

502.3(075)
Є 25

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

М. В. Євсєєва

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Вінниця ВДТУ 2000

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

М. В. Євсєєва

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Затверджено Ученою радою Вінницького державного
технічного університету як навчальний посібник для студентів
усіх спеціальностей. Протокол №11 від 29 червня 2000 року.

Вінниця ВДТУ 2000

УДК 577.4

“Основи екології”. Навчальний посібник. Для студентів всіх спеціальностей. /М.В.Євсєєва – В.; ВДГУ, 2000. - с. 96 Укр. мовою/.

Навчальний посібник підготовлений у відповідності з планом кафедри хімії та екологічної безпеки та програмою до дисципліни “Основи екології”. Він призначений для студентів всіх спеціальностей підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою з метою поглибленого вивчення теоретичних і практичних питань сучасної екології.

Рецензенти: В.Г.Петрук, д.т.н.
Д.І. Криклавий, д.т.н.
Т.І. Ющенко, к.х.н.

ЗМІСТ

	стр.
Вступ.....	5
Глава 1. Екологія як системна наука.....	7
1.1. Предмет та завдання курсу екології.....	7
1.2. Основні екологічні поняття та терміни.....	8
1.3. Основні закони екології.....	13
1.4. Правові основи екології та екологічний моніторинг.....	17
Запитання і завдання для самоконтролю.....	20
Глава 2. Структура природного середовища.....	21
2.1. Атмосферне повітря та його значення.....	21
2.2. Гідросфера, її властивості та значення.....	22
2.3. Літосфера, її склад та властивості.....	24
2.4. Природні ресурси.....	25
Запитання і завдання для самоконтролю.....	28
Глава 3. Екологія біосфери.....	30
3.1. Загальні властивості біосфери.....	30
3.2. Склад та функціонування біосфери.....	31
3.3. Кругообіг речовин та енергії в біосфері.....	33
3.4. Людина і біосфера. Ноосфера.....	35
Запитання і завдання для самоконтролю.....	38
Глава 4. Основні джерела антропогенного забруднення невколипного середовища.....	39
4.1. Характер забруднення.....	39
4.2. Види забруднювачів.....	41
4.3. Методи визначення якості та обсягу забруднень.....	46
4.4. Шумове, вібраційне та електромагнітне забруднення.....	48
Запитання і завдання для самоконтролю.....	50
Глава 5. Екологія атмосфери.....	52

5.2. Парниковий ефект	54
5.3. Ядерна ніч та ядерна зима	55
5.4. Озонова діра в атмосфері	56
5.5. Кислотні дощі та потіоновий дим	58
5.6. Стан повітряного середовища України	60
5.7. Заходи боротьби з забрудненням атмосфери	61
Запитання і завдання для самоконтролю	62
Глава 6. Екологія гідросфери	64
6.1. Водні ресурси планети та їх використання	64
6.2. Забруднення гідросфери	66
6.3. Проблема стічних вод та методи її вирішення	68
6.4. Біоресурси Світового океану, їх охорона та відтворення 70	
6.5. Охорона водних басейнів України	72
Запитання і завдання для самоконтролю	76
Глава 7. Екологія літосфери	77
7.1. Причини деградації ґрунтів та їх охорона	77
7.2. Охорона земної поверхні	79
7.3. Стан земних надр та шляхи їх раціонального використання	81
7.4. Рекультивація порушених земель	85
Запитання і завдання для самоконтролю	86
Словник термінів	88
Список літератури	94

ВСТУП

Сучасний стан розвитку суспільства характеризується інтенсивним зростанням негативних наслідків науково-технічної революції та демографічного вибуху. Неконтрольоване зростання населення Землі, кількість якого вже перевищила критичну межу, дедалі більше забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, накопичення величезних обсягів відходів людської діяльності при одночасному виснаженні майже всіх видів природних ресурсів привели до розвитку глобальної екологічної кризи. Біосфера сьогодні вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися й самовідновлюватися – вона дедалі активніше деградує. Людству загрожує загибель найближчими десятиліттями, якщо воно терміново не змінить свого ставлення до природи, не змінить стилю своєї діяльності й існування, не переоцінить життєвих цінностей. Людству потрібні нова філософія життя, висока екологічна культура й свідомість.

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

Отже, нині екологічні дослідження, наука екологія набули виключно великого значення. Як відомо з історії, залежно від рівня розвитку суспільства, від його потреб і проблем з часом мали місце періодичні зміни наук-лідерів. Якщо в XVI – XVIII ст. лідером була механіка, у XIX ст. – фізика, у XX ст. – хімія та ядерна фізика, то на сучасному етапі лідером стала екологія, яка перетворилася з суто біологічної дисципліни на науку про стратегію й тактику виживання людства.

На порозі XXI ст. екологічна криза все більше нівечить природу нашої країни. Загинули сотні малих річок, деградують Чорне й Азовське моря, перетворюються на стічні брудні "відстійники" дніпровські та інші водосховища, ставки і озера. Задихаються від промислових і транспортних забруднень усі великі міста, знищуються останні ліси, забруднюються, виснажуються й деградують орні землі.

Вибух на Чорнобильській АЕС ще раз засвідчив, що забруднення довкілля нині не має меж. Смертність населення України, починаючи з 1988 року, перевищує народжуваність, тобто під загрозою опинився генофонд нації.

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

Але найстрашнішим злом для навколишнього середовища є забруднення людської свідомості хибними, злочинними ідеями. Суспільства, яким було притаманне хижацьке ставлення до природи, які пропигували зверхність одних націй, класів чи інших груп людей над іншими, як свідчить історія, – гинули. Трагізм нашого часу полягає в тому,

що нині такі хибні ідеї та пов'язана з ними діяльність тією чи іншою мірою торкаються всієї Землі, всієї природи, долі всіх країн і націй.

Наше покоління практично в усіх куточках планети безсоромно грабує в коморах природи те, що належить дітям і онукам. Ліквідація глобальної екологічної кризи є на сьогодні найважливішим завданням людства. Для його вирішення перш за все необхідні зміни екологічної стратегії й тактики, всієї економічної моделі, організація всебічної екологічної освіти, виховання екологічної свідомості всього населення Землі.

З позицій нового підходу до проблеми має бути організовано екологічну освіту студентів технічного університету всіх спеціальностей з використанням матеріалів майже всіх дисциплін, у тісному органічному зв'язку з цими дисциплінами.

У запропонованому навчальному посібнику викладено основи екологічних знань, логічно узагальнено та послідовно висвітлено найголовніші положення сучасної екології, використано найновіші наукові і фактичні матеріали, наведено численні приклади екологічних ситуацій в Україні та за її межами.

Навчальний посібник складений у відповідності з програмою курсу "Основи екології" і розрахований на поглиблену, ґрунтовну підготовку студентів всіх спеціальностей Вінницького державного технічного університету у галузі екології та природоохоронної діяльності. Мета даного навчального посібника – дати студентам необхідні знання з теоретичних і практичних питань сучасної екології, допомогти їм самостійно працювати над теоретичним матеріалом, оцінити свої знання за допомогою питань і завдань для самоконтролю.

Глава 1. Екологія як системна наука

1.1. Предмет та завдання курсу екології

Сучасна екологія є однією з головних фундаментальних наук, своєрідною філософією виживання людства, стратегією перебудови цивілізації в XXI ст., що має відповідати сучасним реаліям у взаємовідносинах населення планети та Природи.

Екологія – наука про середовище нашого існування, його живі та неживі компоненти, взаємозв'язки, взаємодію між цими компонентами – людиною, рослинним і тваринним світом, літосферою, гідросферою та атмосферою. Це наука про особливості взаємозв'язків і узгодження Стратегії Природи та Стратегії Людини, що має базуватися на ідеї самообмеженості, розумної коєволюції Техносфери та Біосфери.

Останнім часом у всьому світі започатковані найрізноманітніші напрями екологічних досліджень, метою яких є забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень екологічною інформацією в усіх сферах діяльності.

На сучасному етапі розвитку екологічних досліджень виділяють “універсальну екологію”, або “загальну екологію” – науку про тактику і стратегію збереження та стабільного розвитку життя на Землі.

Основні завдання загальної екології:

1. Вивчення з позицій системного підходу загального стану сучасної біосфери планети, причин його формування та особливостей розвитку під впливом природних та антропогенних факторів;
2. Прогноз динаміки стану біосфери в часі та просторі;
3. Розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення та саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів.

Об'єктами вивчення загальної екології або її галузевих підрозділів є екологічні системи чи елементи екосистем.

Загальна екологія досліджує вплив природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому.

Загальна екологія включає теоретичну екологію та практичну екологію. Теоретична і практична екології поділяються на цілий ряд розділів і підрозділів, що мають галузеве спрямування.

До теоретичної екології належить біоекологія, або екологія живих організмів, яка включає екологію людини, екологію мікросвіту, екологію рослин та екологію тварин.

Практична екологія об'єднує: 1 - геоекологію (науки про охорону та раціональне використання природних ресурсів); 2 - соціоекологію (науки про соціально-економічні фактори впливу на довкілля); 3 - техноекологію (науки про техногенні фактори забруднення довкілля).

Основними розділами геоecології є ландшафтна ecологія, ecологія атмосфери, гідросфери та літосфери і т.інше.

Соціоecологія об'єднує такі важливі нові підрозділи ecологічної науки, як ecологічна освіта, ecологічне право, урбoecологія, національна та міжнародна ecополітика, ecологічний менеджмент, ecологія народонаселення.

Основними структурними елементами техноecології є ecологія енергетики, промисловості, агроecологія, ecологія транспорту, військової справи, ecологічна експертиза.

Кожен із зазначених розділів загальної ecології має вирішувати своє коло проблем, але всі вони тісно пов'язані між собою, і кожен користується матеріалами й результатами іншого під час виконання розробок, моделей та прогнозів щодо природного середовища.

1.2. Основні ecологічні поняття та терміни

У скороченому вигляді наведемо найголовніші ecологічні поняття та терміни.

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

Біоти – організми, які в ході еволюції пристосувалися до існування в певному середовищі (біотопі).

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

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

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

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

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

Основною елементарною одиницею в біосфері є екосистема.

Екосистема – єдиний природний комплекс, утворений організмами й середовищем, в якому вони існують, і де всі компоненти тісно пов'язані обміном речовин, енергії та інформації.

Екосистеми – відкриті термодинамічні функціонально цілісні системи, що існують за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та частково речовини і які саморозвиваються та саморегулюються.

Одним з важливих екологічних понять є гомеостаз.

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

Усі популяції мають характерні властивості, завдяки яким вони підтримують свою чисельність на оптимальному рівні в умовах навколишнього середовища, що постійно змінюється. Ці властивості і є гомеостаз.

Вид (біологічний) – сукупність організмів із спорідненими між собою морфологічними ознаками, які можуть схрещуватися один з одним і мають спільний генотип. Це основна структурна одиниця в системі живих організмів. Вид підпорядкований роду, але має підвиди і популяції.

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

Природне середовище – це все живе і неживе, що оточує організми і з чим вони взаємодіють. В основному розрізняють повітряне, водне та ґрунтове середовище, останнім може бути й тіло іншого організму (для паразитуючих організмів).

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

Раніше виділяли три групи екологічних факторів: абіотичні (неорганічні умови – хімічні і фізичні, такі як склад повітря, води, ґрунтів, температура, світло, вологість, радіація, тиск тощо), біотичні (форми взаємодії між організмами – хазяїн – паразит) та антропогенні (форми діяльності людини).

Сьогодні розрізняють десять груп екологічних факторів (загальна кількість досягає шістдесяти), які класифікують: за часом – фактори часу (еволюційний, історичний, діючий), за періодичністю (періодичний і неперіодичний), первинні та вторинні; за походженням (космічні, абіотичні, біотичні, природно-антропогенні, техногенні, антропогенні); за середовищем виникнення (атмосферні, водні, геоморфологічні, фізіологічні (генетичні, екосистемні); за характером (інформаційні, фізичні, хімічні, енергетичні, біогенні, комплексні, кліматичні), за

об'єктом впливу (індивідуальні, групові, видові, соціальні); за ступенем впливу (летальні, екстремальні, обмежуючі, турбуючі, мутагенні, тератогенні); за умовами дії (залежні чи незалежні від щільності); за спектром впливу (вибіркової чи загальної дії).

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

Діапазони зон оптимуму і песимуму є критерієм для визначення екологічної валентності – здатності живого організму пристосовуватися до змін умов середовища. Кількісно вона виражається діапазоном середовища, в межах якого вид нормально існує. Екологічна валентність різних видів може бути дуже різною (північний олень витримує коливання температури повітря від -55 до $+25+30^{\circ}\text{C}$, а тропічні корали гинуть вже при зміні температури на $5-6^{\circ}\text{C}$). За екологічною валентністю організми поділяють на стенобіонти – з малою пристосованістю до змін середовища (орхідеї, форель, далекосхідний рябчик, глибоководні риби) та еврибіонти – з великою пристосованістю до змін довкілля (колюрадський жук, миші, пацюки, вовки, таргани, очерет, пірій). У межах еврибіонтів та стенобіонтів залежно від конкретного фактора організми поділяють на евритермні та стенотермні (за реакцією на температуру), евригалінні та стеногалінні (за реакцією на солоність водного середовища), еврифоти та стенофоти (за реакцією на освітлення).

Слід наголосити, що в природі екологічні фактори діють комплексно. Особливо важливо пам'ятати це, оцінюючи вплив хімічних забруднювачів, коли "сумарний" ефект (на негативну дію однієї речовини накладається негативна дія інших, а до цього додається вплив стресової ситуації, шумів, різних фізичних полів – радіаційного, теплового, гравітаційного чи електромагнітного) дуже змінює умовні значення гранично-допустимих концентрацій (ГДК), які наведені в довідниках. Це питання на сьогодні мало вивчено, але через актуальність і велике значення знаходиться в стані активного дослідження в усіх розвинених країнах. Цей ефект називається синергічним.

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

Найбільше поширені організми з широким діапазоном толерантності щодо всіх екологічних факторів. Найвища толерантність характерна для

бактерій і синьо-зелених водоростей, які виживають у широкому діапазоні температур, радіації, солоності, рН

Наступним важливим поняттям є ланцюг живлення – це взаємовідносини між організмами під час переносу енергії їжі від її джерела (зеленої рослини) через ряд організмів (шляхом поїдання) на більш високі трофічні рівні. На цьому шляху переносу енергії діють автотрофи – представники рослинного світу та гетеротрофи різного ступеня. Ланцюги живлення – це живі канали, що подають енергію нагору, а смерть і тління повертають цю енергію у ґрунт. Оскільки система незамкнена, частина енергії (80-90%) губиться в процесі розкладання, частина додається з повітря, частина накопичується в ґрунтах, торфі, довгоживучих лісах. Ця постійно діюча система є життєвим фондом, що постійно накопичується і перебуває в постійному обороті. Ланцюги живлення поділяють на два типи: ланцюги пасовишк (від зеленої рослини до трав'яної тварини й далі – до хижаків, що поїдають рослиноїдних тварин) і детритні (ланцюги розкладу від детриту через мікроорганізми до детритофагів і їх споживачів – хижаків).

Біомаса – це загальна маса особин одного виду, груп видів чи спільноти в цілому, яка припадає на одиницю поверхні проживання.

Найбільшою є біомаса тропічних лісів (до 1700 т/га), а найменшою – тропічних і субтропічних пустель ($\approx 2,5$ т/га). Наземні рослини за масою майже в 100 разів перевищують наземних тварин, а маса трав'янистих у стільки ж разів більша за масу хижаків.

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

Підраховано, що нині щорічної біомаси планети, яку збирає людство, вже недостатньо для харчування населення Землі, а вся біосфера спроможна прогодувати не більше 7-10 млрд. чоловік. Тому найближчим часом слід припинити збіднення біосфери та підвищити її продуктивність не менш як удвічі.

Протягом останніх десятиріч дедалі частіше вживається термін “агроценоз”. Агроценози – молоді біоценози, що формуються в наш час, характеризуються видовою бідністю та одноманітністю й підтримуються людиною завдяки розробленій нею системі агротехнічних і агрохімічних заходів. Це вторинні видозмінені людиною біогеоценози (поля, городи, сади, підводні плантації мідій тощо).

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

Агроценози – наслідок антропогенного обміну речовин, який є екологічно дуже недосконалим, незамкненим, бо на вході цього обміну є природні ресурси, а на виході – агрохімічні, промислові та побутові

відходи, які не повертаються на виробництво, не детонуються і не розкладаються, як це звичайно відбувається в біосфері мільйони років.

Важливими є поняття біологічний малий і геологічний великий кругообіг речовин, а також кругообіг води, азоту, вуглекислого газу як найголовніших, з екологічної точки зору, компонентів атмосфери, а крім того кругообіги Сульфуру, Фосфору, Карбону як найважливіших життєвих елементів біосфери.

Кругообіг речовин – це їх багаторазова участь у природних процесах, що споконвічно відбуваються в геосферах. Велику роль у кругообігу речовин, а точніше – хімічних елементів, відіграють живі організми, на що вперше звернув увагу французький вчений Ж.Ламарк. В.Вернадський дослідив це питання та сформулював основні закони біогеохімічного кругообігу.

Малий, або біологічний (біотичний), кругообіг має місце в межах малих екосистем, великий (геологічний) кругообіг - у межах планети, між океанами і континентами.

Завдяки наявності в атмосфері та гідросфері великого резервного фонду хімічних елементів – Карбону, Нітрогену, Оксигену, Сульфуру, Фосфору кругообіги можуть відносно швидко саморегулюватися.

Під час біологічного кругообігу відбуваються дуже характерні зміни енергії у процесі переходу з одного трофічного рівня на інший. У трофічний кругообіг екосистеми в середньому залучається близько 1% сонячної енергії, на наступні з нижчих переходить лише 10% засвоєної організмами енергії, а 80-90% розсіюється в екосистемі у вигляді тепла. Рослини використовують сонячну енергію з ефективністю від 0,1 до 1%. Рослиноїдні тварини споживають близько 10% енергії, акумульованої рослинами, хижаки – до 10% накопиченої травоядними тваринами (їх біомаси), тобто всього близько 0,001% сонячної енергії, що надходить на Землю. Цей факт дозволив побудувати екологічні піраміди біомас, енергії, екосистем.

Наведемо ще кілька важливих екологічних понять.

Ієрархія екосистем – функціональна підпорядкованість (належність дрібних і простих систем до більших і складніших) екосистем різного рівня організації. Екосистеми кожного рівня мають свій кругообіг речовин.

Катаценоз – завершальна стадія вимирання біотичної спільності, деградація біотичного середовища.

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

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

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

Негентропія – величина, зворотна ентропії, міра віддаленості від стану енергетичної рівноваги, прагнення до нерівномірності. Негентропія збільшується із зростанням організованості системи. Організми та екосистеми мають значну негентропію.

Принцип Реді – живе походить від живого, а між живою та неживою речовиною існує неперехідна межа.

1.3. Основні закони екології

Згідно з новими екологічними довідниками існує близько 40 різних екологічних законів, більшість яких має біоекологічний характер. Наведемо найголовніші, з нашої точки зору.

1. Закон біогенної міграції атомів (або закон Вернадського): міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері в цілому здійснюється під переважючим впливом живої речовини, організмів. Так відбувалося і в геологічному минулому, мільйони років тому, так відбувається й в сучасних умовах. Жива речовина або бере участь у біохімічних процесах безпосередньо, або створює відповідне, збагачене киснем, вуглекислим газом, воднем, азотом, фосфором та іншими речовинами, середовище. Цей закон має важливе практичне і теоретичне значення. Нині люди впливають на стан біосфери, змінюючи її фізичний і хімічний склад, умови збалансованої віками біогенної міграції атомів. У майбутньому це спричинить дуже негативні зміни, які набувають здатності саморозвиватися й стають глобальними, некерованими (опустелювання, деградація ґрунтів, вимирання тисяч видів організмів). За допомогою цього закону можна свідомо й активно запобігати розвитку негативних явищ, керувати біохімічними процесами, використовуючи "м'які" екологічні методи.

2. Закон внутрішньої динамічної рівноваги: речовина, енергія, інформація та динамічні якості окремих природних систем і їх ієрархії дуже тісно пов'язані між собою. Так що будь-яка зміна одного з показників неминуче приводить до функціонально-структурних змін інших, але при цьому зберігаються загальні якості системи – речовинно-енергетичні, інформаційні та динамічні. Наслідки дії цього закону виявляються в тому, що після будь-яких змін елементів природного середовища (речовинного складу, енергії, інформації, швидкості природних процесів) обов'язково розвиваються ландшафтні реакції, які намагаються нейтралізувати ці зміни. Слід зазначити, що незначна зміна одного показника може спричинити сильні відхилення в інших і в усій екосистемі.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги – один з найголовніших у природокористуванні. Він допомагає зрозуміти, що у разі незначних

втручань у природне середовище його екосистеми здатні саморегулюватися та відновлюватися, але коли ці втручання перевищують певні межі й вже не можуть “згаснути” в ланцюгу ієрархії екосистем (охоплюють цілі річкові системи, ландшафти), вони приводять до значних порушень енерго- і біобалансу на значних територіях і в усій біосфері.

3. Закон генетичної різноманітності: все живе генетично різне й має тенденцію до збільшення біологічної різnorodності.

Закон має важливе значення в природокористуванні, особливо в сфері біотехнології (генна інженерія, біопрепарати), коли не завжди можна передбачити результат нововведень під час вирощувань нових мікрокультур через виникаючі мутації або поширення дії нових біопрепаратів не на ті види організмів, на які вони розраховані.

4. Закон історичної необоротності: розвиток біосфери і людства як цілого не може відбуватися від пізніших фаз до початкових, загальний процес розвитку односторонній. Повторюються лише окремі елементи соціальних відносин (рабство) або типи господарювання.

5. Закон константності (сформульований В. Вернадським): кількість живої речовини біосфери (за певний геологічний час) є величина постійна. Цей закон тісно пов'язаний із законом внутрішньої динамічної рівноваги. За законом константності будь-яка зміна кількості живої речовини в одному з регіонів біосфери неминуче приводить до такої ж за обсягом зміни речовини в іншому регіоні, тільки зі зворотним знаком.

6. Закон кореляції (сформульований Ж. Кюв'є): в організмі як цілісній системі всі його частини відповідають одна одній як за будовою, так і за функціями. Зміна однієї частини неминуче викликає зміни в інших.

7. Закон максимізації енергії (сформульований Г. і Ю. Одумами та доповнений М. Реймерсом): у конкуренції з іншими системами зберігається та з них, яка найбільше сприяє надходженню енергії та інформації й використовує максимальну їх кількість найефективніше. Максимізація – це підвищення шансів на виживання.

8. Закон максимуму біогенної енергії (закон Вернадського-Бауера): будь-яка біологічна та “біонедосконала” система з біотоку, що перебуває в стані “стійкої нерівноваги” (динамічно рухливої рівноваги з довкіллям), збільшує, розвиваючись, свій вплив на середовище.

У процесі еволюції видів, твердить В. Вернадський, виживають ті, які збільшують біогенну геохімічну енергію. На думку Бауера, живі системи ніколи не перебувають у стані рівноваги і виконують за рахунок своєї вільної енергії корисну роботу проти рівноваги, якої потребують закони фізики та хімії за існуючих зовнішніх умов.

9. Закон мінімуму (сформульований Ю. Лібихом): стійкість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб. Якщо кількість і якість екологічних факторів близькі до необхідного організму мінімуму, він виживає, якщо менші за цей мінімум, організм гине, екосистема руйнується.

Тому під час прогнозування екологічних умов або виконання експертиз дуже важливо визначити слабку ланку в житті організмів.

10. Закон обмеженості природних ресурсів: усі природні ресурси в умовах Землі вичерпні. Планета є природно обмеженим тілом, і на ній не можуть існувати нескінченні складові частини.

11. Закон однаправленості потоку енергії: енергія, яку одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється або разом з їх біомасою безповоротно передається консументам першого, другого, третього та інших порядків, а потім редуцентам, що супроводжується втратою певної кількості енергії на кожному трофічному рівні в результаті процесів, які супроводжують дихання. Оскільки в зворотний потік (від редуцентів до продуцентів) потрапляє дуже мало початкової енергії (не більше 0,25%), термін “кругообіг енергії” є досить умовним.

12. Закон оптимальності: жодна система не може звужуватися або розширюватися до нескінченності. Ніякий цілісний організм не може перевищити певні критичні розміри, які забезпечують підтримку його енергетики. Ці розміри залежать від умов живлення та факторів існування.

У природокористуванні закон оптимальності допомагає знайти оптимальні, з точки зору продуктивності, розміри для ділянок полів, вирощуваних тварин, рослин. Ігнорування закону – створення величезних площ монокультур, вирівнювання ландшафту масовими забудовами тощо – привело до неприродного одноманіття на великих територіях і викликало порушення в функціонуванні екосистем, екологічні кризи.

13. Закон піраміди енергії (сформульований Р. Ліндеманою): з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить у середньому не більше 10% енергії.

За цим законом можна виконувати розрахунки земельних площ, лісових угідь з метою забезпечення населення продовольством й іншими ресурсами.

14. Закон рівнозначності умов життя: всі природні умови середовища, необхідні для життя, відіграють рівнозначні ролі. З нього випливає інший закон – сукупної дії екологічних факторів. Цей закон часто ігнорується, хоча має велике значення.

15. Закон розвитку довкілля: будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних й інформаційних можливостей навколишнього середовища. Абсолютно ізольований саморозвиток неможливий – це висновок з законів термодинаміки.

Дуже важливими є наслідки з названого закону.

1. Абсолютно безвідходне виробництво неможливе.

2. Будь-яка більш високоорганізована біотична система в своєму розвитку є потенційною загрозою для менш організованих систем. Тому в біосфері Землі неможливе зародження життя – воно буде знищене вже існуючими організмами.

3. Біосфера Землі як система розвивається за рахунок внутрішніх і космічних ресурсів.

16. Закон зменшення енерговіддачі в природокористуванні: у процесі одержання з природних систем корисної продукції з часом (в історичному аспекті) на її виготовлення в середньому витрачається дедалі більше енергії (зростають енергетичні витрати на одну людину). Так, нині витрати енергії на одну людину на добу майже в 60 разів більші, ніж у часи наших далеких предків. Збільшення енергетичних витрат не може відбуватися безкінечно. Його можна й слід розракувати, плануючи свої стосунки із природою з метою їх гармонізації.

17. Закон сукупної дії природних факторів (закон Мітчерліха-Тінемана-Бауле): обсяг урожаю залежить не від окремого, нехай навіть лімітувального фактора, а від усієї сукупності екологічних факторів одночасно.

18. Закон толерантності (закон Шелфорда): лімітувальним фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до даного фактора. Відповідно до закону, будь-який надлишок речовини чи енергії в екосистемі стає її ворогом-забруднювачем.

19. Закон ґрунтостомлення (зменшення родючості): поступове зниження природної родючості ґрунтів відбувається через тривале їх використання і порушення природних процесів ґрунтоутворення, а також внаслідок тривалого вирощування монокультур (в результаті накопичення токсичних речовин, що виділяються рослинами, залишків пестицидів і мінеральних добрив).

20. Закон фізико-хімічної єдності живої речовини (сформульований В. Вернадським): уся жива речовина Землі має єдину фізико-хімічну природу. З цього випливає, що шкідливе для однієї частини живої речовини шкодить й іншій її частині, тільки, звичайно, різною мірою. Різниця полягає лише в стійкості видів до дії того чи іншого агента. Тривале вживання пестицидів екологічно неприпустиме, бо шкідники, які розмножуються значно швидше, швидше пристосовуються і виживають, а обсяги хімічних забруднень доводиться дедалі збільшувати.

Відомі також чотири закони екології американського вченого Б.Коммонера:

- 1) все пов'язане з усім;
- 2) все мусить кудись подітися;
- 3) природа "знає" краще;
- 4) ніщо не дається дарма (за все треба платити).

Таким чином, коло завдань сучасної екології дуже широке й охоплює практично всі питання, що торкаються взаємовідносин людського суспільства та природного середовища, а також проблеми гармонізації цих відносин. Сучасна екологія є багатогранною комплексною наукою, головною метою якої є розробка наукових основ порятунку людства і

середовища його існування – біосфери планети, раціонального природокористування та охорони природи. Змінюючи й надалі природні умови, люди будуть змушені робити це обдуманно, зважено, передбачаючи далеку перспективу і спираючись на знання основних екологічних законів.

1.4. Правові основи екології та екологічний моніторинг

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

Загострення екологічної кризи в Україні, яка дуже сильно постраждала від нерационального, незбалансованого господарювання, перевищення природних ресурсів, милітаризації та аварії на Чорнобильській АЕС, змусило Верховну Раду й Уряд України прийняти термінові рішення щодо впровадження заходів економічного, науково-технічного, інформаційного, організаційного та правового характеру, спрямованих на подолання кризової екологічної ситуації і оптимізації взаємовідносин людини і природи. У 1991 році Верховна Рада України прийняла Закон про охорону навколишнього природного середовища, а в 1993 році окремі його положення було уточнено і деталізовано. Цілий ряд постанов і нормативно-правових рішень прийнято місцевими Радами народних депутатів, якими, зокрема, встановлено обсяги платежів і штрафів за забруднення навколишнього середовища підприємствами, організаціями, установами та окремими громадянами.

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

На державному й міждержавних рівнях створено ряд організацій, зобов'язаних слідкувати за виконанням цих законів й проводити моніторинг природного середовища й окремих його компонентів. В Україні контроль за станом природного середовища і виконання природоохоронних актів здійснюють Міністерство охорони природи, Міністерство екології і природних ресурсів, Міністерство охорони здоров'я, Комітет із гідрометеорології, система Державних санітарно-епідеміологічних станцій.

Зростання масштабів антропогенної діяльності викликало необхідність запровадження особливого виду правової діяльності — проведення екологічної експертизи, оцінки впливу екологічно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище. В Україні така експертиза проводиться при вирішенні питань про будівництво екологічно небезпечних об'єктів, розробці реконструкції підприємств та інших об'єктів, що можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища, режим використання природних ресурсів, здоров'я людей.

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

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

1. Усі люди мають основне право на навколишнє середовище сприятливе для їх здоров'я і благополуччя.
2. Держави оберігають і використовують навколишнє середовище й природні ресурси в інтересах сучасного й майбутніх поколінь.
3. Держави підтримують екосистеми та екологічні процеси, необхідні для функціонування біосфери, оберігають біологічне розмаїття й дотримуються принципів збереження максимальної стійкості продуктивності в ході використання живих природних ресурсів та екосистем.
4. Держави встановлюють відповідні норми охорони навколишнього

середовища, здійснюють моніторинг змін якості цього середовища, а також публікують усі дані щодо цього.

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

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

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

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

У цьому документі наведено також права й обов'язки щодо природних ресурсів і екологічних порушень, а також щодо відповідальності держав і мирного врегулювання конфліктів.

В 1975 році під егідою ООН була створена система екологічного моніторингу. Моніторинг – комплексна система спостережень, оцінки й прогнозу змін стану біосфери або її окремих елементів під впливом людської діяльності чи природних факторів. Основною метою моніторингу є об'єктивна оцінка стану довкілля, його складових у межах досліджуваних територій, розробка оперативних і довгострокових прогнозів, розробка конкретних природоохоронних заходів, проведення екологічних експертиз, вироблення рекомендацій для прийняття відповідальними особами рішень щодо поліпшення екологічних ситуацій.

Важливо відмітити, що дані екологічного моніторингу тільки тоді стають ефективним знаряддям охорони довкілля, коли вони доступні найширшим масам населення через усі засоби інформації (це показує досвід Німеччини, США, Швеції, Норвегії та інших країн). Вони допомагають активістам-природоохоронникам у створенні захищальних громадських груп, які шляхом тиску на органи управління добиваються прийняття відповідних рішень, допомагають формуванню екологічного мислення. Проста ж фіксація даних екологічного моніторингу лише сприяє подальшій деградації довкілля, про що яскраво свідчить досвід розвитку господарювання в Україні останніх десятиріч.

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

Спостереження за станом довкілля можуть бути навесні, з літаків, із супутників та космічних кораблів. Вони також розрізняються за характером завдань і можуть бути хімічними, фізичними, географічними,

кліматичними, медичними, геологічними та іншими з використанням різноманітних методів.

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

З 1991 року в межах України виконується програма системного екомоніторингу України (СЕМ "Україна"), в якій беруть участь близько 30 різних організацій нашої держави, в тому числі інститути Національної Академії наук України, Міністерство екології і природних ресурсів, Міністерство охорони здоров'я та ін.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Що таке сучасна екологія та в чому полягає її основне призначення?
2. Назвіть основні розділи сучасної екології як науки та їх завдання.
3. Що таке практична екологія?
4. Що входить до складу біосфери?
5. Що таке екосистема, її компоненти й особливості?
6. Що таке гомеостаз?
7. Які групи екологічних факторів вам відомі?
8. Поясніть поняття "екологічна валентність" на конкретних прикладах.
9. Назвіть екологічні фактори, які погіршують екологічний стан, і поясніть чому це відбувається.
10. Що таке трофічні ланцюги, які типи їх вам відомі?
11. Поясніть поняття "біомаса" та "біопродуктивність".
12. Чим відрізняються агроценози від біоценозів?
13. З якого процесу починається й яким закінчується кругообіг речовин і енергії в біосфері?
14. Що таке екологічна піраміда енергії?
15. Сформулюйте найголовніші екологічні закони.
16. В чому полягає значення закону В.І. Вернадського про біогенну міграцію атомів?
17. Поясніть закон внутрішньої динамічної рівноваги та наслідки, які з нього випливають.
18. Сформулюйте екологічний закон мінімуму.
19. Поясніть суть закону ґрунтостомлення.
20. Поясніть дію закону фізико-хімічної єдності живої речовини на практиці.
21. Чому необхідне міжнародне співробітництво у вирішенні екологічних проблем регіонів і континентів?
22. В яких випадках і з якою метою проводять екологічну оцінку чи екологічну експертизу?
23. Сформулюйте основні правові принципи охорони довкілля.
24. Що таке екологічний моніторинг?
25. Яка основна мета проведення екологічного моніторингу?

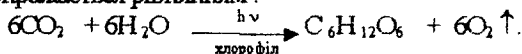
Глава 2. Структура природного середовища

2.1. Атмосферне повітря та його значення

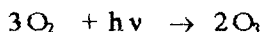
Атмосфера є зовнішньою газовою оболонкою Землі, що сягає від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км. Історія виникнення та розвитку атмосфери досить складна й тривала, вона налічує близько трьох млрд. років. За цей період склад і властивості атмосфери неодноразово змінювалися, але протягом останніх 50 млн. років, на думку вчених, вони стабілізувалися.

Маса сучасної атмосфери становить приблизно одну мільйонну частину маси Землі. З висотою різко змінюється щільність і тиск атмосфери, а температура змінюється нерівномірно і складно. Зміна температури в межах атмосфери на різних висотах пояснюється неоднаковим поглинанням сонячної енергії газами. Найінтенсивніше теплові процеси відбуваються у тропосфері, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океану та суші.

Слід зазначити, що атмосфера має дуже велике екологічне значення. Вона захищає всі організми Землі від згубного впливу космічних випромінювань і ударів метеоритів, регулює сезонні температурні коливання, зрівноважує й вирівнює добові. Якби атмосфери не існувало, то коливання добової температури на Землі досягло $6 \pm 200^\circ\text{C}$. Атмосфера є не лише життєдайним "буфером" між Космосом і поверхнею нашої планети, носієм тепла та вологи, через неї відбуваються фотосинтез і обмін енергії - головні процеси біосфери. Сумарна хімічна реакція процесу фотосинтезу виражається рівнянням:

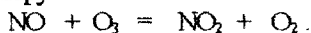


Накопичення в атмосфері кисню привело до виникнення озонового шару, який здатний затримувати більшу частину коротко-хвильових й ультрафіолетових хвиль, згубних для всього живого. Озоновий шар утворився на висоті 25-30 км від поверхні Землі за рахунок фотохімічної реакції:

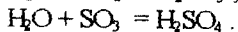
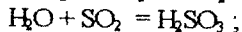
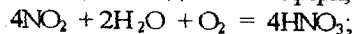


Атмосфера включає - тропосферу (висотою 8-12 км від поверхні Землі), стратосферу (12-50 км від поверхні Землі). До стратосфери входить озоновий шар висотою 25-50 км над поверхнею Землі.

Оскільки в атмосфері присутні різноманітні хімічні сполуки, то між ними протікають різні реакції, особливо фотохімічні. Наприклад, нітроген (II) оксид вступає в хімічну взаємодію з озоном, що може привести до руйнування озонового шару.



Взаємодія водяної пари з кислотними оксидами приводить до утворення кислот, що сприяє виведенню цих оксидів з атмосфери, наприклад:



Однією з найголовніших складових атмосфери є водяна пара, яка має велику просторово-часову мінливість і зосереджена переважно в тропосфері.

Важливою змінною складовою атмосфери є також карбон (IV) оксид, мінливість вмісту якого пов'язана з життєдіяльністю рослин, його розчинністю в морській воді та діяльністю людини (промислові та транспортні викиди).

Останнім часом дедалі більшу роль відіграють аерозольні пилюваті частки - продукти людської діяльності, які можна виловити в невеликих кількостях в тропосфері. Фізичні процеси, що відбуваються в тропосфері, дуже впливають на кліматичні умови різних районів Землі.

2.2. Гідросфера, її властивості та значення

Гідросфера - це водяна сфера нашої планети, сукупність океанів, морів, вод континентів, льодових покривів. Загальний об'єм природних вод становить близько 1,39 млрд. км³ (1/780 об'єму планети). Води покривають 71% поверхні Землі (361 млн. км²).

Вода виконує такі дуже важливі екологічні функції:

- це головна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70% складається з води, а медуза чи огірок містять в собі від 98 до 99% води);

- є найважливішою мінеральною сировиною, головним природним ресурсом споживання (людство використовує її в тисячу разів більше ніж вугілля чи нафти);

- є основним механізмом здійснення взаємозв'язків усіх процесів у екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси);

- є головним агентом - переносником глобальних біоенергетичних екологічних циклів;

- води Світового океану є основним кліматоутворювальним фактором, найбільшим акумулятором сонячної енергії і кухнею погоди для всієї планети;

- для більшості живих організмів, особливо на ранніх етапах розвитку біосфери, вода була середовищем зародження та розвитку.

Величезну роль відіграють води в формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, переносі хімічних речовин в глиб Землі й на її поверхні, транспортуванні збудників доквілля.

Водяна пара в атмосфері виконує функцію потужного фільтра сонячної радіації, а на Землі - нейтралізатора екстремальних температур, регулятора клімату.

Основну масу води на планеті становлять солоні води Світового океану. Середня солоність цих вод – 35 г/л (тобто в 1 л океанічної води міститься 35 г солей). Найсолоніша вода в Мертвому морі – 260 г/л (у Чорному – 18 г/л, Балтійському – 7 г/л).

Хімічний склад океанічних вод дуже схожий на склад людської крові - в них містяться майже всі відомі нам хімічні елементи, але, звичайно, в різних пропорціях. Частка Оксигену, Гідрогену, Хлору та Натрію становить 95,5%.

Хімічний склад підземних вод дуже різноманітний. Залежно від складу вміщувальних порід та глибини залягання вони змінюються від кальцій гідрогенкарбонатних до сульфатних, натрій сульфатних і натрій хлоридних за мінералізацією - від прісних до рапи з концентрацією 600 г/л, часто з наявністю газової компоненти.

З газів, розчинених у водах Світового океану, найбільш важливими для біоти є кисень та вуглекислий газ. Загальна маса вуглекислого газу в океанічних водах перевищує його масу в атмосфері приблизно в 60 разів.

Слід зазначити, що вуглекислий газ океанічних вод споживається рослинами під час фотосинтезу. Частина його, яка увійшла в кругообіг органічної речовини, витрачається на побудову вапняних скелетів коралів, черепашок. Після відмирання організмів вуглекислий газ повертається у води океану за рахунок розчинення залишків скелетів, панцирів, черепашок. Частково він залишається в карбонатних осадах на дні океанів.

Велике значення для формування клімату та інших екологічних факторів має динаміка величезної маси океанічних вод, що постійно перебувають у русі під впливом неоднакової інтенсивності сонячного прогрівання поверхні на різних широтах.

Океанічні води відіграють основну роль у кругообігу води на планеті. Підраховано, що приблизно за 2 млн. років вся вода на планеті проходить через живі організми, середня тривалість загального циклу обміну води, залученої в біологічний кругообіг, становить 300-400 років. Приблизно 37 разів на рік (тобто кожні десять днів) змінюється вся волога в атмосфері.

Вода має найбільшу теплоємність порівняно з більшістю твердих і рідких речовин. Теплоємність води в 3300 разів більше теплоємності повітря. Така властивість води має виняткове значення для стабілізації температури на нашій планеті. Взимку вода повільно охолоджується і віддає тепло, а літом повільно нагрівається.

Вода має максимальну густину при 4°C. На відміну від інших речовин густина води при охолодженні зменшується. Ця аномальна властивість води має велике біологічне значення. Завдяки таким властивостям води глибокі водойми не замерзають взимку до дна і в них зберігається життя, оскільки густина льоду менше густини рідкої води і лід утворює на поверхні теплоізолюючий шар. Такі і інші аномальні

властивості води можна пояснити на основі будови молекул води і будови кристалів льоду.

В гідросфері проходить багато хімічних реакцій з участю неорганічних і органічних речовин. Найбільш важливими з них є: реакції гідролізу, осадження, окисно - відновні реакції, комплексоутворення та інші.

2.3. Літосфера, її склад та властивості

Літосфера - зовнішня тверда оболонка Землі, яка включає всю земну кору з частиною верхньої мантії Землі й складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід. Нижня межа літосфери нечітка й визначається різким зменшенням в'язкості порід, зміною швидкості поширення сейсмічних хвиль і збільшенням електропровідності порід. Товщина літосфери на континентах і під океанами різниться й становить в середньому відповідно 25-200 і 5-100 км.

Третя за віддаленістю від Сонця планета Земля - має радіус 6370 км, середню густину - $5,5 \text{ г/см}^3$ і складається з трьох оболонок - кори, мантії та ядра. Мантія та ядро поділяються на внутрішні й зовнішні частини.

Земна кора - тонка верхня оболонка Землі, яка має товщину на континентах 40 - 80 км, під океанами - 5-10 км і становить всього близько 1% маси Землі. Вісім елементів - Оксиген, Силіцій, Гідроген, Алюміній, Ферум, Магній, Кальцій, Натрій - утворюють 99,5% земної кори. На континентах кора тришарова: осадові породи вкривають гранітні, а гранітні залягають на базальтових. Під океанами кора двошарового типу, осадові породи залягають просто на базальтах, гранітного шару немає. Найбільшу товщину земна кора має в гірських районах (під Гімалаями - понад 75 км), середню в районах платформ (35 км), а найменшу - в центральних районах океанів (5 - 7 км).

Основна частина літосфери складається з вивержених магматичних порід (95%), серед яких на континентах переважають граніти та гранітоїди, а в океаніях - базальти.

Актуальність екологічного вивчення літосфери зумовлена тим, що літосфера є середовищем усіх мінеральних ресурсів, через значні зміни яких розвивається глобальна екологічна криза. У верхній частині земної кори знаходяться ґрунти, які мають для людини дуже велике значення.

Ґрунти - орґано-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла та світла - є одним з найважливіших природних ресурсів. Залежно від кліматичних та геолого-географічних умов ґрунти мають товщину від 15 см до 2 - 3 м.

Ґрунти виникли разом з живою речовиною і розвивалися під впливом діяльності рослин, тварин і мікроорґанізмів, поки не стали дуже цінним для людини родючим субстратом. Основна маса організмів і мікроорґанізмів літосфери зосереджена в ґрунтах, на глибині не більше

кількох метрів. Грунти відіграють величезну роль у кругообігу води, речовин і вуглекислого газу.

З різними породами земної кори пов'язані різні корисні копалини: горючі, металеві, будівельні, а також такі, що є сировиною для хімічної та харчової промисловості.

Глибинні товщі літосфери мають досить складну й ще недостатньо вивчену будову, так само як мантия та ядро Землі. Але вже відомо, що з глибиною щільність порід зростає і на глибині 2900 км вона становить майже $5,6 \text{ г/см}^3$. У центрі ядра, де тиск досягає $3,5 \text{ тис. т/см}^2$, густина збільшується до $13-17 \text{ г/см}^3$. Встановлено також і характер зростання глибинної температури Землі. На глибині 100 км вона становить приблизно 1300°K , на глибині близько 3000 км – 4800°K , а в центрі земного ядра – 6900°K .

Переважаюча частина речовини Землі перебуває в твердому стані, але на межі земної кори та верхньої мантиї (100 – 150 км) залягає товща пом'якшених, пісноподібних гірських порід. Ця товща 100 - 150 км називається **астеносферою**. Внутрішнє ядро Землі перебуває в металевій фазі, але щодо його речовинного складу єдиної думки на сьогодні немає.

2.4. Природні ресурси

Для життя та діяльності людям необхідні такі ресурси :

- біологічні** - повітря, вода, харчові продукти тваринного й рослинного походження;
- мінеральні та енергетичні** - руди, нафта, вугілля тощо;
- кліматичні;**
- простір для життя, роботи та відпочинку;**
- генетичний фонд.**

Природні ресурси Землі поділяються на умовно **невичерпні**, до яких належать відновлювані (рослинний, тваринний світ і родючість ґрунтів) і **невідновлювані** (життєвий простір, енергія рік і корисні копалини).

Нарешті, чи найголовнішим ресурсом людства є його розум. Гідраховано, що сумарна маса мозгу людства становить сьогодні 9 млн. т. Можливості розуму обмежені.

Біологічні ресурси необхідні для життя людини, задоволення її фізіологічних потреб. Такі з них, як повітря й вода, могли б вважатися невичерпними, настільки вони великі за масою. Проте людині потрібні повітря й вода певної якості, а сьогодні в зв'язку з антропогенними забрудненнями повітря і вода в багатьох ділянках Землі вже втратили свою первісну чистоту, а то й стали малопридатними для життя. Харчових продуктів для надміру зростаючого населення Землі вже стало не вистачати, до того ж вони в багатьох районах Землі теж стають все більш забрудненими пестицидами, хімічними сполуками, шкідливими для життя, радонуклідами.

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

Запаси руд металів теж значною мірою вже вичерпані. Точніше, вичерпані чи вичерпуються багаті родовища руд у верхніх горизонтах земної кори. Нині розробляють і бідніші руди, родовища, що залягають глибше, в складніших геологічних умовах. Це здорожує мінеральну сировину, робить її більш дефіцитною. Вчені і технологи розробляють нові методи видобування цінних компонентів з бідних руд, впроваджують заміники цінних металів, дедалі повніше використовуються вторинні ресурси тощо. Дуже великим і ще майже невикористаним резервом цих ресурсів є Світовий океан.

Що до кліматичних ресурсів, то слід зазначити, що люди живуть у всіх кліматичних зонах Землі - від тропіків до полярних широт. Однак у екстремальних умовах людина змушена витратити надто багато сил і ресурсів для забезпечення життя й діяльності. Набагато сприятливіші для життя людини середні широти Землі з помірним кліматом, чергуванням зими з її бадьорими морозами та теплого літа.

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

Життєвий простір людина використовує для спорудження жител для себе, промислових підприємств, вирощування сільськогосподарських продуктів тощо. Освоюється простір і у вертикальному напрямку: збільшується висота будинків у містах, освоюється підземний простір (метро, трубопроводи тощо).

Накопичений досвід свідчить, що для збереження природного середовища великого регіону в оптимальному становищі треба близько 30% площі залишити в стані, наближеному до природного (парки, ліси, заказники). Половина з тих 70% площі, що залишається, має відводитися під виробництво продуктів харчування і лише близько 30% людина може використовувати для спорудження міст, сіл, промислових підприємств тощо. Зменшення площі "дикої" природи неприпустимо, бо неодмінно призведе до екологічної катастрофи. Слід зазначити, що абсолютно "дикими", недоступними для втручання людини, повинно бути лише 3-5%

площі, але вона має дуже велике значення, бо забезпечує збереження рідкісних видів тварин і рослин.

Сукупність всіх видів рослин і тварин Землі становить її безцінний скарб - генетичний фонд. На Землі немає "непотрібних" чи "шкідливих" видів живих організмів, кожний з них - унікальне творіння природи чи Бога і може знайти найнесподіваніше застосування не сьогодні, так у майбутньому. Прикладів можна навести безліч. Наприклад, акули є хижаками, які викликають у людини тільки страх, промислове значення їх мізерне, бо м'ясо акули без спеціальної складної обробки до живання непридатне, крім того акули з'їдають багато цінних для людей риб, акули-людоїди наводять жах на жителів прибережної смуги океану. Однак нещодавно з'ясувалося, що акула - єдина жива істота (з високорозвинених), яка ніколи не хворіє на злоякісні пухлини. Вчені намагаються розкрити цей секрет акули, виділити з її організму речовину чи речовини, що захищають від раку.

Те ж саме можна сказати про отруйних змій. Для людини це хижа тварина, яка викликає почуття страху. Але ж отрута змій - це безцінна сировина для виробництва багатьох ліків, і нині сува отрута деяких змій на міжнародному ринку цінується набагато дорожче за золото!

Тому необхідно пам'ятати та пропагувати серед населення такий принцип: повне знищення будь-якого виду тварин чи рослин неприпустиме! Результати спостережень свідчать, що зникнення лише одного виду вищих рослин автоматично зумовлює зникнення до 30 видів безхребетних тварин, тісно пов'язаних з ним.

Генетичне розмаїття диких видів і культурних рослин є безцінним скарбом для селекціонерів. Але з впровадженням нових цінних гібридних сортів культивування інших сортів цих рослин припиняється й вони зникають. Крім того, вирощування обмеженої кількості нових високоврожайних сортів є дуже ризикованим. Генетично-однорідний сорт певний час може давати дуже високі врожаї, як це було в Індії та Індонезії в 60-70 роках під час так званої земної революції. За рахунок впровадження нових сортів пшениці й рису ці країни нагодували своє населення й навіть стали експортерами зерна. Але з'явилися нові різновиди, нові мутації збудників хвороб чи шкідників, проти яких ці сорти виявились беззахисними. Наслідки в таких випадках можуть бути трагічними, бо врожаї гине одразу на величезних площах, зайнятих генетично однорідними рослинами.

Таких прикладів чимало в історії цивілізації. Наприклад, у 1845 р. у Ірландії спалахнула хвороба картоплі, викликана мікроскопічним грибок, випадково завезеним з Мексики. Картопля, основний продукт харчування ірландських селян, повністю загинула, внаслідок чого більше мільйона ірландців померло з голоду.

У генетичній скарбниці природи є безліч видів, чудові властивості яких вчені лише починають вивчати. Так, за рахунок використання для гібридизації одного з сортів турецької пшениці, стійкої до грибкових

захворювань, США щорічно зводжує 50 млн. доларів. Ще більшу економію (до 160 млн. доларів щорічно) мають американські фермери завдяки вирощуванню гібрида ячменю, стійкого до хвороби, відомої під назвою жовта карликовість. Її вивели, використовуючи дикоростучий вид ефіопського ячменю.

Навіть зовсім непоказні дики рослини можуть виявити несподівані властивості й використовуватися, зокрема в медицині.

Зберегти генетичний фонд Землі якомога повніше - це одне з головних завдань, що стоять перед людством. Одним із шляхів вирішення цього завдання є створення заповідників у різних природних зонах Землі. Інший шлях - створення генетичних фондів. Цю роботу започаткував видатний російський генетик М.І. Вавілов.

Нині в світі налічується понад 80 національних центрів, які збирають та зберігають насінний фонд культурних і дикоростучих злаків, овочевих і фруктових сортів тощо. Цей безцінний генетичний скарб є резервним фондом людства, призначеним для відновлення втрачених видів чи проведення селекційних робіт.

Майбутнє генетичного фонду людини, здоров'я людства повністю залежать від стану навколишнього середовища.

Стратегія розвитку людства має передбачити комплексне вирішення проблем зростання населення, здоров'я екологічних систем, а також поширення СНІДу. Епідемія СНІДу швидко поширюється в усіх країнах світу, значно погіршуючи генофонд нації.

Загрозиливих масштабів набуває поширення СНІДу в Європі, зокрема й в Україні. Найбільше ВІЛ-інфікованих і померлих від СНІДу зареєстровано в Дніпропетровській, Донецькій, Закарпатській областях, містах Одесі та Києві. До радіоактивного забруднення у останні роки в Україні додалася ще одна біда, яка дедалі більше загрожує генофонду нації. Це - зростання захворюваності людей через забрудненість води та їжі пестицидами - високотоксичними речовинами, які заборонені на Заході, але використовуються у нас. Широке застосування пестицидів в Україні з 1985 р. привело до збільшення їх кількості в продуктах харчування вдвічі, що набагато перевищує максимально допустимі рівні. Так, 146 видів основних продуктів, що входять до раціону харчування, забруднені 72 видами шкідливих для здоров'я канцерогенних пестицидів практично в усіх областях України.

За даними Постійної комісії Верховної Ради України з питань здоров'я людини смертність в Україні почала зростати, а народжуваність зменшується з 1988 року, що є нашою ознакою вимирання.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. В чому полягає екологічне значення атмосфери?
2. Що таке озоновий шар і яку роль він відіграє?
3. Які основні екологічні функції води?

4. Які особливості атмосфери сприяють розвитку негативних екологічних процесів?
5. Які характеристики літосфери мають важливе екологічне значення?
6. Що таке природні ресурси Землі?
7. Які особливості використання природних ресурсів стали причиною розвитку екологічної кризи?
8. Що входить до складу генетичного фонду Землі?
9. Які заходи сприяють охороні та збереженню генетичного фонду Землі?
10. Як впливає стан довкілля на майбутнє генетичного фонду людини?
11. Які фактори становлять загрозу для генофонду української нації?

Глава 3. Екологія біосфери

3.1. Загальні властивості біосфери

Однією з найголовніших рис планети Земля є існування на ній життя. Цим вона відрізняється від усіх своїх сусідок по Сонячній системі. Форма життя існує на Землі завдяки поєднанню таких сприятливих астрономічних факторів: сталість світової зірки - Сонця, що не змінювалася протягом майже 4,5 млрд. року існування Землі; велика маса Землі ($6 \cdot 10^{21}$ т), достатня щоб утримувати навколо себе досить щільну атмосферу; велика кількість води на Землі.

Область існування живих організмів на Землі називають біосферою (сферою життя). Вперше цей термін вжив австрійський геолог Е. Зюсс у 1875 р., але поширився він після видання в 1926 р. праці "Біосфера" видатного вченого В. Вернадського, засновника та першого президента Академії наук України. Верхня межа біосфери сягає 85 км над поверхнею Землі. Нижня межа біосфери сягає глибин літосфери, де температура становить 100°C . До біосфери В. Вернадський відносив й усі гірські породи, оскільки вони є продуктом життєдіяльності тварин і рослин, нижня межа біосфери знаходиться на глибині 1—15 км нижче денної поверхні.

Пристаєваність живих організмів вражає. Так, живі бактерії виявлено в гарячих гейзерних джерелах з температурою до 98°C , активне й досить різноманітне життя вирує в тріщинах антарктичних льодовиків і на найбільших глибинах Світового океану, навіть в океанічних водах, уражених дигідроген сульфідом, теж існують специфічні сіркобактерії.

В. Вернадський довів, що живі організми відіграють дуже важливу роль у геологічних процесах, які формують обличчя Землі. Хімічний склад сучасних атмосфери та гідросфери зумовлений життєдіяльністю організмів.

Мінеральна інертна речовина переробляється життям, перетворюється на нову якість. Живі організми не лише пристосовуються до умов зовнішнього середовища, а й активно їх змінюють. Таким чином, жива й нежива речовини на Землі становлять гармонійне ціле, що і називається біосферою.

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

Суша маса живої речовини на Землі дуже мала величина порівняно з масою Землі. Однак жива речовина відрізняється від неживої надзвичайно високою активністю, зокрема дуже швидким кругообігом речовин. Вся

жива речовина біосфери оновлюється в середньому за вісім років. Біомаса Світового океану відновлюється за 33 дні, його фітомаса - щодня, фітомаса суші - приблизно за 14 років через більшу тривалість життя наземних рослин.

Живі організми відіграють величезну роль в акумуляції сонячної енергії. Наприклад, поклади кам'яного вугілля - це ні що інше, як сонячна енергія, накопичена зеленими рослинами минулих геологічних епох. Важливу роль живі організми відіграють у накопиченні багатьох металів, таких, як залізо, мідь, манган. Велике значення для біосфери й господарської діяльності людини має кругообіг Нітрогену, Сульфуру, Фосфору та інших елементів. Живі організми накопичують деякі елементи в своїх тканинах, а водні мешканці, крім того, збільшують їх вміст і в своєму середовищі життя, тобто у воді (наприклад, такі елементи, як Молібден, Кобальт, Нікол містяться у водному середовищі в значно більшій кількості, ніж на суходолі).

Таким чином, за мільярди років геологічної історії життя невідомо зміню зовнішні оболонки нашої планети.

3.2.Склад та функціонування біосфери

Живий світ Землі, її біосфера, складається з організмів трьох основних типів.

Продуценти або автотрофи, - це організми, що створюють органічну речовину за рахунок утилізації сонячної енергії, води, вуглекислого газу та мінеральних солей. До цього типу належать рослини, яких на Землі є близько 350000 видів. Їх маса, за підрахунками В.Вернадського, становить близько $2,4 \cdot 10^{12}$ т.

Консументи або гетеротрофи, - організми, що одержують енергію за рахунок харчування автотрофами чи іншими консументами. До них належать рослиноїдні тварини, хижаки й паразити, а також хижі рослини та гриби. Кількість видів цієї групи найбільша - понад 1,5 млн., а їхня маса становить близько $2,3 \cdot 10^{10}$ т.

Редуценти - мікроорганізми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук - води, вуглекислого газу й мінеральних солей. Їх налічується 75 тис. видів, а сумарна маса становить $1,8 \cdot 10^8$ т.

Вся ця величезна кількість живих істот знаходиться в надзвичайно складних взаємовідносинах між собою й з неживою речовиною. Кількість можливих зв'язків між членами екологічної системи визначається за формулою:

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

де А - число зв'язків; N - число видів у екосистемі. Число біосферних зв'язків як правило дуже велике, серед них є надзвичайно

важливі, незамінні. Втручання людини в процесі діяльності в біосфері взв'язав'язки часто приводить до небажаних наслідків. Наприклад, у 30-і роки в Норвегії було вирішено винищити хижих птахів (полярних сов і яструбів), що зменшували чисельність цінного промислового птаха - поллярної куріпки. Оголошені пільги та премії спричинили повсюдний відстріл мисливцями хижих птахів. Одразу ж після цієї акції серед куріпок стався епідемія, що майже повністю знищила їх популяції. Виявилося, що сови та яструби виконували роль санітарів, які поїдали в першу чергу хворих, ослаблених куріпок і таким чином запобігали поширенню епідемії. Нерозумне втручання в процес, становлення якого тривало тисячоліттями, викликало подібні ініціаторів акції "ефект грабель" (коли людина, що необачно наступає на зубці, дістає удар державкою по лобі).

Система зв'язків у біосфері надзвичайно складна й поки що розшифрована тільки в загальних рисах. Найголовнішою ланкою управління є енергія - переважно енергія Сонця, другорядною - енергія внутрішнього тепла Землі й радіоактивного розпаду елементів. Біотичний кругообіг речовин у біосфері здійснюється приблизно за такою схемою:

1.Продуценти (рослини) за допомогою механізму фотосинтезу виробляють органічну речовину, споживаючи сонячну енергію, воду, вуглекислий газ і мінеральні солі. Хемопродуценти використовують енергію хімічних реакцій, наприклад, окиснення сполук Феруму чи Сульфуру, й теж виробляють органічну речовину.

2.Консументи (трав'ядні тварини) живляться органічною масою рослин. Консументи другого та третього порядку (хижаки, паразити, хижі рослини й гриби) споживають інших консументів.

3.Редуценти споживають частину поживних речовин, розкладають мертві тіла рослин і тварин до простих хімічних сполук (води, вуглекислого газу та мінеральних солей), замикаючи таким чином кругообіг речовин у біосфері.

Крім енергетичних, харчових і хімічних зв'язків, величезну роль в біосфері відіграють інформаційні. Живі істоти Землі освоїли всі види інформації - зорову, звукову, хімічну, електромагнітну. Живі системи можуть обробляти, накопичувати й використовувати інформацію окремо від енергії.

Прикладом інформаційних зв'язків у біосфері може бути явище зниження інтенсивності розмноження тварин у разі надмірної щільності популяції. Не завжди це зумовлено нестачею корму чи забрудненням середовища шкідливими відходами життєдіяльності. Результати дослідів свідчать, що зменшення потомства в осавців чи зниження яйцесності птахів відбувається внаслідок "перенаселення" території. Тут діють саме інформаційні зв'язки, коли викликаються якісь внутрішні механізми, що приводять до зменшення кількості "зайвих" особин.

Ефективність інформаційних зв'язків у біосфері вражає. Наприклад, самець метелика тутового шовкопряду відчуває присутність самки на відстані 2 км. Такий феномен не може базуватися на хімічних сигналах,

тобто дії якихось пахучих речовин, що їх виділяє самка. Ймовірно, має місце передача електромагнітних сигналів. Узагальнюючи результати наукових досліджень В.Вернадський дійшов висновку: біосфера Землі сформувалася з самого початку як складна система, з великою кількістю видів організмів, кожен з яких виконував свою роль у загальній системі. Без цього біосфера взагалі не могла б існувати, тобто стійкість її існування була відразу започаткована її складністю.

В.І.Вернадському належить відкриття такого основного закону біосфери: "Кількість живої речовини є планетною константою з часів архейської ери, тобто за весь геологічний час". В.І.Вернадський вважає, що в біосфері в межах живої речовини відбулися лише перегрупування хімічних елементів, а не докорінні зміни їх складу й кількості.

3.3. Кругообіг речовин та енергії в біосфері

Утворення живої речовини та її розклад - це дві сторони єдиного процесу, який називається біологічним кругообігом хімічних елементів.

У процесі кругообігу жива речовина заряджується енергією, в процесі її розпаду енергія повертається в навколишнє середовище. За рахунок біологічної енергії відбуваються різні хімічні й біогеохімічні реакції. Кругообіг речовин характерний для екосистем будь-якого рівня організації - від окремого комплексу живих організмів і середовища - біогеоценозу - до біосфери в цілому.

Розрізняють великий (біосферний) кругообіг і малі кругообіги різних рівнів (океану, степу, озера і таке інше). Кругообіг це не рух речовин і енергії по замкненому колу, а швидше розвиток по спіралі, поступальний рух, коли в кожному циклі біосфери не повертається до того стану, який був раніше. Організатором цього грандіозного кругообігу в біосфері є життя. Переважна частина міграції хімічних елементів на Землі відбувається саме завдяки життю.

Жива речовина значно прискорила й змінила кругообіги у біосфері різних речовин - H_2O , O_2 , N_2 , CO_2 тощо. Обмін повітря між всіма широтами й обома півкулями Землі відбувається в середньому за два роки. Вся прісна вода співає в океан за 14 дб, у льодовиках вода оновлюється за 15 тис. років.

Еогенний кругообіг атомів у природі є розімкнутим: деяка їх кількість виділяється й заховується в осадових породах у вигляді вапняків, торфу, нафти й інших порід і мінералів. Цим забезпечується поступальний розвиток земної кори і біосфери. Як вважав В.Вернадський, навіть прські породи - граніти, гнейси є "колишніми біосферами", тобто ці породи теж пройшли цикл переробки живою матерією.

Схематично великий кругообіг речовин та енергії в біосфері можна представити так. Вивержені глибинні породи мантійного походження тектонічними процесами виводяться з надр Землі в біосферу.

Під впливом сонячної енергії й живої речовини вони вивітрюються, переносяться, відкладаються, перетворюючись в різноманітні осадові породи. Рівень ентропії речовини при цьому знижується, тому що в осадових породах накопичується "консервується" сонячна енергія. Наприклад, з вивержених мінералів утворюються глини, а вулканічні гази (CO , NH_3) переходять у вугілля, нафту.

Далі осадові породи під впливом високих тисків і температур Землі переплавляються і утворюють гранітні породи. Кристалізовані вивержені породи знову потрапляють у біосферу. Таким чином цикл завершується.

Для біосфери в цілому, як і для земної кори, характерна ритмічність і циклічність розвитку. Вона виявляється в усьому: в процесах магматизму, осадоутворення, змінах клімату, горотворенні й багатьох інших геологічних явищах. Найбільш ритмічний, поступальний розвиток властивий живим організмам. Встановлені ритми й цикли різної тривалості: від 11-річного, зумовленого сонячною активністю, до мегациклу в 180-240 млн. років, що збігається з Галактичним роком, тобто часом обертання Землі разом з Сонячною системою навколо центра Галактики. При цьому має місце не "сліпе" повторення процесів, а їх поступальний розвиток, тобто цикли розкручуються за спіраллю або циклоїдою.

Згідно з геологічними уявленнями, людина існує надзвичайно короткий час (усього 0,0001% від тривалості існування біосфери). Проте за цей короткий проміжок часу кругообіг речовин в біосфері змінився радикально. В Вернадський підрахував, що в античні часи люди використовували лише 18 хімічних елементів, у XVIII ст. - 29, у XIX ст. - 62. Нині використовуються всі 89 елементів, що є в земній корі, крім того, одержано ще й такі, яких у природі немає зовсім, наприклад, Плутоній, Технецій тощо.

Людина небувало прискорила кругообіг деяких речовин. Родовища Феруму, Купруму, Цинку, Пломбуму й багатьох інших елементів, які природа накопичувала протягом мільйонів років, швидко вичерпуються. Подекуди, навпаки, відбувається концентрація елементів у таких пропорціях, яких не було в природі (наприклад, на великому заводі, де сконцентровані Ферум, Купрум, Цинк, Алюміній, органічні сполуки тощо).

Людина дуже швидкими темпами використовує сонячну енергію "минулих біосфер", накопичену у вугіллі, нафті, природному газі, вона вивільняє енергію, що міститься в Урані. Все це сприяє збільшенню незрівноваженості біосфери. Людина не лише прискорює біологічний кругообіг, а й залучає до нього ті елементи, які були з нього давно вилучені.

Займаючись меліорацією, створюючи водосховища людина втручається в кругообіг води в природі.

Ми, звичайно, повинні якомога менше змінювати природні процеси, зокрема впроваджувати безвідходні виробництва чи якісно нові виробничі

цикли, але нам і в ідеальному випадку не вдасться позбавитися, наприклад, відходів тепла, бо це суперечить началу термодинаміки.

Отже, природу Землі неможливо повернути до того стану, в якому вона перебувала до початку розвитку людини. На сучасному етапі завдання полягає не в тому, щоб "залишити все, як воно було" - це неможливо, а в тому, щоб діяти продумано, науково обгрунтовано, з максимальною обережністю. Нам слід чітко уявити, що ми намагаємося побудувати для себе та своїх нащадків, бо нічого з того, що робиться й буде зроблено з живою природою, виправити неможливо.

3.4. Людина і біосфера. Ноосфера

Людина в біосфері Землі є новою силою, новим фактором. Діяльність людини нині зрівнялася з деякими геологічними силами. Наприклад, за рахунок роботи тисяч радіостанцій, телепередавачів, релейних ліній тощо Земля випромінює енергії в радіодіапазоні (на метрових хвилях) більше, ніж Сонце. Щорічно людство лише в сільському господарстві перевертає, перелопачує своїми плугами масу ґрунту в 200 разів більшу, ніж увесь пісок, глина, намул, які виносяться в океан усіма ріками Землі. Людство стало провокувати справжні землетруси - за рахунок підземних ядерних вибухів а також будівництва крупних водосховищ у сейсмічно небезпечних зонах. Сьогодні людина використовує не лише всі елементи таблиці Менделєєва, а й створила нові, яких раніше не було на Землі, наприклад, Плутоній.

Усе добуте з надр Землі, людина розсіює на поверхні, колосально прискорюючи переміщення хімічних елементів у біосфері Землі, порушуючи ті біогеохімічні цикли, що склалися протягом мільйонів років. На сьогодні за рахунок техногенної діяльності людини в біосферу потрапило вже близько 50000 нових хімічних речовин, не властивих природі й здебільшого шкідливих для живих істот.

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

В 1944 році В.І.Вернадський висунув тезу про те, що біосфера Землі закономірно й неминуче перейде в нову якість, стане ноосферою (від грец. ноос - розум). На його думку людина перебере на себе керівництво всіма процесами в біосфері, спрямує її розвиток у бажаному для себе напрямі. На зміну "дикій" біосфері повинна прийти нова оболонка - ноосфера, тобто якісно новий стан біосфери, переробленої, перебудованої розумом людини і її працею.

Сьогодні можна констатувати, що біосфера справді різко змінюється під впливом технологічної діяльності людини, перетлі більше зависості...

техносферою. На даному етапі стало ясно, що наступ техносфери супроводжується такими змінами природного середовища, які почали вже загрозувати самому існуванню людини на Землі. Отже все активніше рухаючи вперед "технічний прогрес", людство лише погіршує загальну ситуацію в біосфері і своє власне в ній становище.

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

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

Нереально виглядає й мрія В.Вернадського про те, що людина може перебрати на себе керування всіма процесами в біосфері, спрямувати їх у "розумне русло".

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

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

Оскільки сучасне енергоспоживання на 90% базується на невідновних ресурсах, то відмова від них і перехід на відновні спричинить скорочення енергоспоживання приблизно в 10 разів. Щоб це не привело до катастрофи, слід виконати друге основне завдання.

2. Скорочення чисельності населення Землі в 10 разів порівняно з нинішнім рівнем. Скорочення має бути пропорційним кількості населення кожної країни при безумовному збереженні малих народів і відбуватися шляхом впровадження програм регулювання сім'ї тощо. Цю

програму слід поєднати з програмою обмеження енерго- та ресурсоспоживання.

На жаль, ці завдання нині не виконуються. Технології, основані на використанні відновних ресурсів, за сучасних умов не є конкурентоздатними перед технологіями, пов'язаними з експлуатацією невідновних ресурсів. Програма зниження кількості населення шляхом стримування темпів народжуваності напшовується на опір релігійних кіл (мусульманських і католицьких), як засвідчила Всесвітня конференція ООН із питань демографії (Каїр, 1994).

У 1991 р. група американських вчених проводила експеримент, що дістав назву "Біосфера-2". У пустельному районі штату Арізона споруджено ізольований комплекс з скляним дахом і стінками (зовні надходила сонячна енергія). У цьому комплексі було створено п'ять поєднаних одна з одною біот. вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото й море, площа цього комплексу складала 2,5 га. У "Біосферу-2" було переселено 3800 представників фауни і флори, причому головним критерієм відбору була користь, яку вони могли приносити людям (вживатись в їжу, очищати повітря, давати ліки тощо). У "Біосферу-2" була включена й техносфера, що мала житлові й робочі приміщення, розрахована на вісім дослідників (чотири чоловіки та чотири жінки), спортзал, бібліотеку, город, ферму й численне технічне устаткування.

Метою експерименту, розрахованого на два роки, було створення замкненої екосистеми, своєрідної міні-біосфери, яка б функціонувала на основі самозабезпечення й була б незалежною від "Біосфери-1" (так автори називають біосферу Землі). У цю міні-біосферу повинна була органічно увійти міні-техносфера з дослідниками. Автори мріяли досягти штучно підтримуваного в системі гомеостазу, тобто основних життєво важливих параметрів (температури, вологості тощо). Відходи одної біоти мали бути ресурсами для іншої, тобто проект мав здійснити мрію В.Вернадського про керовану людським розумом біосферу (ноосферу).

Експеримент закінчився невдало - менше як за півроку дослідників евакуювали з "Біосфери-2" назад до рідної "Біосфери-1". Бажаної керованості процесів і збалансованості техносфери й "Біосфери-2" досягти не вдалося; більше того, основні параметри системи, зокрема, вміст у повітрі вуглекислого газу, склад мікроорганізмів у ґрунтах тощо вийшли з-під контролю. Коли вміст CO_2 у повітрі досяг небезпечного для здоров'я людей рівня і ніякими заходами знизити його не вдалося, експеримент довелося припинити.

Крак проекту "Біосфера-2" ще раз підтвердив справедливості принципу, сформульованого американським математиком Джоном фон Нейманом: "Організація системи нижче певного мінімального рівня приводить до погіршення її якості". Повна збалансованість усіх процесів, кругообіг речовин і енергії, гомеостаз біосфери можливі лише в масштабах Землі, де ці процеси відпрацьовувалися природою протягом мільйонів років. І ніякі комп'ютери не можуть керувати системою стабільності такої

набагато вища за їх власну - це суперечить правилу Енші та другому закону термодинаміки.

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

Заняття і завдання для самоконтролю

1. Назвіть основні положення вчення В.І.Вернадського про біосферу.
2. Що таке "жива речовина" і яке її значення для розвитку біосфери?
3. Які біогеохімічні функції виконує "жива речовина" в біосфері за вченням В.І.Вернадського?
4. З яких трьох типів живих організмів складається біосфера? Дайте їм коротку характеристику.
5. Наведіть приклади порушення взаємозв'язків між живою і неживою речовиною в біосфері. До яких наслідків це приводить?
6. Які типи зв'язків існують в біосфері між її складовими? Наведіть приклади.
7. Сформулюйте та поясніть основний закон біосфери В.І.Вернадського.
8. Біосфера є відкритою чи замкнутою системою?
9. Як здійснюється біогенний кругообіг хімічних елементів у біосфері?
10. Як впливає людина на кругообіг хімічних елементів у біосфері?
11. Що таке ноосфера? Який зміст в це поняття вніс В.І.Вернадський?
12. Які зміни сталися в біосфері при трансформації її в техносферу?
13. Які два головних завдання треба виконати людству в наш час, щоб вижити, а згодом і вийти з стану екологічної кризи?
14. З якою метою був поставлений американськими вченими експеримент під назвою "Біосфера-2"?
15. Який висновок можна зробити з результатів експерименту під назвою "Біосфера - 2"?
16. Які шляхи збереження біосфери та людства на планеті Земля вам відомі?

Глава 4. Основні джерела антропогенного забруднення навколишнього середовища

4.1. Характер забруднення

Основними джерелами антропогенного забруднення середовища є: виробники енергії (ТЕС, АЕС, ГРЕС, сотні тисяч котельень); усі промислові об'єкти (в першу чергу металургійні, хімічні, нафтопереробні, цементні, целюлозно-паперові); сільське господарство; військова промисловість і військові об'єкти; автотранспорт та інші види транспорту; гіричне виробництво. Вони забруднюють довкілля сотнями токсичних речовин, шкідливими фізичними полями, шумами, вібраціями, теплом.

Першоджерелом і першопричиною бурхливого розвитку екологічної кризи є, як вважають міжнародні експерти, демографічний вибух, дуже швидке зростання населення нашої планети, що неодмінно супроводжується збільшенням темпів і обсягів знищення природних ресурсів, нагромадженням величезної кількості відходів виробництва й побуту, забрудненням довкілля - глобальними кліматичними змінами, хворобами, голодом, вимиранням.

Майже до XIII ст. людина не завдавала природі надто великої шкоди. Але з розвитком хімії, металургії, енергетики й машинобудування, з появою нових синтетичних та мінеральних речовин і величезним їх накопиченням стан справ докорінно змінився. Наприклад, відходи від синтетичних пральних порошків, нафтопродуктів, важкі метали, нітрати, радіонукліди, пестициди та інші шкідливі речовини не засвоюються мікроорганізмами, не розкладаються, а накопичуються тисячами тон у ґрунтах, водоймах і підземних водах.

Так, в результаті спалювання паливних ресурсів в атмосферу планети щорічно викидається понад 22 млрд. тон CO_2 та понад 150 млн. тон SO_2 . Щорічно світова промисловість скидає в річки понад 160 км³ шкідливих стоків, щорічно в ґрунти людством вноситься 500 млн. тон мінеральних добрив і близько 4 млн. тон пестицидів, більша частина яких осідає в ґрунтах та виноситься поверхневими водами в річки, озера, моря та океани, в дуже значних кількостях накопичується в штучних водосховищах, які живлять водою промислові центри. За останні 45 років використання мінеральних добрив зросло в 43 рази, а отрутохімікатів - у 10 разів. Хоча за рахунок цього вдалося тимчасово підвищити врожайність зернових та деяких інших культур вдвічі, картоплі й буряків на 15-20%, однак багаторазово зросло й забруднення ґрунтів, ґрунтових вод і вироцуваних продуктів. Тому в районах підвищеної хімізації сільського господарства захворюваність дітей у 3-3,5 разу вища, ніж у районах з мінімальною хімізацією.

Вважають, що за ступенем забруднення природного середовища нині перше місце посідають металургійна промисловість і автотранспорт, які загалом спричиняють до 70-85% всього обсягу забруднень.

В Україні металургійна промисловість зумовлює близько третини забруднень атмосфери й природних вод. Останнім часом для всіх великих міст України характерне зростання частки забруднення довкілля за рахунок автотранспорту. Ця частка в середньому становить 55-75%, а в окремих районах міст може перевищувати 80-82%. У містах розташування металургійної промисловості вона є головним джерелом забруднення довкілля. Наприклад, місто Запоріжжя одне з найбрудніших міст в Україні, оскільки там розташоване могутнє промислове об'єднання "Запоріжсталь". Місто Дніпродзержинськ теж належить до тих міст, екологічний стан яких - критичний, один з найгірших в Україні.

В результаті спалювання великої кількості твердого палива поблизу металургійних центрів нагромаджуються також такі шкідливі речовини, як хлоровуглеводні, діоксан, вуглеводні, що мають мутагенні та канцерогенні властивості і переносяться з димами на відстані в десятки й сотні кілометрів (димова труба висотою 250 м розсіює шкідливі речовини в радіусі 70-80 км).

Збитки від відходів - це не лише величезні площі землі, зайняті звалищами, шлюксовищами, відвалами "пустої" породи біля кар'єрів (наприклад, на площі, де розташовані звалища навколо Києва, можна було б побудувати місто з населенням 300 тис. чоловік), а й смертельні дози різних токсикантів, що роками розносяться дощовими водами, та дими й пилюка від них.

Наприклад, пошкоджена люмінесцентна лампа на звалищі містить майже 150 мг ртуті, пари якої здатні отруїти на рівні ГДК майже 500 м³ повітря, і таких ламп використовуються мільйони, а ртуть дуже шкідлива речовина, яка завдає здоров'ю людини і всім живим організмам не меншої шкоди, ніж радіація.

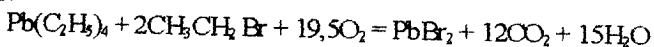
За кількістю промислового забруднення на душу населення Україна посідає одне з перших місць в Європі. Через це в Україні найнижча тривалість життя - 66 років, тоді як в Японії, Швейцарії, Ісландії та США - 75-79 років. У класифікації ООН колишній СРСР за тривалістю життя населення посідає 77 місце в світі, а показник збільшення кількості населення в Україні був у 3-4 рази нижчий середнього по СРСР. Нині в Україні смертність населення, а особливо дітей збільшилась. Зонами екологічного лиха є понад 15% її території, крім того, близько 40% АЕС СНД розміщені в Україні, причому, майже 100% електроенергії Хмельницької і 90% Рівненської АЕС йде на експорт. В Україні функціонує 1700 шкідливих виробництв, 1000 з них, хімічних, становлять особливу екологічну небезпеку. За показником дитячої смертності Україна посідає перше місце в світі, як і за показником кількості онкологічних захворювань. З 1992 року смертність в Україні перевищує народжуваність.

Нині в Україні виявлено багато сотень районів, ділянок і об'єктів, де у воді, повітрі й ґрунтах внаслідок аварій, випробувань, витікання значно перевищені ГДК різних нафтопродуктів - теж дуже шкідливих речовин. Це райони аеродромів, нафтобаз, нафтосховищ, нафтопереробних заводів, нафтових свердловин, автостоянок, автозаправок, окремі ділянки нафтопроводів.

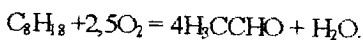
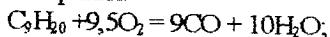
Нафта, потрапляючи в воду, утворює на поверхні тонку стійку плівку, що ускладнює процеси обміну, кругообігу речовин в екосистемах.

Пари нафти та її продуктів, концентрація яких становить 10 мг/м^3 і більше викликають у людини захворювання органів дихання й центральної нервової системи, підвищену стомленість.

Під час згоряння 1 кг етильованого бензину в атмосферу викидається близько 1 г свинцю в вигляді парів пломбум (II) броміду, що утворюється за реакцією:



Оскільки в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) тривалість горіння палива обмежена долями секунди, а холодні стінки камер не дають можливості паливу згоріти повністю, то відбувається утворення парів і викид продуктів неповного згоряння:



На згоряння 1 кг бензину в ДВЗ потрібно 15 кг повітря або 200 л кисню, що в 2,5 рази більше добового споживання людини. Кожний автомобіль виділяє в атмосферу за рік біля 1 кг свинцю, а всього нині в світі нараховується близько 500 млн. автомобілів.

До основних антропогенних забруднювачів довкілля належать також різні шуми від виробництва, транспорту, іонізуюче випромінювання, вібрації, світло-теплові впливи.

Найпоширенішими шкідливими газовими забруднювачами є SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , CO , CO_2 , оксиди Нітрогену, фенілпірен, сполуки Хлору, Флуору, вуглеводні.

Серед твердих часток промислових димів найпоширеніші - частки вугілля, золи, сульфатів та сульфідів металів (Феруму, Пломбуму, Купрум, Цинку тощо) кремнезему, хлоридів, сполук Кальцію, Натрію, Фосфору. У димах містяться також пари основних кислот (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), ртуті, феноли.

4.2. Види забруднювачів

- Існує декілька видів класифікації забруднення природного середовища, загалом ці забруднення можна об'єднати в такі групи:

- механічні, хімічні, фізичні, біологічні, матеріальні, енергетичні (за типом походження);

- стійкі, середньотривалі й нестійкі (за часом взаємодії з довкіллям);

- прямого та непрямого впливу на біоту (за способом впливу);

- навмисні, супутні, аварійно-випадкові.]

Встановлено, що близько 80-86% забруднювачів повітря сконцентровано над сильнорозвиненими промисловими районами, 10-15% - над містами, 1-2% - над сільською місцевістю, 0,1% над центральними районами Світового океану. Якщо у великому місті за добу осідає 1,5 т. пилу на кожен квадратний кілометр, то вже в 100 км від нього в 100 разів менше.

Охарактеризуємо найбільш поширені забруднювачі середовища.

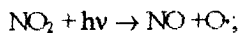
Карбон (II) оксид (CO) - чадний газ - не має кольору та запаху і є одним з найпоширеніших забруднювачів повітря. Карбон (II) оксид утворюється внаслідок неповного згоряння кам'яного вугілля, газу, деревини, нафти, бензину. При концентрації в повітрі більше 1% він негативно впливає на рослини, тварин і людину, понад 4% - спричинює смерть. Можна уявити обсяг шкоди від CO, якщо лише один автомобіль за добу викидає в повітря близько 3,65 кг CO, а щільність потоків автомашин на основних автомагістралях Києва досягає 50-100 тис. машин за добу з викидами щогодинно 1800-9000 кг CO в повітря.

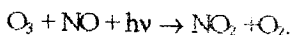
Токсичність CO для людини полягає в тому, що, потрапляючи в кров, він позбавляє еритроцити (червоні кров'яні тілця) здатності транспортувати кисень, настає кисневе голодування, задуха, запаморочення і навіть смерть.

Нітроген (IV) оксид (NO₂) - для людини в 10 разів небезпечніший ніж CO. Його багато в районах металургійних і хімічних заводів, ТЕС. З'єднуючись з водою в дихальних шляхах людини він утворює HNO₂ і HNO₃, що спричинює сильні подразнення слизових оболонок, тяжкі захворювання. На територіях, що межують з найбільшими автомагістралями Києва (25 км), концентрація NO₂ перевищує ГДК в 10-30 разів, фенілпірену - в 3-10 разів.

Шкідливі вуглеводні (парафіни, нафтени, ароматичні, фенілпірен) - пари пального, що викидаються в повітря з ДВЗ через нестачу кисню, картерні гази, випаровування самого бензину. Хорошим адсорбентом фенілпірену є сажа, тому вона теж шкідлива.

Дуже шкідливими є ненасичені (олефінові) вуглеводні (етилен тощо), які становлять 35% від загальної кількості вуглеводневих викидів. Вони є однією з причин утворення смогів - фотохімічних туманів у містах-гігантах. Під дією сонячного світла між органічними речовинами і оксидами Нітрогену проходять фотохімічні реакції і утворюється фотохімічний смог:





Найбільш небезпечними складовими компонентами цього смогу є озон, Нітроген (II) і Нітроген (IV) оксиди. Озон має високу хімічну активність, руйнує живі клітини рослин і тварин, роз'їдає гуму, бавовнянопаперові і найлонові тканини. Необхідно також відмітити, що озон - особливо шкідлива речовина, його токсичність значно перевищує токсичність синильної кислоти, оксидів Нітрогену і Карбон (II) оксиду. Туман, що утворюється в результаті смогу, неприємно пахне, подразнює очі, горло, спричинює задуху, бронхіальну астму, порушення вітамінного обміну, сну в дітей, емфізему легенів. Листя рослин починає в'янути, стає плямистим, набуває сріблястого або бронзового кольору. Набагато прискорюється корозія металу, руйнування мармуру, вапняку, фарби, гуми, синтетичних виробів, швидко псується одяг, взуття.

Особливо часто фотохімічний смог виникає в великих містах світу з інтенсивним автомобільним рухом (Лос-Анджелес, Токіо - 2 млн. автомобілів). Сприятливими умовами для появи смогу є сонячні, літні, безвітряні дні.

У грудні 1952 р. звістка про смог облетіла весь світ, коли в Лондоні від нього загинуло близько 4 тис. чоловік. Це був так званий чорний смог, що виникає внаслідок надлишку в повітрі міста продуктів згоряння вугілля, соляру, мазуту на промислових підприємствах і теплоцентралях Лондона.

Сульфур (VI) оксид (SO_3) - утворюється внаслідок окиснення Сульфур (IV) оксиду (SO_2) в атмосфері під час фотохімічних і каталітичних реакцій і є аерозолем або розчином сульфатної кислоти в дощовій воді, яка підкислює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків, загострює захворювання легеневої системи та дихальних шляхів.

Його наявність характерна для районів хімічної, нафтохімічної та металургійної промисловості, ТЕС, коксохімічних і цементних заводів. SO_3 дуже шкідливий і для рослин, оскільки легко ними засвоюється та порушує їх життєдіяльність.

Газ SO_2 виділяється внаслідок згоряння палива з домішками сірки (вугілля, нафти), переробки сульфатних руд, частково - виплавки металів.

Гази H_2S і CS_2 - викидаються в повітря в невеликих кількостях підприємствами, які виготовляють шпунче волокно, цукор, а також нафтопереробними й коксохімічними заводами.

H_2S і CS_2 мають різкий неприємний запах і високу токсичність, вони в 100 раз токсичніші ніж SO_2 . У атмосфері H_2S повільно окиснюється до SO_3 .

Оксиди Нітрогену NO , N_2O та амоніак (NH_3) - потрапляють в атмосферу при роботі підприємств по виробництву нітратної кислоти, нітратів, анільових фарб, віскозного шовку, а також викидаються паливними установками й металургійними заводами. Оксиди NO та N_2O

поглинаються листям рослин, які втрачають після цього кормові якості та хворіють. Амоніак (NH_3) негативно діє на дихальні шляхи людини й тварин.

Сполуки Хлору концентруються в повітрі навколо хімічних заводів, що виробляють хлоридну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду тощо. У великих кількостях вони дуже шкідливі для рослин, тварин і людини. В атмосфері ці сполуки знаходяться у вигляді молекулярного хлору (Cl_2) та гідроген хлориду (HCl).

Сполуки Флуору характерні для районів, де діють підприємства, що виробляють алюміній, емаль, скло, кераміку, фарфор, сталь, фосфорні добрива. В повітрі вони містяться у вигляді газоподібних HF або пиловатих часток CaF_2 . Сполуки Флуору надзвичайно токсичні (накопичуються в рослинах, а через рослинний корм - у тваринах), приводять до швидкого псування зубів, кісток, зниження діяльності молочних залоз, некрозу нирок, пошкодження кишок.

В сучасних умовах атмосферне повітря одночасно забруднюється кількома шкідливими речовинами. Кожна з них, взята окремо, може мати концентрацію, що менша ГДК і начебто не шкідлива, але спільний вплив усіх забруднювачів викликає такий же ефект, як речовина з перевищеною ГДК. Це явище називають ефектом сумарної дії шкідливих речовин. Прикладом сумарного негативного впливу може бути спільна дія газів H_2S і CO_2 , ацетону й фенолу, етаналю та вінілацетату, суміші сильних кислот (HCl , HNO_3 , H_2SO_4) та інших.

Наведемо деякі відомості про найбільш поширені в навколишньому середовищі важкі метали. До таких токсичних металів належить свинець (Pb), який міститься в повітрі, ґрунтах, водах. Головним джерелом його надходження в середовище є автотранспорт. Свинець у вигляді аерозольних часток викидається з вихлопними газами. Крім того свинець знаходиться у свинцевих фарбах, які використовують у побуті, свинцевих покриттях водопровідних труб, ізоляціях електрокабелів, різних прокладках тощо. Нині встановлено, що з усіх цих джерел у повітря й воду постійно надходить свинець і шкодить здоров'ю.

Наявність у крові незначної кількості свинцю приводить до тяжких захворювань, зниження інтелектуального розвитку, перезбудження, розвитку агресивності, неухважності, глухоти, безпліддя, затримки росту тощо. Тому нині переглядають затверджені раніше ГДК свинцю в повітрі, воді, ґрунті та крові людини. В Японії сьогодні майже повністю вилучено етильований бензин та припинено виробництво свинцевих фарб. Такі ж рішення прийняті в США, Англії, Франції, Швеції та Німеччині.

Навіть найменший вміст свинцю в крові сучасної людини в 100 разів більший, ніж у крові первісної людини. Це зумовлено тим, що, по-перше, в наш час через антропогенні забруднення кількість свинцю в навколишньому середовищі збільшилася в сотні й тисячі разів, по-друге, людина є однією з останніх ланок ланцюга живлення, а в межах цього

ленцюга концентрація свинцю від ланки до ланки дуже зростає. У великих містах у дощових водах і снігу вміст свинцю нижі досягає 250-350 мкг/л.

Кадмій (Cd) – є досить отруйною речовиною, незначні концентрації якої приводять до серйозних захворювань нервової системи, кісткових тканин, а тривала дія – до смерті. Його ГДК становить 0,001 мг/л. Тяжке кісткове захворювання, відоме в Японії як ітай – ітай, викликане хронічним отруєнням кадмієм (1956 р.), що зниклодіє в рисі, а рис накопичував цю речовину через забруднення відходами гірничодобувних підприємств. У цих районах щоденно в організм людини потрапляло до 600 мкг кадмію. Основна маса кадмію виводиться з організму досить швидко, адсорбується лише приблизно 2 мкг за добу.

Виявлено, що в природне середовище кадмій надходить переважно під час видобування й переробки металеносних корисних копалин, згоряння деяких палив, спалювання побутових відходів на звалищах, а також із промисловими стічними водами. Потрапляючи в ріки, кадмій далі виноситься в море, де накопичується в морських рослинах, планктоні, кістках риб. Крім того морські фосфорити, як і добрива, що з них виготовляють, містять підвищену кількість кадмію, а це приводить до його накопичення в ґрунтах, куди вносять добрива.

Ртуть (Hg) – є дуже отруйною речовиною. Особливо токсичними є органічні сполуки Меркурію: метилмеркурій, етилмеркурій тощо. В організмі людини, потрапляючи в кров, ртуть циркулює і, з'єднуючись з білками, частково відкладається в печінці, селезінці та тканинах мозку. Особливо небезпечні сполуки Меркурію для немовлят.

Характерні ознаки ртутного отруєння – поява по краях ясен синьо-чорної смуги, зниження працездатності, поганий сон, послаблення нюху, головний біль, тремтіння пальців.

Ртуть, що потрапляє в організм внаслідок разового отруєння, виводиться сечогінними засобами дуже повільно – протягом трьох-чотирьох місяців.

Обговорюючи шкідливу дію різних хімічних речовин на здоров'я людини та навколишній світ, варто звернути увагу на ще один факт. До впливу існуючих в природі здавна токсичних речовин усі організми були еволюційно підготовлені, бо пристосовувались тисячі й тисячі років. А до дії нових, не існуючих в природі речовин, екосистеми еволюційно не встигли пристосуватись. Ці чужі для природи речовини не можуть перероблятися, розкладатись й окислюватись організмами.

Такими небезпечними новими токсичними речовинами є поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), нітрозозаміни, вінілхлориди та інші.

Різні сучасні домішки до продуктів харчування, пакувальні матеріали, процеси сушіння, в'ялення, вишкання, копчення продуктів є важливими джерелами появи ПАВ у харчовому раціоні.

Більшість згаданих речовин є канцерогенними й впливають на генетичний апарат людей. Дуже небезпечно те, що потрапляють вони

заквочування через отруєння цими речовинами триває 10-15 років і більше.

До нових токсичних хімічних речовин, які не переробляються живими організмами біосфери, належать також різні сучасні синтетичні пральні засоби. Знаючи це, японці ще в 1987 р. винайшли нову пральну машину, яка не використовує такі речовини, а працює за допомогою ультразвукового пристрою. Такий пристрій генерує у воді величезну кількість повітряних бульбашок, які вилучають весь бруд з білизни.

4.3. Методи визначення якості та обсягу забруднень.

Для визначення ступеня забруднення та оцінки шкідливості забруднювачів, проведення екологічної експертизи нині в усьому світі користуються такими поняттями:

- гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин;
- гранично допустимі викиди (ГДВ) забруднювачів;
- гранично допустимі екологічні навантаження (ГДЕН);
- максимально допустимий рівень (МДР);
- кризисні екологічні ситуації (КЕС);
- санітарно-захисні зони (СЗЗ) тощо.

ГДК шкідливої речовини – це такий її вміст у природному середовищі, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю в разі постійного контакту а також не викликає негативних наслідків у нащадків.

В основу нормування всіх забруднювачів покладено визначення ГДК у атмосфері, питній воді, ґрунтах. Ці дані наведено в довідниках. За основу приймають найнижчий рівень забруднення, який ґрунтується на санітарно-гігієнічних нормах.

Слід зазначити, що ГДК забруднювачів в різних країнах часто різняться, хоча й незначно.

Під час визначення ГДК враховують не лише ступінь впливу забруднювачів на здоров'я людини, але й їх дію на диких та свійських тварин, рослин, гриби, мікроорганізми і природні угруповання в цілому.

Результати найновіших досліджень свідчать, що нижніх безпечних меж впливів канцерогенних речовин та іонізуючої радіації не існує. Будь-які дози, що перевищують звичайний природний фон, є шкідливими.

За наявності в повітрі чи в воді кількох забруднювачів їх сумарна концентрація не повинна перевищувати одиницю. Приблизний розрахунок можна зробити, користуючись формулою:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n = 1,$$

де $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ – фактичні концентрації забруднювачів, $\text{мг}/\text{м}^3$,

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \text{ГДК}_3 \dots \text{ГДК}_n$ – ГДК забруднювачів, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Дуже шкідливою є сумарна дія таких шкідливих речовин як SO_2 , NO_2 , C_6H_5OH , H_2SO_4 , HF та аерозолі.

Для визначення максимальної разової концентрації ГДК використовують різні високочутливі тести, за допомогою яких виявляють мінімальні впливи забруднювачів на здоров'я людини у разі короткочасних контактів. Під час визначення тривалих впливів забруднювачів (токсикантів) проводять експерименти на тваринах, використовують дані спостережень під час епідемій, аварій, додаючи до певного порогового впливу коефіцієнт запасу, що знижує шкідливу дію ще в кілька разів.

Для різних середовищ значення ГДК одних і тих же токсикантів різняться. Різні також максимальні разові й середньодобові ГДК тих самих забруднювачів. Так, максимальна разова ГДК газу сульфур диоксиду становить – 0,5 мг/м³, а середньодобова – 0,05 мг/м³, ГДК парів гідроген флуориду – 0,02 мг/м³ і 0,005 мг/м³, амоніаку – 0,2 мг/м³ і 0,004 мг/м³.

Середньодобові ГДК парів свинцю не повинні перевищувати значення $3 \cdot 10^{-4}$ мг/м³, оскільки ця речовина дуже токсична.

ГДК визначені для дуже малої кількості найбільш поширених забруднювачів середовища, але в наш час людина продукує понад 20000 шкідливих речовин, ГДК яких слід визначити.

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми на ГДВ. ГДВ – це кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, щоб концентрація забруднювачів повітря на межі санітарної зони не була вищою від ГДК. ГДВ визначають на основі розсіювання забруднювачів у атмосфері.

СЗЗ – це ділянки землі навколо підприємств, які створюють з метою зменшення шкідливого впливу цих підприємств на здоров'я людини. Їх розташовують з підвітряного боку підприємства і засаджують деревами і чагарниками. Вони мають вигляд парків чи лісопарків.

Залежно від токсичності забруднювачів, що викидаються, й можливості їх очистки кожне підприємство відносять до того чи іншого класу шкідливості. Відповідно до цього за розмірами розрізняють п'ять класів СЗЗ: 1-й – 1000 м; 2-й – 500 м; 3-й – 300 м; 4-й – 100 м; 5-й – 50 м.

СЗЗ не повинні використовуватися для розширення виробництва, розміщення шкідл. зон відпочинку, лікарень. Ці зони мають бути озеленені і упорядковані. Нині під час планування міст зеленими зонами і СЗЗ приділяють особливу увагу, не менше 50% території мусить бути зеленою, а ширина СЗЗ збільшується до 5 - 10 км, причому в цих зонах висаджують в основному пилюстійкі дерева та дерева що мають бактерицидні властивості (біла акація, береза, канадська тополя, шовковниця, дуб, грецький горіх, сосна, пихта та інші).

Розрізняють кілька видів екологічних ситуацій: критичні; складні; перехідні; прості (початково-негативні).

Прикладом критичних екологічних ситуацій можуть бути 30-кілометрова зона ЧАЕС, район Аральського та Азовського морів, міста Нижній Тагіл, Ангарськ, Єреван, Кемерово, Дніпродзержинськ, Донецьк, Лисичанськ, Луганськ. Складні екологічні ситуації у містах Київ, Кривий Ріг, Чернівці, Нікополь, Одеса, Ялта, Львів та більшості обласних центрів України. Для районів критичних і складних екологічних ситуацій характерний дуже високий рівень індустріалізації, велика щільність населення, найбільша інтенсивність транспортних засобів порівняно з іншими зонами, найвищий рівень забруднення природного середовища – 70%, що межує зі смертельним для біосфери й є загрозливим для здоров'я людини.

Перехідні екологічні ситуації характерні для районів з меншим ступенем забруднення довкілля (50-60%), але з виснаженими та вичерпаними природними ресурсами (Придніпров'я, Приаралля, Кіровоградщина, Харківщина). Райони мають стан близький до загрозливого.

Прості екологічні ситуації у районах з напіввиснаженими природними ресурсами й частково (20-40%) забрудненим природним середовищем (Полісся, Карпати).

Спеціалісти вважають, що в наш час найбруднішими ареалами на планеті є міста великого скупчення людей, тобто – найбільші міста світу (Нью-Йорк, Мехіко, Токіо, Шанхай, Лос-Анджелес) а також райони з найвищим розвитком промисловості, де розвинені металургія, коксохімія, хімічне виробництво, нафтопереробна промисловість, біоіндустрія, транспорт, енергетика.

4.4. Шумове, вібраційне та електромагнітне забруднення

Під шумом розуміють усі неприємні та небажані звуки чи їх сукупність, які заважають нормально працювати, сприймати потрібні звукові сигнали, відпочивати. Відомо, що шуми шкідливо впливають на здоров'я людей, знижують їх працездатність, викликають захворювання органів слуху, ендокринної, нервової, серцево-судинної систем. Шум – це одна з форм фізичного забруднення природного середовища, адаптація до якого організму людини неможлива. Тому він належить до серйозних забруднювачів, які мають контролюватися і обмежуватися на основі спеціальних законів.

Джерелами шумів є всі види транспорту, промислові об'єкти, гучномовні пристрої, ліфти, телевізори, радіоприймачі, музикальні інструменти, юрби людей і окремі особи.

Боротьбі з шумом надають великого значення, створюючи шумовловлювальні екрани, поглинаючі фільтри, безшумні механізми, змінюючи технології виробництва і динаміку транспортних потоків.

Шуми поділяють на сталі, переривчасті, змінні, фонові та імпульсивні, (тривалістю менше секунди).

Звичайна розмова людей ведеться в межах частот 250-10000 Гц, що за інтенсивністю звуку - приблизно 30-60 дБ.

Чим вища тональність шуму, тим шкідливіший він для органів слуху. Тому для шумів різних частот існують різні гранично допустимі норми. Так, низькочастотні шуми навіть до 100 дБ особливо шкоди слуху не завдають, а високочастотні є небезпечними вже при рівнях, більших 75-80 дБ.

Розглянемо вплив шумів на організм людини. У шумних цехах у 1,5-2 рази вищий рівень захворюваності, що супроводжується тимчасовою втратою працездатності. Інтенсивні шуми знижують продуктивність праці в таких цехах на 50-60 %, значно збільшується кількість браку.

Дослідження свідчать, що у осіб, які мають "шумні" професії, шлункові захворювання трапляються в 4 рази частіше ніж у інших. Серед них набагато більше глухих. Від тривалого сильного шуму продуктивність розумової праці знижується на 60 %, фізичної - на 30 %.

Протягом останніх десятиріч негативний вплив шуму на здоров'я людей посилюється не лише за рахунок автотранспорту та збільшення кількості літаків, особливо реактивних, але й через появу нової потужної електроакустичної апаратури, гучномовців, численних рок-ансамблів. Лікарі вважають, що після кожного концерту рок-ансамблю у 10% слухачів проходять необоротні пошкодження внутрішнього вуха, які не відновлюються. Естановлено дуже інтенсивний вплив музики на вегетативну та нервову системи людини, серце, кровообіг, органи дихання.

Проте позитивний вплив гармонійної, спокійної, лагідної музики на людину відомий з давніх часів і широко використовується в медицині.

Дослідження показують, що молодь витримує набагато інтенсивніший шум, ніж люди, вік яких перевищує 40-50 років. Але з часом всі молоді люди, які надмірно захоплюються гучною музикою, після 30-40 років мають ушкодження слуху, хвору нервову систему та інші хвороби. Адже навіть вуличний шум інтенсивністю 75-80 дБ спричиняє безсоння у 50-65% жителів сучасних великих міст і приводить з часом до численних хвороб. На пристосування до сильного шуму організм людини витрачає велику кількість енергії, перенапружується нервова система, виникають втому, нервовий і психічний розлади.

Вібрації - це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, роботи в шахтах з відбійним молотком, розпилювання матеріалів). Тривалі вібрації завдають великої шкоди здоров'ю - від сильної втоми й не дуже значних змін багатьох функцій організму до струсу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності, нервової системи, деформації м'язів і кісток, порушення чутливості шкіри, кровообігу тощо.

Розрізняють загальну та локальну вібрації. Для їх зменшення використовують віброізоляцію, вібродемпфування, пружні основи й опори, прокладки, килимки, віброгасні рукавички.

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликає забруднення навколишнього середовища електромагнітними

випромінюваннями (полями). Головними їх джерелами є радіо, телевізійні й радіолокаційні станції, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт. Поблизу багатьох населених пунктів розташовані потужні військові радіолокаційні станції. Рівень електромагнітних випромінювань у таких районах часто значно перевищує допустимі гігієнічні норми й дуже шкодить здоров'ю людей, що мешкають поруч.

Мірою забруднення електромагнітними полями є напруженість поля (В/м). Ці поля завдають шкоди перш за все нервовій системі. Так, напруженість поля 1000 В/м спричинює головний біль і сильну втому, більші значення зумовлюють розвиток неврозів, безсоння, тяжкі захворювання, імпотенцію. В районах радіостанцій рівень електромагнітних випромінювань перевищує гігієнічні норми в 4-8 разів. Напруженість електричного поля поблизу потужних ЛЕП (понад 1000 кВ) більша за норму в 20 разів.

Дуже небезпечним забруднювачем природного середовища є штучна радіація. В повосні роки причиною значного збільшення радіоактивного випромінювання, що мало тяжкі наслідки, було винайдення та випробовування ядерної зброї, бомбардування Хіросіми та Нагасакі в 1945 році. Джерелами радіаційного забруднення є аварії на АЕС, в першу чергу на Чорнобильській, постійний викид радіоактивних частинок з димами ТЕС, які спалюють вугілля, видобування радіоактивної сировини, її обробка, транспортування, а також захоронення радіоактивного бруду й відходів, робота науково-дослідних лабораторій і інститутів атомно-енергетичного профілю. В атмосфері радіоактивні речовини зберігаються десятки років, у тропосфері – кілька місяців, повертаючись на Землю з атмосферними опадами.

Частка всього людства нині становить близько $2 \cdot 10^{-4}\%$ загальної маси живої речовини на планеті, але завдяки розуму та бурхливій діяльності люди перетворилися на величезну силу, яка спрямована переважно на знищення природного середовища. Техніка викидає в довкілля лише вуглекислого газу в 100 разів більше, ніж виділяє біота Землі. Якщо найближчим часом не припиниться зростання антропогенних забруднень біосфери та знищення її ресурсів, глобальна екологічна криза стане неминучою, а з нею – й загибель нашої цивілізації.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Назвіть основні джерела антропогенного забруднення навколишнього середовища.
2. Що є першоджерелом і першопричиною бурхливого розвитку екологічної кризи в наш час?
3. Які основні види антропогенної діяльності людини сприяють розвитку глобальної екологічної кризи?
4. Якої шкоди навколишньому середовищу завдають металургійні підприємства?

5. Як забрудники навколишнього середовища потрапляють в атмосферу при роботі автотранспорту?
6. Перерахуйте найбільш шкідливі речовини для навколишнього середовища, які утворюються при роботі енергетичних підприємств.
7. Що таке "смог" і як він утворюється?
8. Що таке "кислотні дощі" і як вони утворюються?
9. Що є основним джерелом надходження свинцю в навколишнє середовище і як він впливає на організм людини?
10. Чому найбільшої шкоди довкіллю завдають речовини, штучно створені людиною, що не мають аналогів в природі?
11. Поясніть, що таке ГДК речовин у довкіллі і чим вона відрізняється від ГДВ.
12. З якою метою створюють санітарно-захисні зони і які вимоги до них ставляться?
13. Наведіть приклади критичних, складних, перехідних і простих екологічних ситуацій.
14. Перерахуйте джерела шумового забруднення навколишнього середовища і поясніть вплив шуму на організм людини.
15. Як впливає на здоров'я людини вібраційне та електромагнітне забруднення навколишнього середовища?
16. Назвіть основні джерела радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

Глава 5. Екологія атмосфери

5.1. Атмосфера Землі

Повітряна оболонка Землі, атмосфера, є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може жити місяць, без води – тиждень, без повітря не може прожити й двох хвилин. Маса атмосфери колосальна – $5,15 \cdot 10^{15}$ т.

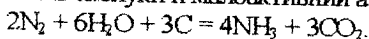
Атмосфера, яка є нині на Землі, не завжди мала такий склад. Первісна атмосфера була схожа на атмосфери деяких інших планет Сонячної системи, наприклад, Венери, й складалася майже повністю з вуглекислого газу з домішками метану, амоніаку тощо. Нинішня Оксигенно-Нітрогенна атмосфера Землі є продуктом біосфери.

Сучасна атмосфера складається з таких основних компонентів, %: N_2 – 78,084; O_2 – 20,946; Ar – 0,934; CO_2 – 0,027, малі домішки – водень, неон, гелій, метан, криптон тощо (в сумі близько 0,009%). Крім того, в атмосфері є пари води, вміст яких коливається від 0,2 до 3%, а також аерозолі.

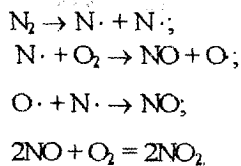
Атмосфера Землі складається з таких шарів (знизу вгору): тропосфера (до 18 км); стратосфера (до 50 км); мезосфера (до 80 км); термосфера (1000 км); екзосфера (1900 км); геокорона (20000 км). Останній шар атмосфери, геокорона, поступово переходить у міжпланетний вакуум. Основна маса повітря (90%) зосереджена в нижньому шарі, тропосфері. Надзвичайно велике значення для біосфери має ще озоносфера – шар атмосфери (стратосфери), збагачений озоном. Озоновий шар міститься на висотах 20 – 50 км і є щитом, що захищає все живе на Землі від згубної дії жорсткого ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Основні складові частини атмосфери – N_2 , O_2 і CO_2 – відіграють дуже важливу роль в біосфері. За мільйони років існування склалися певні кругообіги цих газів. Так, цикл кругообігу N_2 становить кілька тисяч років, а CO_2 – всього 4 роки.

Азот – основна складова частина атмосфери. Його маса становить майже $3,7 \cdot 10^{15}$ т. Нітроген є обов'язковим компонентом білків, де його міститься 15 – 19%. Проте основна маса атмосферного Нітрогену знаходиться в малоактивній молекулярній формі. Деякі організми навчилися зв'язувати в хімічні сполуки й малоактивний азот за схемою

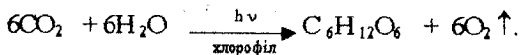


Це азотфіксуючі бактерії, що живуть у особливих бульбочках на коренях бобових рослин. У основному ж рослини споживають сполуки Нітрогену, переважно нітрати і сполуки амонію. Вони утворюються з оксидів Нітрогену, що виникають у атмосфері за рахунок грозових розрядів і дії ультрафіолетового випромінювання Сонця. При цьому перебігають такі реакції:



Кожен рік в ґрунт вноситься до 15 кг зв'язаного Нітрогену на 1 га. Деяка кількість сполук Нітрогену надходить в атмосферу також у складі вулканічних газів. Велика кількість оксидів Нітрогену викидається в атмосферу внаслідок роботи автомобільних та авіаційних двигунів, електрозварювання тощо. Оксиди Нітрогену дуже шкідливі, їх наявність у вишлюпних газах зумовлює утворення фотохімічного смогу в містах, кислотні дощі, руйнування захисного озонового шару атмосфери.

Кисень – активний окиснювач, що бере участь у хімічних реакціях у біосфері, гідросфері та літосфері. Його маса в атмосфері становить приблизно $1,5 \cdot 10^{15}$ т. Основне джерело кисню, яким ми дихаємо, – це фотосинтез зелених рослин. Сумарна хімічна реакція цього процесу виражається рівнянням.



Підраховано, що близько 80 % усього кисню в атмосфері постачає морський фітопланктон – мікроскопічні водорості, що живуть у верхніх шарах океану, 20 % кисню виробляє наземна рослинність, переважно тропічні ліси.

Людина дуже необдуманно поводить себе з таким неоціненним багатством природи, яким є кисень. Лише один сучасний пасажирський реактивний літак протягом восьми годин польоту з Європи в Америку поглинає від 50 до 75 т O_2 , викидаючи в атмосферу десятки тон CO_2 й різних шкідливих сполук. А все людство щорічно витрачає таку кількість кисню, якої вистачило б на 50 млрд людей! Вже сьогодні промисловість США, Німеччини, Японії споживає кисню набагато більше, ніж його є на їх власних територіях, тобто живуть за рахунок інших країн. Людство створило величезну кількість споживачів кисню й жодного його виробника. На спалювання палива щорічно витрачається 23% O_2 , що надходить у атмосферу за рахунок фотосинтезу. Якщо додати, що діяльність людини приводить до зникнення лісів, пригнічення активності морського фітопланктону, можна зробити невтішний висновок щодо майбутнього стану кисневого балансу в атмосфері. Вчені твердять, що за рахунок діяльності людини загальна кількість кисню в атмосфері щорічно зменшується на 10 млрд тон.

Вуглекислий газ – активна складова атмосфери, яка є обов'язковим компонентом фотосинтезу рослин. Цей газ утворюється під час спалювання органічних речовин, гниття, виділяється з вулканічними

газами. Діяльність людини приводить до збільшення кількості CO_2 в атмосфері. За останнє десятиріччя це зростання вже становило 0,36% за рік. Прікравда, більша частина CO_2 , а саме 70%, поглинається океанами й біосферою і лише 30% залишається в атмосфері. Деякі вчені прогнозують подвоєння вмісту CO_2 в атмосфері до середини XXI ст., що викличе значне (приблизно на 2,5%) підвищення середньорічної температури за рахунок парникового ефекту.

В атмосфері також присутні аерозолі, які мають природне й антропогенне походження. Частки аерозолі поглинають і розсіюють тепло, що приводить до нагрівання шарів атмосфери, збагачених аерозолями, і зменшення надходження тепла до земної поверхні. В цілому, запилення атмосфери зумовлює зниження температури земної поверхні. В тропосфері аерозольні частки утримуються протягом днів і тижнів, а в стратосфері, куди вони потрапляють з висхідними течіями повітря - роками. Так, радіоактивний пил після випробувань водневих бомб у атмосфері випадав в Антарктиді лише на другий рік після вибухів.

5.2. Парниковий ефект

Клімат на нашій планеті в минулому періодично змінювався. Нині швидко зростання вмісту в атмосфері CO_2 приводить до того, що Земля розігрівається значно швидше, ніж це було будь-коли в минулому. В земній атмосфері CO_2 діє як скло в парнику: пропускає сонячне світло, але затримує тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі. Це викликає розігрівання планети, відоме під назвою парникового ефекту. Клімат Землі залежить від багатьох факторів - одні зумовлюють потепління, інші - похолодання, а які переважають сказати з певністю не можна, тому серед вчених існують різні думки з цього приводу.

Останнім часом тривога вчених з приводу парникового ефекту зростає. Виявилось, що крім CO_2 парниковий ефект викликають деякі інші гази, які називають малими домішками (CH_4 , N_2O , фреони, водяна пара). Моделювання вченими на БОМ свідчить, що подвоєння в атмосфері вмісту N_2O підвищило б температуру на 0,7°C, метану - на 0,4°C, водяної пари - на 0,3°C, фреонів (CFCl_3 , CF_2Cl_2 тощо), - на 0,8°C.

У чому ж небезпека парникового ефекту? Як свідчать розрахунки вчених, підвищення середньої річної температури на Землі на 2,5°C викличе значні зміни на Землі, більшість яких для людей має негативні наслідки. Парниковий ефект змінить такі критично важливі перемінні величини, як опади, вітер, шар хмар, океанські течії, а також розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть більш сухими, а узбережжя - вологішими, зими - коротшими й теплішими, а літо - тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони змістяться на північ (у північній півкулі) приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти у високих широтах. З одного боку, покращаться умови судноплавства в полярних морях, які значною мірою

звільнятися від криги, з іншого – значно зросте кількість небезпечних для судноплавства айсбергів, особливо в Атлантичному й Індійському океанах.

Найнеприємнішими для людства є два наслідки парникового ефекту. Перший – значне збільшення посушливості в середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, “зернові” штати США). Клімат тут стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться. Другий – це підйом рівня Світового океану на 2-3 м за рахунок танення полярних льодових шапок. Це викличе затоплення багатьох прибережних ділянок, де живуть мільйони людей, міст, портів тощо. Наприклад, така густонаселена держава (150 млн чоловік), як Бангладеш, майже повністю буде затоплена, піде під воду Венеція тощо.

Моделлю “парникового ефекту” є клімат на Венері. Її оточує щільна атмосфера, що на 98% складається з CO_2 , за рахунок цього явища Венера розжарена до 500°C .

Кліматичні зміни можуть відбуватися не лише завдяки впливу людства на склад атмосфери, а й внаслідок зміни ним типу поверхні Землі. Заміна лісів культурними плантаціями приводить до зниження випаровування й збільшення прямої тепловіддачі.

Крім того, людство ще й безпосередньо підігріває атмосферу Землі за рахунок спалювання великої кількості палива а також роботи АЕС. Концентрація теплової енергії в деяких промислових районах за рахунок промисловості збільшилася вже в сотні разів. Над містами і промисловими центрами утворилися теплі плями, помітні з Космосу під час теплової зйомки.

Швидко зростаюче населення африканських і латиноамериканських країн дуже активно вирубує тропічні ліси. За підрахунками експертів ООН, у найближчі 20 років буде знищено 12-15 млн. km^2 цих лісів, тобто більше половини їх площі. Крім зменшення кількості O_2 , що надходить у атмосферу з цього джерела, відбудеться глобальне охолодження приповерхневого шару атмосфери. Підраховано, що за всю історію людства винищення лісів вже привело до охолодження поверхні Землі майже на 1°C .

Таким чином, види діяльності людини, що спричинюють кліматичні зміни, мають різні наслідки. Одні з них підвищують температуру (викиди в атмосферу CO_2 й інших “парникових” газів), інші знижують її й викликають антипарниковий ефект (вирубка лісів, заповнення повітря сажкою і пилом тощо). Для точного прогнозування майбутніх змін потрібен добре налагоджений моніторинг.

5.3. Ядерна ніч та ядерна зима

Крім повільних змін клімату, людство може викликати його різкі катастрофічні зміни, що можуть знищити не лише людину як біологічний вид, а, можливо, й все живе на Землі. Такою катастрофою була б ядерна війна. Навіть локальний ядерний конфлікт, де б він не відбувся,

неминуче спричинить катастрофу глобального масштабу, яка матиме такі наслідки:

- ядерні вибухи й колосальні пожежі приведуть до теплового нагрівання атмосфери, еквівалентного нагрівання атмосфери на Землі на 1°C , що викличе сильні руйнівні ефекти, зокрема, ураганні вітри;
- атмосфера буде забруднена радіоактивними речовинами, які за короткий час поширяться по всій земній кулі;
- виділення CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_6 та C_3H_8 внаслідок пожеж і руйнування свердловин приведе до підвищення глобальної температури Землі на $4-5^{\circ}\text{C}$ у перші ж дні після конфлікту;
- утворення під час вибухів з азоту повітря великої кількості оксидів Нітрогену та їх надходження в стратосферу зумовить руйнування від 40 до 60% захисного озонового шару, що викличе різке зближення ультрафіолетового опромінення на поверхні Землі;
- забруднення атмосфери величезною кількістю пилу й сажі внаслідок вибухів і пожеж.

Спостереження за проведеними в 60-х роках наземними ядерними вибухами свідчать, що на кожну мегатону потужності вибуху припадає майже 5 мегатон піднятого в повітря пилу. Крім пилу в повітря потрапить колосальна кількість сажі й попелу. В містах скопиться велика кількість горючих матеріалів (дерево, пластмаси, фарби тощо). Все це горітиме, пожежі набудуть характеру вогняних смерчів. Пил, попіл і сажа за 1-2 тижні затягнуть небо над усією Землею. В результаті прозорість зменшиться в 200 разів. На Землі настане ядерна ніч, яка триватиме кілька місяців, викличе загибель урожаю й більшості рослинного покриву Землі.

Сильне заповнення атмосфери спричинить нагрівання тропосфери й похолодання приземного шару повітря на $15-30^{\circ}\text{C}$ протягом першого місяця після конфлікту. Результати моделювання свідчать, що локальні зниження температури будуть ще більшими – на $40-50^{\circ}\text{C}$ у помірному поясі Північної півкулі. Настане ядерна зима, що триватиме кілька місяців. Нагрівання верхніх шарів атмосфери й охолодження нижніх приведуть до припинення конвекції повітря. Це викличе припинення випадання опадів, що подовжить перебування пилу й сажі в атмосфері.

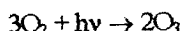
Люди, що відліють під час ядерних вибухів, поринуть у жах ядерної ночі та ядерної зими. Загибель рослинності і тварин, радіоактивне забруднення, вихід з ладу енергетичних систем і зв'язку, ніч і лютий мороз, ураганні вітри викличуть психічний шок, який людство не зможе пережити. Локальний ядерний конфлікт спричинить глобальну загибель людства, а ймовірно й усієї біосфери.

5.4. Озонова діра в атмосфері

Життя на Землі залежить від енергії Сонця, яка надходить у вигляді різних випромінювань. Серед них переважають промені видимого світла, а також довгохвильові й короткохвильові (ультрафіолетові).

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання має найбільшу енергію, є фізіологічно активним – діє на живу матерію. Ці промені залежно від довжини хвилі можуть викликати фізіологічні зміни в організмах, приводити до розриву молекул білків, мутацій, переважно несприятливих. Увесь потік УФ променів Сонця, що доходить до земної атмосфери, умовно поділяють на три види: УФ-А (довжини хвилі 400-315 нм); УФ-В (315-280 нм); УФ-С (менше 280 нм). Надзвичайно шкідливими для життя, навіть смертельними, є УФ-В і особливо УФ-С промені. Захищає планету Земля від згубної дії УФ випромінювання озоновий шар атмосфери.

Озоновий шар знаходиться на висоті 20-50 км. Озон є дуже сильним окисником, на чому й основане його застосування в техніці (наприклад, для знезараження води). Він утворюється в стратосфері за рахунок кисню, який поглинає жорстке, високоенергетичне випромінювання УФ-В і УФ-С.



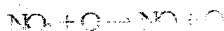
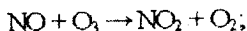
В результаті УФ-В і УФ-С промені до поверхні Землі не доходять, озоновий шар для них такий же непрозорий, як, наприклад, чорний папір. Цікаво, що озону в цьому шарі міститься дуже мало, на рівні моря він утворив би шар товщиною 2-3 мм. Незважаючи на малу густину, озоновий щит надійно захищає все живе від дії УФ-променів.

До поверхні Землі доходять довгохвильові УФ-А промені. Від їх негативної дії наш організм вміє захищатися, синтезуючи в шкірі шар темної речовини – меланіну (засмага). Проте тривале перебування на сонці, коли в шкірі ще немає меланіну, викликає її почервоніння, запалення, головний біль тощо.

Останнім часом вчені спостерігають зменшення озонового шару над Антарктидою. В озоновому шарі виникла пульсуюча діра, вміст озону в якій, менший від звичайного на 40-50%. Ця діра з'являється антарктичною весною (з серпня по жовтень), а антарктичного літа зменшує свою площу. Проте існує тенденція до збільшення її площі з року в рік. Нині вона не затягується влітку і її площа перевищує площу материка Антарктиди. Медики Нової Зеландії, яка знаходиться найближче до Антарктиди, констатують збільшення захворювань, зумовлених підвищеним УФ-фоном, таких, як рак шкіри та катаракта очей.

Озонову діру виявлено в Північній півкулі над Шпітбергенем, щоправда менших розмірів, ніж над Антарктидою.

На думку вчених, серйозна загроза зникнення озонового шару спричинить тяжкі наслідки. Щодо причин появи озонових дір єдиної думки немає. Встановлено, що руйнуванню озонового шару сприяють оксиди Нітрогену, галогенметани ($CFCl_3$, CF_2Cl_2 , CF_2ClBr). Ці речовини вступають в реакцію з озоном і розкладають його на кисень



Оксиди Нітрогену є в атмосфері, проте в дедалі зростаючих кількостях вони викидаються в атмосферу за рахунок діяльності людей. Галюгенметани (фреони) широко використовуються в промисловості (як холодоагенти в рефрижераторах і для очищення мікросхем) та побути (аерозольна упаковка балончиків для фарби, лаку, парфумів). Усього в світі виробляється кілька мільйонів тонн галюгенметанів.

Для людини фреони та їх пари не шкідливі, проте вони надзвичайно стійкі – в атмосфері можуть зберігатися до 80 років. Фреони під впливом УФ-випромінювання Сонця розпадаються вивільняючи атоми Хлору. Ця речовина діє як дуже сильний катализатор, розкладаючи молекули озону до O_2 . Один атом Хлору здатний розкласти 100 000 молекул озону.

Під загрозою зникнення озонового шару керівники багатьох країн у 1985 році у Відні підписали конвенцію, а в 1985 в Монреалі протокол по охороні атмосферного озону. Учасники конвенції взяли на себе зобов'язання до 2000 року зменшити на 50% споживання фреонів, а потім і зовсім відмовитися від них, замінивши їх безпечними сполуками.

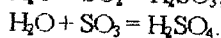
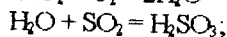
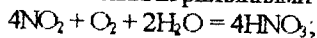
В 70-х роках американські військові випробували озонув зброю на одному з тихоокеанських островів. Спеціально запущена військова ракета створила над островом діру в озоновому шарі, що проіснувала кілька годин. В результаті на острові загинуло все живе: рослини, тварини, бактерії тощо. Залишилися кілька черепак, тілю яких захищене товстим панцирем, проте їх очі було випалено ультрафіолетом.

Значної шкоди озоновому шару завдають також польоти висотних літаків, у вищюпних газах яких є оксиди Нітрогену, а також запуски космічних апаратів, особливо таких, як американські "Спейс Шаттл", що працюють на твердому паливі й викидають особливо багато таких оксидів. Підраховано, що 300 запусків "Спейс Шаттлів" підряд могли б повністю зруйнувати озоновий щит Землі.

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

5.5. Кислотні дощі та тютюновий дим

Оксиди Сульфуру та Нітрогену, що потрапляють у атмосферу внаслідок роботи ТЕС і автомобільних двигунів, сполучаючись з атмосферною вологою і киснем, утворюють дрібні крапельки сульфатної, сульфітної та нітратної кислот за такими рівняннями реакцій:



Такі кислотні крапельки переносяться вітрами у вигляді кислотного туману й випадають на землю кислотними дощами. Ці дощі шкідливо впливають на навколишнє середовище:

- врожайність багатьох сільськогосподарських культур знижується на 3-8% внаслідок ушкодження листя кислотами;

- кислотні опади спричиняють вимивання з ґрунту катіонів калію, кальцію й магнію, що викликає деградацію фауни та флори;

- деградує і гине ліс (особливо вразливими до дії кислотних дощів виявилися кедр, бук і тис);

- отруюється вода озер і ставків, у яких гине риба (в першу чергу цінні види – лосось, форель тощо) і численні види комах;

- зникнення комах у водоймах приводить до зникнення птахів і тварин, які ними живляться;

- зникнення лісів у гірських районах (Карпати) зумовлює збільшення кількості гірських зсувів і селів;

- різко прискорюється руйнування пам'ятників архітектури, житлових будинків, особливо тих, що оздоблені мармуром, вапняком;

- вдихання людьми повітря, забрудненого кислотним туманом, спричинює захворювання дихальних шляхів, подразнення очей тощо.

Взимку поблизу ТЕС, металургійних заводів тощо інколи випадає також кислотний сніг. Він є ще більш шкідливим, ніж кислотний дощ, оскільки навесні під час танення відбувається процес концентрування шкідливих речовин, тому тала вода інколи містить в 10 разів більше кислот, ніж сніг.

Деякі країни вже нині відчувають шкідливу дію кислотних дощів. Так, за даними екологів, у Швейцарії від кислотних дощів засихає третина лісів, 69% оглянутих букових дерев у лісах Великобританії всихають з верхівкою. У Швеції 18000 озер отруєно цими дощами, з них у 9000 риба вже частково вимерла, а в 4000 зникла зовсім. Великою загрозою є "інтернаціональний" характер цього забруднення, бо повітряні течії розносять кислотні тумани на тисячі кілометрів від місць їх виникнення. Ті ж шведські озера пошкодили дощі, які утворилися через викиди ТЕС і металургійних підприємств Великобританії. Кислотні дощі в Канаді – принесені з США, в Україні – з Румунії, а в Румунії – з України.

Не менш шкідливим для атмосферного повітря є тютюновий дим. Людина, яка палить сигарету, вдихає повітря, забруднене якого в 384000 разів перевищує ГДК. У абсолютно чистій атмосфері організм людини, що палить, знає такого токсичного впливу, ніби вона знаходиться в умовах, де забруднення в 1000 разів перевищує будь-які норми. Вдихати тютюновий дим у 4 рази шкідливіше, ніж вихлюпні гази автомобіля безпосередньо з вихлюпної труби.

У тютюновому димі, крім слабого наркотика – нікотину, міститься близько 200 особливо отруйних речовин: чадний газ, фенілпірен (сильний канцероген, речовина, що спричиняє рак) і багато інших. Протягом останніх десятиліть тютюн став набагато отруйнішим, ніж в XIX ст., через

те, що потокові листки дуже гіроскопічні й активно поглинають з повітря шкідливі домішки, аерозолі, кількість яких дедалі збільшується.

Щірно на Землі, за даними ВОЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я), від хвороб, спричинених палінням, вмирає 1,5 млн. людей.

Особливої шкоди завдає куріння жіночому організму. Обстеження проведені вченими США, свідчать, що серед жінок які випродувж 20 років випалювали 26 і більше сигарет за день, 80% померли від захворювань серця. В цій групі ризик смертельних приступів виявився в 5,4 разу більшим, ніж серед тих, хто не палить. Навіть 1-4 сигарети на день збільшують ризик коронарних захворювань серця у 12,4 разу. Абсолютно неприпустиме паління для вагітних жінок – це в 100% випадків приводить до ненормального розвитку дитини, появи аномалій, зокрема й генетичних, передчасного переривання вагітності тощо.

Величезної шкоди завдає пасивне паління, коли людина, що не палить, змушена вдихати повітря, отруєне тютюновим димом.

У багатьох розвинених країнах (США, Японія) прийнятий закон, що різко обмежує куріння в громадських місцях. Порушення цього закону загрожує фірмам колосальними штрафами. З огляду на такий закон і додаткові витрати, які фірми несуть у зв'язку з оплятою лікування захворювань курців, багато з них перестали брати на роботу людей, що палять.

5.6. Стан повітряного середовища України

Успадкована нашою країною від колишнього СРСР спотворена структура промисловості, з переважанням брудних металургійних, хімічних та гірничорудних підприємств зумовила поганий стан повітряного середовища в Україні.

В наш час найгірший стан атмосфери в Україні мають Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Донецьк, Запоріжжя, Київ, Кривий Ріг, Лисичанськ, Макіївка, Маріуполь, Одеса й Северодонецьк.

Незадовільний стан повітряного середовища й у столиці України – Києві. З 45 тис. промислових об'єктів міста, які забруднюють повітря, лише 30% у 1988 р. були оснащені очисними спорудами й устаткуванням. Найбільшим забруднювачем міського повітря є автотранспорт (40% забруднень). За рік автомобілі споживають понад мільйон тон кисню. Цієї кількості вистачило б для дихання 30 млн. чоловік. Легковий автомобіль "Волга" забирає з повітря кисню в 100 разів, а вантажна машина ЗІЛ-130 у 200 разів більше, ніж потрібно одній людині. В атмосфері Києва нині містяться такі шкідливі речовини, як пил, SO_2 , CO , NO і NO_2 , H_2S , CS_2 , HF , Cl_2 , NH_3 , фенол, формальдегід, сульфати, фенілпірен, важкі метали тощо.

За даними санепідемстанції, найбільшими забруднювачами повітря міста Києва є об'єднання "Хімволокно", завод "Більшовик", завод художнього скла, м'ясокомбінати, ринки.

На порівняно невеликій території України десятиліттями відбувалось гіпертрофічне зростання виробництва без урахування екологічних факторів, була збудована найбільша кількість атомних електростанцій. У квітні 1986 р. внаслідок вибуху 4-го блоку ЧАЕС близько 50 тон ядерного палива випарувалось і було викинуто в атмосферу у вигляді дрібних частинок уран діоксиду, високорадіоактивних продуктів розщеплення палива. Якість повітря різко погіршала, зросла смертність від злоякісних пухлин, захворювання систем кровотворення, ендокринної, органів дихання.

Основне екологічне обмеження ядерної енергетики пов'язано з аварійними ситуаціями, що проявилось в Україні на Чорнобильській АЕС в 1986 р. Ця аварія показала всю складність екологічних проблем, пов'язаних з радіаційним забрудненням величезних площ не тільки в Україні, а і у сусідніх країнах (Білорусія, Росія). В результаті законсервовано будівництво інших АЕС, вживаються заходи по значному підвищенню надійності експлуатації діючих АЕС (Запорізької, Хмельницької, Рівненської) а також по широкому використанню нетрадиційних, екологічно безпечних джерел енергії. В умовах України це має дуже важливе значення, оскільки обмежені запаси таких природних ресурсів, як природний газ, нафта приводять до необхідності купівлі їх в інших країнах.

Розширення можливостей ядерної енергетики в Україні пов'язане з великими труднощами (економічними й екологічними), оскільки вимагає крім проведення корінних заходів по заміні на АЕС схеми розміщення і типів реакторів застосування нових засобів захисту (під контролем МАГАТЕ), які б гарантували безпечну і безаварійну експлуатацію АЕС.

5.7. Заходи боротьби з забрудненнями атмосфери

Основними й найбільш дієвими засобами боротьби з забрудненням атмосфери є економічні. В розвинутих країнах (Франції, Швеції, Швейцарії та ін.) існує сувора система штрафів, розмір яких залежить від кількості викинутих у повітря забруднювачів понад ГДВ, часу викиду тощо.

Існують також організаційні, технологічні й інші методи боротьби з забрудненням атмосфери. Наведемо основні з них.

1. Зменшення кількості ТЕС за рахунок введення в дію більш потужних, забезпечених ефективними системами очищення й утилізації газових і пилових відходів. Оскільки одна потужна ТЕС забруднює повітря набагато менше, ніж сотня котельних тієї ж самої сумарної потужності. У деяких країнах не лише майже повністю очищають гази ТЕС від шкідливих домішок, але й одержують з цього економічну вигоду. Наприклад, Франція забезпечує свої потреби в сульфатній кислоті за рахунок утилізації газів ТЕС.

На деяких ТЕС налагоджено виробництво брикетів з уловленого пилю, які використовуються як будівельний матеріал. Раніше на Заході, а потім і в нас існувала думка, що забруднення повітря в околицях ТЕС можна знизити за рахунок спорудження надвисоких (300-500 м) димових труб. Такий захід дійсно знижував забруднення повітря в околицях ТЕС, проте забруднювалися більш віддалені райони, причому шкода від забруднення зростала, тому що аерозоль у верхніх шарах атмосфери утримується дуже довго (роками), а потім випадає в районах, дуже далеких від забруднювача.

2. Очищення мінерального палива від піриту до його надходження в топку ТЕС. Цей захід стає дедалі необхіднішим у зв'язку з тим, що якість вугілля, яке використовується на ТЕС, з року в рік погіршується (багатозольне, з підвищенням вмістом піриту). Ефективне очищення вугілля від піриту зменшує вміст оксидів Сульфуру у димах ТЕС на 98-99%.

3. Заміна вугілля та мазуту на ТЕС екологічно чистішим газовим паливом; ТЕС, що працюють на природному газі, крім CO_2 , не викидають у повітря інших забруднювачів.

4. Регулювання двигунів внутрішнього згоряння в автомобілях, установлення на них спеціальних каталізаторів для допалювання пального, заміна етильованого бензину на екологічно менш шкідливий, впровадження електронних систем для регулювання надходження пального.

5. Збільшення обсягів озеленень міст і селищ.

6. Правильне планування розташування житлових і промислових районів у містах.

7. Використання під час будівництва звукопоглинальних матеріалів.

8. Ізоляція джерел шуму кожухами, ковпаками, застосування пристроїв, які зменшують шуми, та глушників.

9. Застосування на особливо шумних виробництвах засобів індивідуального захисту.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Дайте коротку характеристику основним газам атмосфери. Яку роль відіграє кожен з них в атмосфері?
2. Як змінюється вміст кисню і вуглекислого газу в атмосфері в ході еволюції?
3. Які найбільш небезпечні антропогенні забруднювачі повітря вам відомі?
4. Які фактори привели до розвитку парникового ефекту?
5. У чому полягає небезпека парникового ефекту?
6. Які фактори сприяють розвитку антипарникового ефекту?
7. Це таке "ядерна ніч"?
8. Поясніть поняття "ядерна зима".
9. Поясніть механізм утворення озону і коротко опишіть його властивості.
10. Це таке озонова діра і які основні причини її утворення?

11. Якими можуть бути наслідки зникнення озонового шару?
12. Як утворюються "кислотні дощі" й де вони завдають найбільшої екологічної шкоди?
13. Якої шкоди завдає організму людини тютюновий дим? Це таке пасивне паління?
14. Назвіть райони України з найбруднішою й найчистішою атмосферою.
15. У якому випадку озонова діра стане небезпечною для України?
16. Які заходи здійснюються в Україні для покращення повітряного середовища?

Глава 6. Екологія гідросфери

6.1. Водні ресурси планети та їх використання

Запаси води на Землі величезні – $1,39 \cdot 10^9$ км³, що становить 0,023% усієї маси Землі. Проте абсолютна більшість цієї колосальної маси – це гіркувато-солоня морська вода, непридатна для пиття та технічного використання. Прісна вода складає всього 2% від маси її загальної кількості. Основна частина (75%) прісної води зосереджена в льодових щитах Антарктиди й Гренландії, гірських льодовиках, айсбергах у зоні вічної мерзлоти. Із всієї кількості прісної води лише 0,6-1% перебуває в рідкому стані (річки, прісноводні озера, частина підземних вод). Саме ця вода й використовується людством для своїх численних потреб. Слід зазначити, що 20% усієї прісної рідкої води Землі зосереджено в такому унікальному водному басейні, яким є сибірське озеро Байкал.

Та найбільші запаси води на Землі зосереджені в її надрах у зв'язаному вигляді (в складі мінералів). За даними В.Вернадського, в земній корі в зв'язаному стані міститься приблизно стільки води, скільки її міститься у Світовому океані.

Основним джерелом водопостачання для людства є річковий стік. Серед країн світу перше місце за цим показником посідає Бразилія з її гігантською рікою Амазонкою. По території України річковий стік розподілений вкрай нерівномірно: 70% припадає на Південно-Західний економічний район (45% території), де мешкає лише 40% населення. На Донецько-Придніпровський і Південний економічні райони, в яких живе 60% населення і де розташовані найбільші водоемні галузі народного господарства, припадає всього 30% стоку.

У цілому по Україні водні ресурси використовуються повністю, в багатьох районах півдня країни відчувається гострий дефіцит води. Для ліквідації цього дефіциту доводиться вдаватися до трудомістких і дорогих заходів – перекидання води каналами та будівництва водосховищ.

Головним джерелом води в Україні є Дніпро. Дніпровська вода використовується для пиття й технологічних потреб. Іншими річками, що забезпечують потреби населення України у воді, є Дністер, Південний Буг, Західний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води й повноводдя великих річок України залежить від стану їх приток і малих річок, яких в Україні налічується понад 63 тис.

Саме стан малих річок України викликає нині велику тривогу. Більше 20 тис. їх вже зникло, тобто висохло. Деградація, висихання малих річок невідворотно приведе до деградації великих річок, тому проблема їх збереження й оздоровлення є однією з найгостріших для нашої молоді держави.

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяють на дві групи: споживачі і користувачі води.

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

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

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

Промисловість використовує близько 20% загального обсягу споживання прісної води.

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

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

Сільське господарство є основним споживачем прісної води (70% усього її використання). Це зумовлено в першу чергу збільшенням площі зрошуваного землеробства. У світі нині зрошується близько 15% площі усіх сільськогосподарських угідь, проте вони дають понад 50% усієї продукції (за вартістю).

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

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

Водопостачання населення задовольняє потреби в питній воді й комунально-побутові потреби (робота підприємств побутового обслуговування, поливання вулиць і зелених насаджень, протипожежні заходи тощо). Існує поняття **питоме водоспоживання**, тобто добовий об'єм води в літрах, що необхідний для задоволення всіх потреб одного жителя міста чи села. Питоме водоспоживання в містах більше, ніж у селах і значною мірою залежить від ступеня благоустрою. У великих містах земної кулі питоме водоспоживання нині становить, *л/добу* на одну людину.

6.2. Забруднення гідросфери

Забруднення гідросфери поділяють на: хімічне, фізичне, біологічне і теплове.

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми, зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є отруйними для мешканців водойм. Це сполуки Арсену, Плюмбуму, Меркурію, Купруму, Хрому, Флуору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі по харчових ланцюжках більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в збільшенні за законом прогресії, вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці харчового ланцюжка. У результаті в тканинах хижої риби (щука, судак) концентрація отрути може в тисячі разів перевищувати її концентрацію у воді, що небезпечно для птахів, тварин і людей. Нещодавно, наприклад, було встановлено, що вміст ртуті в балтійській трісці подекуди досягає майже 800 мг/кг маси. Це означає, що, з'ївши 5-8 таких рибин, людина одержує стільки ртуті, скільки міститься в медичному термометрі. Сумної слави набула хвороба мінамата, вперше виявлена в людей, що їли рибу, виловлену японськими рибалками в затоці Мінамата, куди промислові підприємства безконтрольно скидали стоки з ртуттю.

Глибоко впливають на стан водойм стічні води, що містять розчинні органічні речовини або суспензії органічного походження. Більшість цих речовин сприяє зниженню вмісту O_2 у воді. Особливої шкоди завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою й атмосферою та знижує вміст кисню у воді. Осідаючи на дно водойм, органічні суспензії замулюють його й затримують або повністю припиняють життєдіяльність мікроорганізмів, які беруть участь у самоочищенні.

Основними постачальниками органічних речовин у стічних водах є підприємства целюлозно-паперової промисловості (одне з "найбрудніших" виробництв, створених людиною), нафтопереробні заводи, великі тваринницькі комплекси тощо.

Велику кількість органічних сполук, яких раніше не було в природі, містять стоки хімічних підприємств. Багато з цих речовин біологічно активні, дуже стійкі й дуже важко видаляються із стоків. Останнім часом особливе місце серед них посідають синтетичні миючі засоби - детергенти. Більшість з них містить фосфор. Зростання кількості фосфатів у річках, озерах і морях спричинює інтенсивний розвиток синьо-зелених

водоростей, "цвітіння" водойм, що супроводжується різким зниженням вмісту у воді кисню, "заморами" риби, загибеллю інших водних тварин.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає. У 1992 р. їх зафіксовано вже 959 різновидів. Про шкідливу дію багатьох з них ми нині лише здогадуємося, оскільки вони мають пролонгований вплив, тобто їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо.

Фізичне забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей - прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температур.

Суспензії (пісок, глина, намул) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських полів а також з діючих підприємств гірничо-рудної промисловості. Пил надходить у водойми також з сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частинки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водяних рослин, забивають зябра риби і інших водних тварин, погіршують смакові якості води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особливо під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

Теплове забруднення водойм є особливим видом забруднення гідросфери. Воно спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в річки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС, які скидають у водойми воду, нагріту до 45°C.

Як свідчать спостереження, у ріках нижче за течією від діючих ТЕС і АЕС порушуються умови нересту риби, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами й паразитами.

Біологічне забруднення водного середовища полягає у надходженні до водойм із стічними водами різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин, яких раніше тут не було. Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій тощо все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

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

6.3. Проблема стічних вод та методи її вирішення

Неочищені або недостатньо очищені стічні води, потрапляючи в природні водойми, мають здатність до самоочищення.

Самоочищення - це розбавлення стічних вод, випадіння в осад твердих забруднювачів, хімічні й інші природні процеси, що призводять до видалення з водойми забруднювачів і сприяють поверненню води до її первісного стану. Проте здатність водойми до самоочищення має свої межі. Нині річки, озера і інші водойми самотужки вже не можуть подолати дедалі зростаюче антропогенне навантаження. Тому людство повинно вдаватися до заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до стану, придатного для подальшого їх використання. Комплекс цих заходів такий:

- нормування якості води, тобто розробка критеріїв щодо її придатності для різних видів водокористування;
- скорочення обсягів скидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів;
- очищення стічних вод.

Нормування якості води в нашій країні здійснюється за відповідними правилами й нормативними актами. У прийнятому Верховною Радою України Законі про охорону навколишнього природного середовища є спеціальний розділ щодо охорони водного середовища. В ньому викладено вимоги до складу й властивостей води для різних потреб народного господарства, підкреслюються принципи обов'язковості захисту всіх водокористувачів і водоспоживачів. В додатках до закону наводяться ГДК різних забруднювачів води. Законом передбачена адміністративна й карна відповідальність за порушення правил користування водоймами, забруднення їх понад встановлені норми тощо.

Скорочення обсягів скидів забруднень у водойми й перехід підприємств до роботи за схемою замкнутого циклу водокористування є головним напрямом захисту водного середовища в промисловості. Розробка нових прогресивних технологій дозволяє різко скоротити потреби у воді, а інколи й зовсім відмовитися від неї. Наприклад, на деяких ТЕС за кордоном замість водяного охолодження агрегатів використовується повітряне, що звело теплове забруднення водойм до нуля.

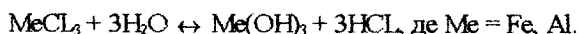
У сільському господарстві, яке є основним споживачем води, слід запропонувати сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна поверхневого поливу більш раціональними методами (допущанням, крапельним поливом тощо) дозволяє одержувати ті ж врожаї за витрат води у 5-7 разів менших.

Зменшенню кількості пестицидів, фосфатів, нітратів у водоймах сприяє часткова заміна хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби з шкідниками й хворобами рослин, чітке дотримання

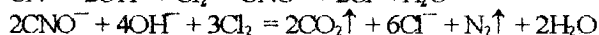
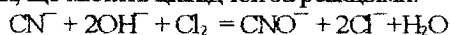
свооборотів, виведення нових, більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів сільськогосподарських культур.

Очищення стічних вод - це руйнування або видалення з них забруднювальних домішок і знищення в них хвороботворних мікробів. Нині використовуються два основних методи очищення стічних вод: очищення в штучних умовах і в природних умовах. Останнім часом за кордоном дедалі частіше застосовують комбінацію цих двох методів. Забруднені стічні води послідовно очищують механічним, хімічним і біологічним способами.

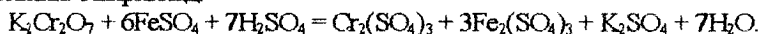
Механічне очищення полягає у видаленні зі стічних вод нерозчинних речовин (піску, намулу, глини), а також жирів, нафтопродуктів, смол тощо. Для цього використовують решітки, пісколовки, сита, відстійники а також спеціальні фільтри й центрифуги. Для видалення м'яких частинок з води використовують спеціальні речовини - коагулянти ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3), які в воді гідролізуються і утворюють аморфні осад, що здатні утримувати на своїй поверхні дрібні частки домішок. Гідроліз коагулянтів проходить за схемою:



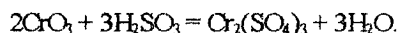
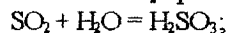
Хімічне очищення стічних вод відбувається після їх механічного очищення. Цей спосіб передбачає внесення в забруднену різними сполуками воду спеціальних речовин-регентів, які, вступаючи в реакцію з забруднювачами, утворюють нешкідливі сполуки або нерозчинні речовини, що випадають в осад і видаляються. Наприклад, застосовуючи окисно-відновні реакції, можна зруйнувати в стічній воді особливо токсичні речовини, що містять ціанід-іон за реакціями:



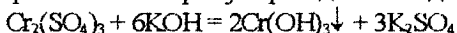
Токсичний шестивалентний Хром в стічних водах можна відновити до тривалентного з наступним осадженням його в вигляді гідроксиду в лужному середовищі. Відновником може виступати FeSO_4 , SO_2 чи інші речовини. Наприклад:



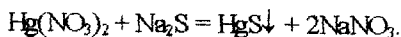
Відновлення за допомогою SO_2 проходить за реакцією:



Після цього іони тривалентного хрому переводять в осад і видаляють.



Важкі метали (Hg , Cd , Pb і інші) надзвичайно токсичні, тому зі стічних вод необхідно видаляти навіть невеликі кількості їх сполук. Для їх видалення в основному використовують реакції осадження. Наприклад:



Розчинність HgS дуже низька (добуток розчинності HgS дорівнює $1,6 \cdot 10^{-52}$), тому вдається досягти концентрації іонів меркурію ($2+$) в очищеній воді $0,07 \text{ мг/л}$ і нижче.

Хімічні методи очищення дуже часто доповнюють фізико-хімічними, такими, як випаровування, екстракція, нейтралізація, поглинання домішок спеціальними речовинами - сорбентами, електроліз 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 харчуються органічними домішками, наявними в стічних водах (органічними кислотами, білками, вуглеводами, фенолами тощо), розкладаючи їх на прості нешкідливі сполуки (H_2O , CO_2 , мінеральні солі).

Слід додати, що деякі особливо токсичні стічні води хімічних підприємств взагалі не можна очистити сучасними методами. Їх доводиться захороняти, закачуючи в підземні сховища. Таким чином створюються небезпечні об'єкти, бо завжди існує загроза прориву таких вод у підземні водоносні горизонти або викид токсичних вод у річковий стік, що мало, наприклад, місце взимку 2000 року при забрудненні Дунаю ціанідами. В деяких країнах світу води, які не можна очистити, випарюють у відстійниках, різко зменшуючи об'єм і масу відходів, що підлягають захороненню.

Визначимо, що ніякими сучасними методами очистити стічні води на 100% не вдасться, бо після певної межі затрати на кожний додатковий відсоток очищення зростають за експонентою. Тому звичайно чинять так: очищають воду до певної економічно обгрунтованої межі, потім розбавляють її чистою природною водою так, щоб вміст домішок у суміші не перевищував ГДК, і скидають у водойму або використовують.

6.4. Біоресурси Світового океану, їх охорона та відтворення

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

До найбільш шкідливих забруднювачів Світового океану належать нафта й нафтопродукти. Щорічно в Світовий океан надходить 5-10 млн. т цих забруднювачів, джерелами яких є морський транспорт і приморські міста, береговий стік, втрати під час морського добування нафти на шельфах тощо. Особливу тривогу викликають аварії великих танкерів, що перевозять нафту.

Нафтове забруднення порушує тепло- і вологообмін між океаном і атмосферою, стає катастрофічним для флори й фауни, його жертвами стають сотні тисяч морських птахів, тюленів, велика кількість риби, донних тварин тощо.

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

У морську воду потрапила велика кількість радіоактивних ізотопів внаслідок випробувань атомної зброї, роботи ядерних реакторів на військових підводних човнах і криголамах, скидання контейнерів з відходами атомних електростанцій тощо. Під час чорнобильської аварії в атмосферу було викинуто близько $5 \cdot 10^7$ Кі радіоактивності, тобто в Світовому океані накопичилися радіоактивність, спричинена 30 Чорнобильями.

Швидко забруднення Світового океану інколи має найнесподіваніші наслідки, коли безвинні, практично нікому раніше не відомі організми набувають загрозливих властивостей. Саме так сталося з мікроскопічними одноклітинними водоростями. Зазначене забруднення морів нітратами й фосфатами, якими живляться водорості, вже кілька разів викликало в різних місцях Світового океану вибухоподібне їх розмноження, відоме під назвою "червоний приплив", хоча його колір, залежно від різновиду мікроорганізмів, може бути й жовтим, й синьо-зеленим. Ці мікроорганізми надзвичайно швидко розмножуються - загальна кількість їх подвоюється за 20 годин. Вони утворюють на поверхні моря "ковдру" товщиною до 2 м, яка може вкривати великі площі поблизу узбережжя. Наприклад, біля берегів Скандинавії в 1988 р. подекуди утворилися величезні плями таких водоростей - до 45 км завдовжки й 10 км завширшки.

Бурхливий розвиток водоростей супроводжується різким зниженням вмісту в морській воді кисню. Водоростева "ковдра" діє як прес, що душить у морі все живе.

У результаті подібного "червоного припливу" в 1988 р. у Північному морі поблизу узбережжя Данії й Норвегії на великих ділянках загинула практично вся морська фауна й флора, було завдано великої шкоди риболовецьким господарствам, забруднено пляжі, сморід над деякими затоками стояв більше місяця. Загрозливим є те, що "червоні припливи" трапляються дедалі частіше й уражують дедалі більші ділянки морських узбереж.

Проблема захисту Світового океану нині стала однією з найактуальніших, вона стосується всіх країн, навіть тих, що не мають безпосереднього виходу до океану.

З огляду на це ООН розроблено й прийнято кілька важливих угод, що регулюють судноплавство, рибальство, добування корисних копалин з морських родовищ тощо.

Найвідомішою є конвенція ООН 1982 р. з морського права ("Хартія морів"), у обговоренні якої брали участь 156 країн, 20 міжурядових і понад 60 неурядових міжнародних організацій. За цією конвенцією держави, які підписали угоду, мають зберігати морське середовище та захищати його від забруднення. Це стосується всіх джерел забруднення незалежно від того, де вони розташовані - на суші або на морі.

З метою захисту економічних інтересів прибережних держав конвенцією 1982 р. передбачено встановлення в Світовому океані 200-мильних економічних зон.

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

6.5. Охорона водних басейнів України

Підземні води України мають велике значення для забезпечення водою населення порівняно з водами підземного стоку. Досить зазначити, що близько 70% населення міст і селищ міського типу користується водою з підземних водоносних горизонтів, а сільське населення майже на 100% задовольняє свої потреби за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловини).

Запаси підземних вод України розподілені вкрай нерівномірно. У деяких промислових регіонах України, таких як Донбас, Кривбас, робота гірничорудної промисловості негативно позначилася на запасах підземних вод. Поблизу деяких великих криворізьких кар'єрів утворились депресійні воронки, в межах яких рівень підземних вод впав на 300 м нижче земної поверхні, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла повністю.

Якний стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями спостерігається забруднення підземних вод деяких горизонтів стоками промислових підприємств, великих тваринницьких комплексів тощо. Це переважно хімічне забруднення.

Підземні води України не лише вичерпуються й забруднюються, але й нерационально використовуються. Діючим законодавством України заборонено вживання прісних підземних вод не для пиття, однак у 30 містах України більше половини загальної кількості підземних вод все ще використовується для технічних потреб.

Розглядаючи стан водних басейнів України, коротко охарактеризуємо екологічні проблеми Дніпра, Дністра, Чорного й Азовського морів.

Дніпро й Дністер - головні водні артерії нашої держави, в басейнах яких проживає майже 80% населення. Колись Дніпро, одна з найбільших річок Європи, мав чисту воду та стабільну екосистему, що характеризувалася великою біологічною продуктивністю, годувала й нагувала мільйони людей, що жили в його басейні.

Нині ж через нехтування протягом останніх десятиліть усіх правил і принципів раціонального природокористування екосистема Дніпра повністю деградована. Основні причини кризової ситуації, що склалася, такі: спорудження водосховищ на Дніпрі; великомасштабні меліорації; будівництво цілого ряду великих промислових комплексів у басейні; величезні об'єми водозабору для промисловості й зрошення; колосальні обсяги забруднень. З таких же причин деградувала й екосистема Дністра, де також вимерли цінні види риби, на дні акумулюється дедалі більша кількість теригенних відкладів, важких металів, радіонуклідів, гумусових речовин, еродуються береги.

Щорічно з різними стоками (дощовими й талими водами) в Дніпро та водосховища потрапляє близько 500 тис. т нітрогенних сполук, 40 тис. т фосфорних, 20 тис. т калійних, близько 1 тис. т заліза, 40 т нікелю, 2 т цинку, 1 т міді, 0,5 т хрому. В басейні Сливутича діють 7 АЕС!

Штучно річковий режим Дніпра трансформовано в озерний, водообмін різко уповільнився, утворилися зони застою (замору), почастишали явища евтрофікації. Крім того, водосховища значно погіршили стан довкілля - піднявся рівень ґрунтових вод далеко від берегів, посилюлося засолення ґрунтів, майже в 10 разів збільшився об'єм підземного стоку, а разом з цим - значно зросло забруднення підземних вод, особливо в нижній частині басейну, знизився вміст гумусу, посилюється ерозія берегової зони. Такі ж негативні наслідки характерні й для басейну Дністра. Великої шкоди водам цього басейну завдають дуже брудні стоки з полів, викиди таких концернів, як "Хюрвініл" (м. Калущ), "Укрцемент" (м. Кам'янець-Подільський), "Укрнафтохім" (м. Надвірне), Бушпінська ДРЕС та ін.

Дуже небезпечним явищем є постійне підвищення радіаційної забрудненості донних відкладів Дніпра, особливо Київського водосховища, а також швидке накопичення в замулах Дніпродзержинського й Дніпропетровського водосховищ великих кількостей заліза, хрому, міді, кобальту, свинцю, кадмію, фенолів, ціанідів, нафтопродуктів.

Втрати від затоплення чорноземів дніпровських заглиб, як підраховали, становлять до 10 млрд. гривень щорічно, тоді як усі пість ГЕС на Дніпрі дають прибуток 25-28 млн. гривень на рік. Загинули не лише заливні зообіоценози, Дніпро втратив здатність до самоочищення.

У дуже тяжкому екологічному стані перебуває Азовське море, без перебільшення, це - зона екологічної катастрофи. Ще 40-50 років тому, в ньому виловлювали риби в 35 разів більше, ніж у Чорному морі, в 12 разів більше, ніж у Балтійському.

Тут раніше водилося 114 видів риби, і загальний вилов іноді перевищував 300 тис. т. на рік. Нині ж вилови знизилися в 6 разів, а та риба, що виловлюється, забруднена отрутохімікатами настільки, що споживати її небезпечно.

Головні причини катастрофи Азовського моря такі:

- хижацький вилов риби Мінірибгоспом на великих глибинах моря (більше 8 м);

- будівництво гребель і водосховищ на основних живлячих морських ріках (Дон, Кубань), перетворення цих водосховищ на гігантські промислові відстійники шкідливих речовин, концентрація яких в десятки разів перевищує ГДК;

- інтенсивне впровадження в сусідніх регіонах зрошувального землеробства й висосіяння замість традиційних культур, що привело до інтенсивної хімізації, забруднення ґрунтів і вод, засолення;

- зростання забруднення довкілля відходами хімічної і металургійної промисловості - лише Маріуполь викидає близько 800 тис. т. токсикантів на рік;

- інтенсивне будівництво на узбережжі моря численних пансіонатів і баз відпочинку, що негайно привело до активного зростання побутових відходів, каналізаційних стоків у море;

- неконтрольоване лавиноподібне зростання зливу пестицидів у море з прилеглих сільськогосподарських масивів та внесення їх у море річками Доном і Кубанню.

Врятувати Азовське море з величезними труднощами й витратами ще можливо, якщо вжити таких заходів:

- повністю припинити на певний час промисловий лов риби, покінчити з браконьєрством;

- довести до оптимальних об'ємів річковий стік;

- звести до мінімуму обсяг забруднень морських вод промисловими й сільськогосподарськими відходами;

Екологічна ситуація в басейні Чорного моря не набагато краща. Поки що рятують його розміри й глибина, як уже згадувалося, й у цей басейн водами Дніпра, Південного Бугу, Дністра, Дунаю щорічно вносяться мільйони кубометрів забруднених десятками токсикантів стоків. Через це в останні роки десятки разів закривалися пляжі Ялти, Феодосії, Євпаторії, Алушти, Одеси. У цьому регіоні в зв'язку з розробкою підводних нафто-газових родовищ почалося активне забруднення води нафтопродуктами.

Протягом останніх років значно підвищився у водах моря й донних відкладах вміст радіонуклідів. Через порушення регіонального гідродинамічного, гідрохімічного й теплового балансу водних мас моря

поступово піднімається верхня межа насичених дигідроген сульфідом глибинних вод моря. Нині вона знаходиться вже на глибинах 80-110 м (раніше - на глибинах 150-200 м).

До екологічних бід водних екосистем України з травня 1986 р. додався ще одна - зростання забруднення радіонуклідами вод Дніпровського басейну й морів.

Як нині стало відомо жодна катастрофа ХХ ст. не мала таких тяжких екологічних наслідків, як чорнобильська. Ця трагедія не регіонального чи національного, а глобального масштабу. В результаті катастрофи вже загинуло багато тисяч людей (10 тис. з 100 тис., які брали участь у ліквідації аварії).

Сильним радіоактивним брудом вкрито 5 млн. га території України (32 райони шести областей), більша частина яких - сільськогосподарські угіддя. Забруднено 1,5 млн. га лісів. Гляд 15 тис. людей мешкають в умовах радіоактивного забруднення 45 Кі/км² (за цезієм), 46 тис. - від 15 до 45 Кі/км² (за цезієм), а ще 150 тис. - від 5 до 15 Кі/км² (за цезієм). Майже 1,5 млн. чоловік проживає на території, де радіоактивний фон у десятки разів перевищує допустимі норми (Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівенська, Черкаська, Вінницька, Чернівецька, Кіровоградська, Івано-Франківська області).

Деактиваційні роботи, на які в 1986-1989 рр. було витрачено мільйони карбованців, бажаних результатів не дали.

У водах Дніпра, Прип'яті, Київського водосховища концентрації радіонуклідів і через 13 років після аварії були в 10-100 разів вищими, ніж до аварії, а в донних відкладах накопичилася величезна кількість радіоактивного бруду.

Велику небезпеку для довкілля становлять 800 тимчасових могильників навколо АЕС і "Саркофаг" над четвертим блоком. Там ще знаходиться велика кількість бруду радіоактивністю багато сотень тисяч кюри, непоширення якого зовсім не гарантоване. Могильники вже нині протікають. "Саркофаг" з роками стає дедалі радіоактивнішим, конструкції його осідають, деформуються.

Останнім часом захисту екосистем Чорного моря приділяється особлива увага, це підтверджено міжнародними і національними документами країн, що оточують Чорне море. В цих документах визначено основні завдання щодо покращення екологічної ситуації в Чорному морі та заходи, яких слід для цього вжити:

- заборонити скидання радіоактивних речовин у море, зменшити скидання шкідливих хімічних матеріалів і побутових стоків;
- терміново спорудити каналізаційні системи та станції очищення стічних вод;
- довести до нормального рівня туристичне навантаження та риболовство;
- заборонити транспортування через Чорне море токсичних відходів;

- вжити заходи по відтворенню, збереженню та регулюванню живих природних ресурсів Чорного моря,
- створити систему екологічного моніторингу а також національні програми в галузі управління прибережною зоною.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Де зосереджені найбільші запаси води на Землі? Що таке прісна вода?
2. Які причини значного забруднення малих річок України?
3. Поясніть поняття “споживачі й користувачі води”.
4. Поясніть термін “водоємність виробництва”, наведіть приклади.
5. Від яких факторів залежить питоме водоспоживання?
6. Що таке хімічне забруднення гідросфери? В чому воно проявляється?
7. Дайте коротку характеристику фізичному й тепловому забрудненню гідросфери.
8. У чому полягає біологічне забруднення гідросфери? Які джерела цього забруднення вам відомі?
9. Що таке самоочищення стічних вод? Чи може воно подолати антропогенне навантаження в наш час?
10. Які методи очищення стічних вод вам відомі?
11. Поясніть, як проводять механічне очищення стічних вод і що таке коагулянти?
12. Наведіть приклади хімічного очищення стічних вод. Назвіть основні фактори, що приводять до погіршення екологічного стану Світового океану.
13. Що є причиною виникнення “червоного припливу” в Світовому океані та які його екологічні наслідки?
14. Чому цвітуть дніпровські водосховища та які екологічні наслідки це має?
15. Назвіть основні причини катастрофи Азовського моря.
15. У чому полягають основні причини погіршення стану екосистем Чорного моря?
10. Яких основних заходів слід вжити для покращення екологічної ситуації в Чорному морі?

Глава 7. Екологія літосфери

7.1. Причини деградації ґрунтів та стан їх охорони

ґрунти – це природні утворення, які характеризуються родючістю – здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їх життєдіяльності. ґрунти це органіо-мінеральні утворення, що виникли в результаті тривалої взаємодії живих організмів і субстрату, розкладу живих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря.

Найродючіші та найпотужніші ґрунти – чорноземи, вони формувалися там, де був сприятливий клімат і оптимальні умови для розвитку багатой трав'яної рослинності. В Україні нараховується близько 650 видів різних ґрунтів.

Дуже важливим компонентом ґрунтів є перегній – органічна речовина, яка утворюється з решток померлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів. ґрунти забезпечують рослинний світ Калієм і Карбоном, а також Нітрогеном і Фосфором, які входять до складу білків. Родючість ґрунтів залежить від кількості Нітрогену в перегній, перегною в ґрунтах та потужності ґрунтів. Кращі чорноземи містять до 10-15% гумусу (перегною).

ґрунти – це універсальні фільтри і нейтралізатори багатьох видів антропогенних забруднень. Крім того ґрунти мають для нас величезне значення тому, що є головним джерелом одержання продуктів харчування.

ґрунти, які не є продуктом праці людини й створювалися природою протягом тисячоліть, нині в результаті хижацького користування, нерозумної аграрної політики розбазарювання під різні види будівництва, кар'єри, полігони знаходяться в стані виснаження, вичерпання. Структура ґрунтів деградувала, вони пересичені шкідливими хімічними речовинами. Повсюдно врожайність ґрунтів катастрофічно зменшується. Потрібні термінові заходи для відтворення структури й родючості ґрунтів – нейтралізація, розсолення, збагачення гумусом тощо.

Загальна площа орних земель суші становить 1,5 млрд. га (10-11% площі суші), пасовиськ і сінокосів – близько 3 млрд. га (тобто близько 20% площі суші). Резерви сільськогосподарських угідь на сьогодні, згідно з даними ООН, повністю вичерпані. На кожного мешканця нашої планети припадає в середньому лише 0,4 га орної землі, й ця цифра зменшується через значний приріст населення Землі.

Близько 75% усіх ґрунтів земної кулі мають до того ж знижену продуктивність через незабезпеченість вологою й теплом. І, нарешті, має місце швидка деградація цих ґрунтів під потужним антропогенним тиском.

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

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

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

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

Дуже значних збитків господарству завдає ерозія ґрунтів у ряді областей Індії, в Непалі, в США, Китаї та інших регіонах Землі. На цих землях урожайність зменшується на 30-60%, подекуди – на 90%. Ерозії ґрунтів сприяє активне яроутворення, зумовлене діяльністю людини – вирубок лісів на схилах, знищенням трав'яного чи чагарникового покриву, неправильним розорюванням землі тощо.

Сприяють ерозії й пилові бурі, коли в повітря на висоту 1-3 км здіймаються мільйони тонн пилу, піску, ґрунту, оголюючи в одних місцях землю на сантиметри й навіть на десятки сантиметрів, перетворюючи її на пустелю і засипаючи поля, сади, луки, дороги та будівлі в інших місцях шаром пилу й піску товщиною 20-50 см, а іноді навіть 2-3 м. Відомі пилові бурі, що завдали великої шкоди на Північному Кавказі, в східній Україні, Середній Азії, особливо поблизу Аралу, в Центральній Америці.

Однією з найбільших бід після ерозії ґрунтів, є, мабуть, їх засолення, основна причина якого – неправильне зрошення. Ерозія й засолення ґрунтів приводить до опустелювання земель. "Біла отрута" так називають місцеві жителі сіль, якою забиті всі пори ґрунту та його поверхня в результаті випаровування зрошувальних вод.

Дедалі відчутнішими стають негативні наслідки хімізації сільського господарства – погіршення стану ґрунтів через накопичення в них шкідливих хімічних речовин і після тривалих й інтенсивних внесень мінеральних добрив та різних пестицидів. Адже внесений у ґрунт фосфор практично не вимивається. Використання великої кількості фосфорних добрив призводить також до накопичення в ґрунтах Фтору, Стронцію, Урану, Торію, Радію.

Одним з негативних наслідків перезбагачення ґрунтів і водою хімікатами є евтрофікація водою – підвищення біологічної продуктивності через накопичення біогенних елементів, пов'язаних з Нітрогеном, "цвітіння" водоростей, накопичення, відмирання і розклад з інтенсивним поглинанням кисню з водою, що спричинює задуху водою, загибель риби та інших водних тварин.

Нітрати накопичуються не лише у воді й ґрунтах, а й у рослинах, овочах та фруктах, шкідливо впливаючи на здоров'я людини. Нітрати мало токсичні, але в шлунково-кишковому тракті вони під дією мікрофлори відновлюються до нітритів, які набагато токсичніші, особливо для людей похилого віку та дітей з серцево-судинними хворобами.

Різні рослини мають неоднакову здатність до накопичення нітратів. Найбільше їх акумулюють кріп, салат, петрушка, потім буряки, значно менше - капуста та морква, ще менше – картопля.

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

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

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

Для зменшення забруднення ґрунтів необхідно організувати моніторинг земель – систематичне спостереження за станом земельного фонду. Слід мати дані щодо розподілу земель за власниками і користувачами, продуктивності земельних ресурсів, ступеня деградації ґрунтів, стану їх забруднення а також фонового забруднення.

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

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

7.2. Охорона земної поверхні

Площа всієї суші на Землі становить 148 млн.км², 10% цієї території займають льодовики. Уся інша територія є вичерпним ресурсом поверхні Землі: 33,1% цієї території – це сільськогосподарські угіддя, 30,1% - ліси, 36,8% - так звані "інші землі" (площі, зайняті населеними пунктами, промисловими підприємствами, транспортними магістралями тощо а також пустелями, болотами, тундрою, горами). Під впливом антропогенної діяльності структура земної поверхні постійно змінюється: скорочуються площі сільськогосподарських угідь і лісів, зростають площі "інших земель".

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

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

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

У посушливих районах Землі спостерігається дуже небезпечне явище опустелювання (перетворення земель на пустелю). Причиною цього є легка вразливість природи в цих зонах, надмірне використання земель під пасовиська, вирубування на дрова нечислених дерев і кущів. Пустелю Сахара за останні 50 років збільшила свою площу на 650 тис.км². Фахівці ООН підраховували, за ті ж останні 50 років внаслідок господарської діяльності людини на Землі перетворилася на пустелю територія, що дорівнює половині площі Південної Америки! Кожної хвилини в світі втрачається, перетворюється на безплідну пустелю 44 га землі.

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

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

1. Ліси з захисною функцією – охорона водних ресурсів, протиерозійні ліси, державні лісозахисні смуги, ліси заповідників і національних парків, ліси, що мають санітарно-гігієнічне й оздоровче значення.

2. Ліси захисного і обмеженого експлуатаційного значення – лісові масиви в густонаселених районах і місцевостях з обмеженими лісосировинними ресурсами.

3. Ліси експлуатаційні – тайга, тропічні ліси.

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

“Інші землі” поділяються на дві групи. До першої з них належать землі, малопридатні для сільського господарства – пустелі, гори, тундра, яри тощо. Деякі з них можуть бути освоєні сільським господарством, але

лише за умови значних матеріальних і фінансових затрат. До другої групи належать заселені й забудовані території, тобто такі, які вже не можна використати якось інакше.

На земельні ресурси дуже сильно впливає інтенсивна геологічна і гірничодобувна діяльність людей.

За підрахунками вчених щорічна шкода, якої завдають господарству та природі Тюменської області нафтовика становить близько 10 млрд. крб, усього ж за роки "великого освоєння" краю збитки становлять 200 млн. крб. Це – тисячі спалених гектарів лісу, мільйони гектарів знищених тундрових оленячих пасовищ, ущент забруднені нафтою озера, болота, сотні річок і річечок – притоків великої Обі, загибель риби та оленячих гуртів. В загравах газових смолоскипів щорічно вигорає, поглинаючи кисень, понад 15 млрд. м³ супутнього нафтового газу. А скільки завдано шкоди природі від прокладання 30 тис. км нафто- і газопроводів.

Під час геолого-розвідувальних робіт змінюються природні ландшафти місцевості – порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини (через проведення відкритих канал, розчисток порід) а також підвищення внаслідок звалювання, викидання на поверхню гірських порід.

Протягом останніх років проведено ряд заходів, які зменшують негативний вплив на земельні ресурси пошуково-розвідувальної геологічної діяльності. Це – використання техніки зі спеціальними дуже широкими шинами, селективне виймання й складування ґрунтів, проведення робіт по відновленню ґрунтового покриву й рекультивациі земель, зменшення розмірів ділянок свердловання, проведення екологічної паспортизації земель, відведених під гірничі роботи.

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

7.3. Стан земних надр та шляхи їх раціонального використання

Надра Землі використовуються в кількох напрямках:

- 1) добування корисних копалин;
- 2) зберігання рідких і газоподібних корисних копалин у природних і штучних сховищах;
- 3) створення різних споруд і навіть цілих заводів;
- 4) прокладання транспортних комунікацій (метро, трубопроводи);
- 5) захоронення промислових токсичних і радіоактивних відходів.

Корисні копалини є національним багатством кожної держави. Щорічно на нашій планеті видобувається майже по 30 т різних корисних копалин на людину. Останнім часом корисні копалини стали причиною політичних суперечок і міжнародних конфліктів.

Це один дуже важливий факт – лише 1-5% усього обсягу речовин, що видобуваються з земельних надр, через недосконалість сучасних

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

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

Спеціалісти також вважають, що десятимільярдне населення Землі щорічно буде викидати близько 400 млрд т твердих відходів – кількість достатня для того, щоб завалити відходами Лос-Анджелес шаром товщиною 100 м.

Ці відомості ще раз підтверджують необхідність стимуляції використання вторинних ресурсів, ресурсозбереження, переходу на безвідхідні технології виробництва та використання альтернативних матеріалів.

Україна забезпечена мінеральними ресурсами на 8 балів за десятибальною системою. Докорінна перебудова структури в напрямі зниження частки важкої індустрії, військово-промислового комплексу й збільшення частки наукомісткої продукції та товарів народного споживання дозволить істотно зменшити енергомісткість виробництва й залежність України від зовнішніх поставок ресурсів, у першу чергу паливноенергетичних.

В умовах наростаючої в усьому світі кризи мінеральних ресурсів особливого значення набувають запаси корисних копалин, зосереджені на дні Світового океану – від шельфу до найбільших глибин. Це будівельні матеріали, нафта, газ, поліметали, сірка тощо, фосфоритові та залізо-манганеві конкреції. Їх маса лише в Тихому океані становить 1500 млрд т, і містять вони не лише залізо та манган, але й мільярди тон міді, нікелю, кобальту.

Слід зазначити, що корисні копалини суцільно вичерпні, невідновні, а конкреції відновні. В Тихому океані, як підраховано, щорічно утворюється близько 6 млн т конкрецій. Запасів таких підводних корисних копалин вистачить людству на багато сотень і тисяч років (нікелю – на 70 тис. років, мангану – на 140, кобальту – на 420 тис. років). З 1987 р. американськими та японськими компаніями розпочато перші роботи по добуванню конкрецій у зоні Кларіон-Кліппертон у північно-східній частині Тихого океану на обмежених ділянках.

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

Під впливом гірничих розробок – розвитку кар'єрів, шахт, свердловин – істотно змінюються природні ландшафти й екологічні ситуації. Під час підземних розробок виникають пустоти, тріщини в масивах гірських порід, просідання, обвали породи, дренаж водоносних горизонтів і їх осушення.

Поверхневі, відкриті розробки корисних копалин супроводжуються великими штучними зниженнями рельєфу. Навколо родовищ корисних копалин завжди утворюються відвали пустої породи, терикони. Пустою породою засипають найближчі яри та балки, створюючи шлямосховища.

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

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

У Лисичансько-Рубежанському промисловому районі підземні води забруднені на площі понад 120 км² настільки, що непридатні для споживання. В цьому районі кількість тільки фенолів у повітрі перевищує ГДК у 260 разів. На Донецько-Придніпровський район взагалі припадає понад 74% усіх забруднень території України.

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

Крім того, в межах Донбасу близько 13 тис. га орної землі захаращено звалищами, металобрухтом, будівельними залишками, які накопичилися навколо шахт, робочих містечок, міст і промислових підприємств. Близько 40 найбільших промислових підприємств Донбасу щодоби скидають 186 тис. м³ забруднених стічних вод, а всього на підприємствах Донбасу щорічно утворюється 70 млн. т шкідливих промислових і побутових стоків.

Така картина характерна майже для всіх сучасних промислових центрів світу. Всюди навколо них звалюються сотні тисяч тон відходів і пустої породи, вилучаються з агрокористування тисячі гектарів, забруднюються ґрунти, ґрунтові води й повітря.

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

Локальні ландшафтні техногенні порушення приводять до регіональних кліматичних змін. Дуже небезпечними стали газо- та

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

З відомих нині соціально-політичних причин ми з великим запізненням почали об'єктивно й активно аналізувати стан наших мінеральних ресурсів, їх роль і перспективи використання. Якщо не змінити політику ресурсокористування, екологічна криза розвиватиметься швидше й бурхливіше.

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

Значний економічний ефект і економію ресурсів забезпечують новітні технології добування корисних копалин – свердловинне гідродобування й вилуговування, підземні виплавка сірки та газифікація вугілля тощо. Крім того, відомі й інші шляхи поліпшення користування мінеральними ресурсами.

Наприклад, добуваючи залізну руду чи поліметали, слід вилучати з породи не лише основну речовину, але й решту цінних речовин та елементів, а пусту породу використовувати як будівельний матеріал, накопичувач.

Крім того, необхідно перейти на максимальне використання вторинних ресурсів – металобрухту, матеріалів, що нині мільярдами тон накопичено на звалищах усього світу, а понад усе – в нашій країні та країнах СНД.

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

З пустих порід кар'єрних розробок, які раніше складалися у відвали тепер виготовляють щебень, цемент, скло, силікатну цеглу, вогнетривкі й формівні матеріали.

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

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

За такими технологіями почали працювати деякі підприємства й у нас у Дніпропетровську, Запоріжжі а також у Норильську, на Уралі, на Балканському гірничо-металургійному комбінаті.

Важливим заходом збереження надр є моніторинг, комплекс робіт, що складається із спостереження за станом родовищ мінеральної сировини, аналіз даних про стан відвалів, кар'єрів, обсяг і шляхи міграції забруднень, прийняття відповідних рішень щодо покращення ситуації, вироблення рекомендацій для управління процесами.

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

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

7.4. Рекультивація порушених земель

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

Найбільше порушених земель виникає внаслідок відкритих гірничодобувних робіт. В Україні в Криворізькому залізорудному районі з'явилися великі ділянки, де не може рости жодна рослина, жити жодна тварина. Під час проведення підземних гірничодобувних робіт теж має місце порушення місцевості – обвали й деформація поверхні внаслідок просадок ґрунту над відпрацьованими ділянками родовищ. Землі порушуються також за рахунок відвалів, териконів, звалищ.

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

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

Послідовність рекультиваційних робіт така спочатку виконується технічна рекультивація, а потім біологічна. Залежно від того, як планується використати порушені землі, розрізняють такі види технічної рекультивації:

сільськогосподарська – є найдорожчим видом відновлення земель і здійснюється в районах розвинутого сільського господарства й

сприятливих для сільського господарства кліматичних зонах на великих за площею відвалах або кар'єрах;

лісогосподарська – здебільшого проводиться там, де є можливість відновити ділянки лісу з цінними породами дерев, вартість даної рекультивації нижча ніж сільськогосподарської;

водогосподарська – здійснюється у відпрацьованих кар'єрах, які часто заповнюються ґрунтовими водами;

рекреаційна – проводиться неподалік від міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку для населення, здебільшого вона поєднується з водогосподарською й лісогосподарською;

санітарно-гігієнічна – застосовується для тих об'єктів, які й до порушення були непридатними для використання в народному господарстві, а також на таких ділянках, як шлямосховища збагачувальних фабрик тощо, метою такої рекультивації є консервація об'єктів, запобігання їх шкідливому впливу на навколишнє середовище.

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

Іюді порушені території, після засипання відвальними породами відводять під будівництво житлових будинків, спортивних майданчиків, сквадів тощо.

Нині рекультивацію земель включають у основні виробничі процеси. Підприємства, які порушують землі, зобов'язані після закінчення робіт привести їх до стану, придатного для використання в сільському чи рибному господарстві.

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Що входить до складу ґрунтів?
2. Назвіть головні причини деградації ґрунтів.
3. Назвіть негативні екологічні наслідки хімізації сільського господарства.
4. Які рослини мають найбільшу здатність до накопичення нітратів?
5. В чому суть моніторингу земель?
6. Як впливає антропогенний фактор на структуру зелених насаджень Землі?
7. У чому полягає екологічне значення лісів і боліт?
8. Охарактеризуйте основні напрями використання земних надр.
9. В чому суть раціонального використання мінеральної сировини?
10. Які мінеральні ресурси можна добути з глибин і вод Світового океану? Чи є відновними підводні корисні копалини океанів?
11. Що таке відвали пустої породи, терикони? Як вони утворюються і якої шкоди завдають довкіллю?

12. Яку небезпеку для навколишнього середовища створює використання провідів?
13. Наведіть приклади новітніх технологій добування корисних копалин.
14. У чому полягає комплексне використання корисних копалин? Навести приклади.
15. Що таке "порушені землі"? Як вони утворюються?
16. В чому суть рекультивції порушених земель?
17. Що входить до складу технічної рекультивції порушених земель?
18. В чому полягає біологічна рекультивация порушених земель?
19. Що таке безвідходні технології?
20. Які ви знаєте приклади наукового природокористування, що сприяє збереженню й нормальному функціонуванню природного середовища?
21. Чому необхідне міжнародне співробітництво у вирішенні екологічних проблем регіонів і континентів?

СЛОВАНИК ТЕРМІНІВ

Автотроф – організм, що живе за рахунок поглинання енергії Сонця чи хімічних реакцій, синтезуючи за допомогою процесу фото- чи хемосинтезу з води, вуглекислого газу й мінеральних солей органічну речовину (див. продуцент).

Адаптація – пристосування живих організмів до життя в певних умовах середовища.

Аерозоль – завислі в повітрі дрібні крапельки рідин чи тверді частки.

Активний намул – намул, насичений бактеріями й іншими мікроорганізмами, які поглинають і розкладають шкідливі забруднення в стічних водах.

Антропогенний процес – процес, зумовлений діяльністю людини.

Бактерицид – хімічний засіб для знищення бактерій.

Безвідходне виробництво – виробництво, що не залишає відходів або таке, відходи якого повністю переробляються на корисні матеріальні ресурси.

Бекерель – одиниця радіоактивності, що дорівнює розпаду одного атома за 1 с.

Бер – (біологічний еквівалент рентгена) – поглинута живою тканиною доза іонізуючого опромінення, що відповідає одному рентгену.

Біогеоценоз – однорідна ділянка земної поверхні з певним складом живих організмів і неживих компонентів (грунт, атмосфера, вода тощо), поєднаних обміном речовин і енергії в єдиний природний комплекс.

Біомаса – маса живих організмів, що припадає на одиницю площі або об'єму.

Біосфера – сфера життя, оболонка Землі, населена живими організмами.

Біота – сукупність живих організмів, що населяють певний відрізок часу.

Біоценоз – сукупність живих організмів, що населяють ділянку суші або водойми.

Богарні землі – землі, на яких сільськогосподарські культури вирощуються без штучного поливу.

Вакцина – хімічна речовина, отримана з живих чи мертвих мікроорганізмів, що використовуються для лікування хвороби або вироблення імунітету до збудників цієї хвороби у тварин і людей.

Відходи виробництва – залишки сировини, матеріалів і напівфабрикатів, що утворюються в процесі виробництва, частково або повністю втратили свою якість і не відповідають стандартам виробництва.

Вірус – збудник хвороб рослин, тварин і людини, за розмірами менший за бактерій, найпростіших й інших мікробів.

Водосміність виробництва – кількість води, необхідна для виготовлення 1 т готової продукції.

ГДК (гранично допустима концентрація) забруднювача навколишнього середовища – це такий його вміст у природному середовищі, який не знижує працездатності та самопочуття людини, не шкодить її здоров'ю в разі постійного контакту а також не викликає небажаних (негативних) наслідків.

Ген – молекулярний носій спадкових властивостей організму.

Генна інженерія – створення нових видів організмів або їх нових властивостей шляхом маніпуляцій з їх генетичним апаратом.

Генетичний код – система запису спадкової інформації в молекулі дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК живих істот (людей, тварин, рослин, бактерій, вірусів).

Гербіцид – речовина, що використовується для вибіркового або суцільного знищення рослин.

Гетеротроф – організм, що харчується органічними речовинами, синтезованими іншими організмами (див. **консумент**).

Гомеостаз – саморегулювання основних життєво - важливих параметрів організмів і екосистем, щоб вони залишалися стабільними незалежно від змін умов навколишнього середовища.

Грей – одиниця поглинутої дози іонізуючого випромінювання, коли опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

Депонування – накопичення речовини, енергії, інформації тощо.

Детрит – уламковий осад з кусочків раковин, кісток, панцирів, деревини тощо.

Динаміка популяцій – зміни чисельності, статевого та вікового складу популяцій, що визначається внутрішньопопуляційними процесами.

Дистанційні методи досліджень – дослідження природних об'єктів (ландшафтів, лісів, сільськогосподарських угідь, океану геологічної будови тощо) за допомогою засобів, що знаходяться на відстані від цих об'єктів (на борту літака, космічного супутника тощо).

Еволюція (в біології) – необоротний процес історичного розвитку живих організмів Землі.

Евтрофікація (або евтрофікація) – підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її забруднення сполуками Нітрогену, Фосфору за рахунок промислових стоків тощо.

Екосистема (в біологічних системах) – енергетична характеристика пропорційна зв'язаній енергії системи, яка не може використовуватися для здійснення будь-якого виду роботи.

Ерозія - руйнування поверхні Землі й ґрунту діяльністю води й вітру, яке часто спричиняється чи посилюється непередуманою діяльністю людей (неправильною агротехнікою, перевипасом худоби та ін.).

Заказник – ділянка землі чи водного простору, на якій обмежується господарська діяльність з метою збереження окремих компонентів ландшафту (рідкісні рослини й тварини, цінні гірські породи й мінерали тощо).

Заповідник – природна особливо цінна територія, де забороняється будь-яка господарська діяльність і присутність людей з метою збереження в первісному стані ландшафту, зоо- та фітоценозів.

Зворотні води – води, що повертаються у водойму після поливу зрошуваних земель.

Зіверт – одиниця еквівалентної дози випромінювання, що дорівнює 100 берем.

Зооцид – речовина, яка застосовується для знищення теплокровних тварин-шкідників (ховрачів, мишей тощо).

Інсектицид – речовина, що використовується для знищення шкідливих комах.

Іонізуюча радіація – високоенергійне випромінювання, що внаслідок взаємодії з речовиною утворює в ній іони з електрично нейтральних атомів і молекул.

Коагуляція – розпад колоїдного розчину на рідину та желеподібну масу.

Комплексне використання речовини – основний принцип безвідходного виробництва, коли всі відходи від основного виробництва переробляються на продукцію або напівфабрикати для виробництва на інших підприємствах.

Консумент – організм, що отримує енергію для життя за рахунок споживання органічної речовини, синтезованої іншими організмами-рослинами чи тваринами (див. гетеротроф).

Контроль за навколишнім середовищем – спостереження за станом і змінами важливих для людини та біоценозу характеристик складу повітря, якості води, рівня радіації тощо; порівняння одержаних даних з стандартними характеристиками; виявлення джерел шкідливого впливу на ці характеристики та інформація органів управління про стан навколишнього середовища.

Ландшафт – однорідна ділянка географічної оболонки, що відрізняється від інших ділянок своєю структурою;

різновиди ландшафту:

антропогенний – зумовлений діяльністю людини;

культурний – цілеспрямовано створений людиною для своїх потреб;

природний – сформований лише природними факторами;

техногенний – різновид антропогенного, що відрізняється насиченістю технічними об'єктами – фабриками, кар'єрами, транспортними артеріями тощо;

урбанізаційний – насичений житловою забудовою міст тощо.

Мантия Землі – глибинна сфера Землі, розташована нижче земної кори.

Меліорація – штучна зміна природно-територіальних комплексів з метою оптимального використання потенціалу земель, вод, клімату та рослинності (обводнення земель, осушення боліт тощо).

Метаболізм – процес обміну речовин в живій клітині, організмі.

Метаболіти – продукти обміну речовин у живому організмі.

Метаморфізм – перетворення порід і мінералів у земній корі під дією високого тиску, температури та інших факторів.

Моніторинг – комплексна система спостережень, оцінки і прогнозу змін стану біосфери або її окремих елементів під впливом людської діяльності чи природних факторів.

Монокультура – вирощування одного виду рослин на великій площі землі, коли всі інші види рослин на цій ділянці знищуються.

Мутація – зміна властивостей чи ознак виду під впливом мутагенних факторів.

Мутагенні фактори, мутагени – фізичні явища та хімічні речовини, що діють на спадковий апарат організмів, викликаючи мутації в їх потомстві.

Навантаження на ландшафт – антропогенний вплив на ландшафт.

Навколишнє середовище (довкілля) – природні фактори (земля, повітря, вода) й комплекс живих організмів, серед яких живе людина.

Ноосфера – стан біосфери, коли розумна діяльність людини стане головним, визначальним фактором у біосфері.

Об'єкт рекреаційний – природний об'єкт обмеженої площі, що використовується для відпочинку людей (ставок, озеро, лісова галявина тощо).

Охорона природи – система заходів (технологічних, економічних, адміністративних, біотехнічних, просвітницьких тощо), які забезпечують збереження природою її функцій, генофонду, невідновлюваних ресурсів.

Охорона середовища життя – система заходів, спрямованих на збереження природи Землі в стані, який би відповідав еволюційним потребам біосфери та людини.

Пам'ятник природи – невеликий природний об'єкт, що має особливу цінність і охороняється законом (дуже старе рідкісне дерево, водоспад, красива скеля тощо).

Патогенний фактор – вірус, мікроорганізм, хімічна речовина чи радіація, здатні викликати захворювання людей, тварин, рослин.

Поллютант – забруднювач (повітря, води, харчових продуктів тощо), як правило, хімічний.

Продуцент – організм, який синтезує (продукує) живу органічну речовину за рахунок енергії Сонця або хімічних реакцій з карбонатної кислоти, води й мінеральних солей (див. **автотроф**).

Радіація – виділення елементарних часток або електромагнітної енергії атомними ядрами.

Радіонукліди – радіоактивні елементи, продукти поділу інших радіоактивних елементів (Урану, Торію тощо).

Редуцент – організм, що харчується обмеженими речовинами продуцентів чи консументів, розкладаючи їх до простих вихідних сполук – карбонатної кислоти, води й мінеральних солей.

Рекреація – відновлення здоров'я та працездатності людей за рахунок відпочинку поза межами житла - на природі, в туристичних походах, під час відвідин національних парків тощо.

Рекультивация – штучне відновлення родючості ґрунту та рослинного покриву після техногенного порушення земель.

Релікт – вид рослин чи тварин, що зберігся від колишніх широкопоширених, а нині зниклих форм.

Репарація (генетична) – самовідновлення пошкоджень у генному апараті.

Рівновага природна – первинна екологічна рівновага, що формується в незмінних або слабо змінених людською діяльністю природних комплексах.

Самоочищення (води, ґрунту тощо) – ліквідація забруднень природними факторами (живими організмами й факторами неживої природи).

Сейсмологічний – викликаний землетрусом.

Селекція – створення нових сортів гібридів і порід тварин, штамів мікроорганізмів з потрібними для людини властивостями.

Сель – бурхливий руйнівний потік (у руслах гірських річок) води, насиченої глиною, піском, валунами.

Середовище (в екології) – природні об'єкти та явища, з якими організм знаходиться в прямих або опосередкованих взаємовідносинах.

Симбіоз – співіснування організмів різних видів, яке приносить їм взаємну користь.

Синекологія – розділ екології, що вивчає групи організмів (біоценози, екосистеми).

Синергізм – посилення спільної дії двох або більшої кількості речовин, кожна з яких окремо діє менш інтенсивно.

Смог – ідучий туман у приземному шарі повітря великих міст, який складається з дуже дрібних крапель кислот й інших шкідливих для людини й технічних споруд речовин.

Сорбент – речовина, здатна активно поглинати газоподібні, рідкі чи тверді речовини.

Стабільність біосфери – здатність біосфери протистояти зовнішнім і внутрішнім збуренням, включаючи й антропогенні впливи.

Стік річковий – потік води по руслу річки.

Стрес – стан особливої хворобливої напруженості організму, викликаний надміру сильними захисними фізіологічними реакціями.

Субстрат – основа, до якої прикріплюються нерухомі організми (наприклад, дно моря).

Суспензія – суміш рідини з дрібними твердими частинками, завислими в ній.

Тектонічні процеси – процеси, зумовлені внутрішніми силами Землі та впливом космічних причин, які приводять до змін у земній корі, таких як землетруси, вулканізм, утворення складок тощо.

Тератогенний фактор – фактор, що викликає появу патологій у потомстві людей, тварин чи рослин.

Термодинаміки другий закон (або закон ентропії) – при перетворенні енергії з одного виду в інший певна частина її переходить у тепло та розсіюється в навколишньому середовищі. Енергія, як і матерія, може змінюватися лише в напрямку від стану меншої ймовірності до стану більшої ймовірності або від більшої впорядкованості до меншої впорядкованості.

Токсичність – отруйність.

Толерантність – здатність організмів витримувати відхилення параметрів середовища від оптимальних для них значень.

Трофічний – пов'язаний з харчуванням.

Урбанізація – процес зростання кількості та розмірів міст й їх ролі в житті людей.

Утилізація – повторне використання шляхом переробки відходів виробництва й речей, продуктів, що втратили свої корисні якості.

Фітомаса – маса рослинних організмів, віднесена до одиниці площі або об'єму.

Фітонциди – леткі хімічно активні речовини, що виділяються деякими рослинами (наприклад, часником, березою) й згубно діють на мікроорганізми, зокрема хвороботворні.

Фітопланктон – сукупність мікроскопічних рослинних організмів (здебільшого одноклітинних водоростей), складова частина планктону.

Фітоценоз – сукупність рослинних організмів, що населяють ділянку суші або водойму, складова частина біоценозу.

Фунгіцид – хімічний засіб для знищення шкідливих мікроскопічних грибків.

Футурологія – наука про майбутній розвиток людського суспільства.

Хвостосховище – ділянка, де складаються й зберігаються відходи прично-збагачувальних фабрик (“хвості”).

Хромосома – частина ядра клітини, що містить генетичний матеріал.

Шельф – прибережні мілководні (до 200 м глибиною) ділянки Світового океану.

Штам – культура мікроорганізмів одного виду, виділена або одержана в лабораторії шляхом селекції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. - М.: ЮНИТИ, 1998. - 455с.
2. Альпьев А.М. Развитие, преобразование и охраны природной среды.-Л.: Наука, 1983. - 240с.
3. Бегинский Г.А. Социэкология.- К.: Наукова думка, 1991. - 154с.
4. Блявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології. - К.: Либідь, 1997 - 160с.
5. Богдановский Г.А. Химическая экология: Учебн. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1994. - 237с.
6. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т. Охрана окружающей среды - Л.: Наука, 1991. - 423с.
7. Григорьев А.А. Экологические уроки прошлого и современности. - Л.: Наука, 1991. -249с.
8. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. - Кишинев: Штиинца, 1990. - 406с.
9. Екологічний стан Вінницької області в 1997 р. - Вінниця.: Континент, 1998. - 78с.
10. Злюбин Ю.А. Основы экологии. - К.: Либра, 1998. - 248с.
11. Комплексное использование промышленных отходов в Винниц. обл. /Под ред. Снисарь Н.Г. - Одесса: Маяк, 1991. - 155с.
12. Малі річки України /За ред. Яшика А.В. - К.: Наук. думка, 1991. - 294с.
13. Новиков Ю.В. Природа и человек. - М.: Наука, 1991. - 222с.
14. Новиков Ю.В. Экология окружающей среды и человека: Учебное пособие для вузов. - М.: Агентство ФАИР, 1998. - 320с.
15. Одум Ю. Экология. В 2-х томах - М.: Мир, 1986. - Т.1-2.
16. Основы загальної екології: Підручник /Під ред. Блявського Г.О., Гадун М.М., Фурдуй Р.С. - 2-е вид., зі змінами. - К.: Либідь, 1995. - 368с.
17. Охрана окружающей среды : Учеб. пособие для студентов вузов /Под ред. Белова С.В. - М.: Высш. шк., 1983. - 264с.
18. Подобедов Н.С. Природные ресурсы Земли и охрана окружающей среды - М.: Недра, 1985. - 235с.
19. Примак А.В. Экологическая ситуация на Украине и ее мониторинг: анализ и перспективы - К.: Знання, 1990. - 44с.
20. Розанов Б.Г. Основы учения об окружающей среде. - М.: Изд-во МГУ, 1985. - 369с.
21. Роль химии в охране окружающей среды. - К.: Наук. думка, 1983. - 303с.
22. Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера, экология, охрана природы - К.: Выща шк., 1990. - 523с.
23. Сычев А.Я. Каталитические реакции и охрана окружающей среды - Кишинев: Штиинца, 1983. - 255с.

24. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. - М.: Химия, 1991. - 105с.
25. Химия окружающей среды /Под ред. Дж. Бокриса. - М.: Химия, 1982 - 671с.
26. Чайка В.Е. Основы экології. - Вінниця: вид-во ВДСІ, 1997. - 105с.
27. Чернобаев И.П. Химия окружающей среды. Учеб. Пособие. - К.: Выща шк., 1990. - 191с.
28. Юдашин Л.С. Энергетика: проблемы и надежды. - М.: Недра, 1990. - 205с.
29. Ягодин Г.А., Раков Э.Г., Третьякова Л.Г. Химия и химическая технология в решении глобальных проблем. - М.: Химия, 1988. - 174с.

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний технічний університет

Навчальне видання
Марія Василівна Євсєєва

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчальний посібник
Вінниця ВДТУ 2000

Редактор В.О.Дружиніна

Формат 29,7 × 42 ¼
Гарнітура Times New Roman
Друк різнографічний
Зем. № 2000-81
Тираж 84 прим.

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі ВДТУ
м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВДТУ, ГНКС, 9-й поверх
Тел (0432) 44-01-59