуатації навколишнього середовища під час війни та військових конфліктів (резолюція 56/4). Приймаючи це рішення вона враховувала, що шкода, яка наноситься довкіллю під час військових конфліктів, ще довго після їх закінчення відчувається на стані екосистем і природних ресурсів і часто виходить за межі національних територій та період життя одного покоління.</p>
Грудень	3 грудня	<p><b>Міжнародний день боротьби проти пестицидів</b></p> <p>3 грудня оголошено Міжнародним днем боротьби з пестицидами - на згадку про крупну аварію на пестицидному заводі в Бхопалі (Індії), де у 1984 році сталася екологічна катастрофа. Щоб привернути увагу до рішення проблем, які виникають в результаті виробництва і використання небезпечних хімікатів, Латиноамериканська мережа активістів проти пестицидів оголосила 3 грудня днем боротьби з пестицидним забрудненням, який незабаром став міжнародним. В цей день екологи усього світу проводять акції та протести, нагадуючи про накопичення в навколишньому середовищі значної кількості шкідливих хімічних речовин, зокрема пестицидів, які акумулюються в навколишньому середовищі і накопичуються в організмах людей та тварин, спричиняючи важкі наслідки для їх здоров'я. Девіз Міжнародного дня боротьби з пестицидами – “Пестициди - безвихідь цивілізації”. За даними ВООЗ, щорічно в світі реєструється близько 2 млн. отруєнь пестицидами, переважно при роботі з ними. Деякі хімікати вважаються гормонально активними з'єднаннями, викликаючи розлади ендокринної і імунної систем. Дію інших пов'язують із затримкою розумового розвитку, репродуктивними проблемами і раком. Саме пестициди вважаються головною причиною “тихої катастрофи” - так експерти ООН охарактеризували забруднення ґрунтів в Європі.</p>

	<p>10 грудня</p>	<p style="text-align: center;"><b>День прав людини</b></p> <p>4 грудня 1950 р. Генеральна Асамблея запропонувала всім державам та зацікавленим організаціям відмічати 10 грудня як День прав людини і посилити свої зусилля в цій сфері. Цей день знаменує прийняття Загальної декларації прав людини в 1948 році, беручи до уваги, що Декларація є важливим кроком вперед на шляху людського прогресу і повинна заслуговувати на увагу у всіх державах.</p>
	<p>11 грудня</p>	<p style="text-align: center;"><b>Міжнародний день гір</b></p> <p>Він був проголошений Генеральною Асамблеєю ООН в 2003 році з метою залучення уваги світової спільноти до проблем розвитку гірських районів планети і необхідності надання допомоги їх населенню.</p> <p>Гірські райони займають приблизно 26% поверхні Землі. У них проживає близько 12% населення планети. Близько половини з них страждають від нестачі продовольства і хронічно недоїдають. Мешканці гір, особливо жінки і діти, на собі відчувають наслідки нерівномірного розподілу світового багатства. Вони часто стають жертвами збройних конфліктів. У горах важко займатися сільським господарством і тому населенню рідко вдається забезпечувати себе всім необхідним для існування. В результаті погіршення стану навколишнього середовища населення гірських районів все частіше стикається з посухами, голодом, зростанням числа обвалів і грязевих зсувів, повеней та інших стихійних лих. Наслідки цих проблем виходять далеко за межі гірських територіальних громад і ведуть до локальних воєн, розповсюдженню тероризму, зростанню числа біженців, втрати людського потенціалу. Разом з тим, гори, де беруть початок всі основні річки планети - головне джерело питної води для мільярдів людей. Вони служать коморою багатьох корисних копалин і сховищем для рідкісних і зникаючих видів тваринного і рослинного світу.</p>

Навчальний посібник  
для студентів вищих  
педагогічних закладів освіти

Саєнко Т.В., Мудрак О.В., Познанська О.В.

## ЕКОЛОГІЯ

### Шановний читачу!

Просимо Вас повідомити авторам свої пропозиції щодо змісту, друку й оформлення книги, а також про знайдені друкарські помилки.

Автори із вдячністю приймуть всі критичні зауваження та рекомендації щодо поліпшення якості запропонованого видання.

Підписано до друку  
Формат 60x48 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> . Папір офсетний 80 г/м<sup>2</sup>.

Гарнітура Times New Roman.

Друк офсетний

Ум. друк. аркушів 10,29.

Наклад 300 прим.

Видавництво ТОВ “Вінницька міська друкарня”  
21050, Україна, м. Вінниця, вул. Р. Скалецького, 15  
Тел. 0432-53-50-23  
Факс 0432-35-42-64  
E-mail: vmdruk@gmail.com