

**Міністерство освіти і науки України  
Полтавський національний педагогічний університет  
імені В.Г.Короленка**

**Кафедра географії та краєзнавства**

## **ГЕОЕКОЛОГІЯ**

**навчальний посібник**

**Освітньо-кваліфікаційний рівень:** бакалавр  
**Галузь знань:** 0401 Природничі науки  
**Напрямок підготовки:** 6.040104 Географія  
**Курс навчання:** 4-й **Семестр:** 8-й

**Розробник:**  
*кандидат педагогічних наук,  
доцент*  
**Мащенко Ольга Миколаївна**

Полтава — 2015

**УДК 911::502(075)**

**М 38**

**ББК 28.081я 73**

**Мащенко О.М. Геоекологія. Ч.1. Природокористування та екологічні проблеми геосфер:** навч. посіб. для студ. спец. «Географія». – Полтава: ПНПУ імені В.Г.Короленка, 2015. - 54 с.

**Рецензенти:**

**Шуканова А.А.** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри географії та краєзнавства Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

**Смирнова В.Г.** – кандидат географічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання харчових виробництв і торгівлі Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

*Рекомендовано до друку Вченою радою Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г.Короленка  
Протокол № 10 від 26. 03. 2015 року*

©Мащенко, 2015 рік

© ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2015 рік

## ЗМІСТ

<b>РОЗДІЛ 1.ВЗАЄМОДІЯ СУСПІЛЬСТВА І ПРИРОДИ В ГЕОГРАФІЧНІЙ ОБОЛОНЦІ</b>	
1.1. Об'єкт геоекології .....	4
1.2.Поняття про географічне середовище .....	5
1.3.Природні умови та природні ресурси .....	6
1.4. Раціональне та нераціональне природокористування .....	7
1.5. Проблема антропогенного забруднення навколишнього середовища .....	9
1.6. Основні закони та правила екології та раціонального природокористування .....	11
<b>РОЗДІЛ 2. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ АТМОСФЕРИ ТА ГІДРОСФЕРИ .....</b>	<b>14</b>
2.1. Джерела забруднення та основні забруднювачі атмосферного повітря .....	14
2.2.Антропогенне посилення «парникового ефекту» та глобальне потепління .....	16
2.3. Проблема виснаження озонового шару атмосфери .....	19
2.4. «Кислотні дощі» та їх негативний вплив на природні компоненти .....	21
2.5. Проблема фотохімічного смогу .....	26
2.6. Заходи охорони атмосферного повітря .....	26
2.7.Забруднення вод суходолу та Світового океану .....	28
2.8. Порушення водного режиму поверхневих та підземних вод суходолу .....	29
<b>РОЗДІЛ 3. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЛІТОСФЕРИ ТА БІОСФЕРИ .....</b>	<b>30</b>
3.1. Негативний вплив на літосферу гірничо-видобувної промисловості .....	30
3.2. Негативний вплив на літосферу будівництва .....	33
3.3.Зміни гірських порід під впливом діяльності людини .....	33
3.4. Ендогенні антропогенно зумовлені геоморфологічні процеси .....	34
3.5. Екзогенні антропогенно зумовлені геоморфологічні процеси .....	37
3.6. Заходи з охорони надр і земної поверхні .....	41
3.7. Антропогенне забруднення ґрунтів .....	41
3.8.Негативні процеси в ґрунтах в наслідок антропогенного впливу .....	42
3.9. Охорона ґрунтового покриву від негативних антропогенних впливів .....	43
3.10. Екологічні проблеми біосфери .....	44
3.11. Заходи із збереженням біорізноманіття на Землі .....	45
<b>ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ. ....</b>	<b>47</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>68</b>

# РОЗДІЛ 1.ВЗАЄМОДІЯ СУСПІЛЬСТВА І ПРИРОДИ В ГЕОГРАФІЧНІЙ ОБОЛОНЦІ

## 1.1. Об'єкт геоєкології

У Росії та Україні геоєкологічні дослідження проводили М.В. Ломоносов, Д.І. Менделєєв, О.І. Воєйков, В.В. Докучаєв, В.І.Вернадський, О.Є. Ферсман та багато інших. З якою галуззю знання не була б пов'язана більша частина наукової творчості кожного з них, всім їм доводилось багато працювати на стикові наук. Так в різних галузях знання формувався новий науковий напрям — геоєкологія.

Витоки геоєкології були закладені у 1911 році Х.К.Коулсом. Він запропонував інтеграцію екології та фізичної географії її одну науку на основі інженерних знань. Термін «геоєкологія» ввів німецький географ Карл Тролль у 1972 р. Під цим поняттям вчений розумів одну з галузей природознавства, яка поєднує географічні та екологічні підходи в науці. Географи вивчають географічні системи (геосистеми, ландшафтні комплекси, географічну оболонку). У них всі природні компоненти рівнозначні. Екологи вивчають екосистеми (біогеоценози, біосферу), в яких головний компонент (господар) — живі організми (рис.1.1). Вчені-екологи досліджують взаємовідносини між живими організмами та вплив усіх компонентів природи на біоту. Геоєкологи поєднали ці два підходи, в центр вони можуть поставити будь-який компонент природи.



Рис. 1.1. Моделі геосистеми (а) і екосистеми (б):

1 - гірські породи, 2 атмосферне повітря, 3 — поверхневі та підземні води, 4 - ґрунти, 5 - живі організми, 6 - взаємозв'язки.

Термін «геоєкологія» з 1980-х рр. з'явився у назвах деяких кафедр і, навіть, факультетів російських та українських ВНЗ, на обкладинках книжок, журналів, а також у назвах лекційних курсів. У деяких ВНЗ України готують фахівців-геоєкологів. Однак зміст слова «геоєкологія» все ще трактується по-різному.

В.С. Преображенський та Т.Д. Александрова (1988) вважають, що геоєкологія вивчає особливості взаємодії природи та суспільства, а також найважливіші для природоохоронної діяльності властивості натуральних та інтегрованих (суспільно-натуральних) геосистем. Згідно К.А. Позаченюк, геоєкологія — це новий науковий напрям, який засобами географії та екології вивчає механізми коадаптації природної та господарської складових цілісних

природно-господарських територіальних систем, а також вивчає гармонійну взаємодію цих систем з навколишнім середовищем.

І.В. Панченко (1986), А.М. Трофімов та інші (1996) вважають, що геоecологія вивчає негативний вплив антропогенного чинника. В.А. Колосов (1991) представляє її як науку, що вивчає райони інтенсивного забруднення та еколіха. В.Г. Морачевський зі співавторами у 1994 р. в книзі «Основы геоecологгии» вказує на вивчення геоecологією незворотніх процесів і явищ, що виникають в природному середовищі та біосфері в результаті інтенсивного антропогенного впливу. Автори відзначають, що геоecологія вивчає також близькі та віддалені в часі наслідки антропогенних впливів [66, с.6]. В.Ю. Некос (1996) геоecологію називав екологією Землі. О.Г. Топчієв (1996) у книзі «Геоecологгия: географические основные природопользования» показує кращу або гіршу захищеність географічної оболонки в залежності від територіального поєднання природи - населення - господарства та говорить про «екологічну» організацію географічної оболонки [87]. Ю.П. Селіверстов представляє геоecологію як науку про компроміси людського суспільства з навколишнім природним середовищем.

О.М. Адаменко зі співавторами вважають, що геоecологія вивчає взаємодію техніки з гірськими породами, проблеми, які при цьому виникають, та шляхи їх запобігання. М.М. Мусієнко, В.В. Серебряков, О.В. Брайон вважають геоecологію (називають її ще географічною екологією) розділом екології, що ґрунтується на застосуванні екологічних законів до географічних процесів.

У більшості випадків учені представляють геоecологію як галузь географічних наук або як міждисциплінарну (між географією та екологією) науку. В.Т. Гриневецький у межах геоecології виділяє такі три напрями: геологічну, природничо-географічну екологію та соціоecологію. У природничо-географічній екології він виділив такі галузеві дисципліни: палеогеографічну, геоморфологічну, кліматологічну, гідрологічну, ґрунтознавчу та біогеографічну екологію. Такий підхід найбільше за інші відповідає нашим поглядам на зміст і структуру геоecології.

**Геоecологія - це міждисциплінарний науковий напрям, що вивчає екосферу як взаємопов'язану систему геосфер (атмосфери, гідросфери, біосфери та літосфери) у процесі її інтеграції з суспільством.** Отже, об'єкт геоecології - *екосфера*. Геоecологія базується на глобальному, загальносвітовому підході, проте не менше значення мають проблеми регіонального та локального характеру.

Екосфера відрізняється від поняття «географічна оболонка», в якому на перше місце ставиться взаємозв'язок і взаємозалежність різних природних сфер (геосфер). Іноді екосферу Землі представляють у вигляді таких трьох основних складових: географічної оболонки, техносфери та соціосфери. Вони відповідають природній, техногенній та суспільній частині єдиної системи Земля.

## **1.2. Поняття про географічне середовище**

Усі живі організми існують у певному середовищі, з яким вони постійно обмінюються речовиною, енергією та інформацією. Людина, на відміну від інших живих організмів, пов'язана з власним середовищем не лише біологічним обміном речовин, а й трудовою діяльністю. У процесі останньої за допомогою знарядь праці людина створює штучні об'єкти, здійснює виробничі процеси, значною мірою відмінні від природних. Тому середовище існування людини у зв'язку з її подвійною (біологічною та соціальною) сутністю включає природну та штучну складову.

Середовище існування людства субстратно визначається на основі географічної оболонки – глобальної геосистеми, у якій взаємодіють та взаємопроникають літосфера, атмосфера, гідросфера та біосфера. Частину природного оточення людського суспільства, з якою воно знаходиться у безпосередній взаємодії, називають **географічним середовищем**. Елементи останнього функціонують і розвиваються відповідно до природних законів. Межі географічного середовища розширюються по мірі розвитку людського суспільства (засобів праці, технологій тощо). Зараз указані межі в основному співпадають з межами географічної оболонки. За умови проникнення людини в надра Землі та інтенсивного освоєння та використання навколишнього середовища вийде за межі географічної оболонки.

Людство створило штучне середовище, що складається із інфраструктур: господарсько-побутової, промислової, транспортної тощо.

Природне середовище людства складається і якісного різних елементів, що мають відмінні властивості та характерні процеси, тощо. Згадаємо вертикальну будову географічної оболонки, що полягає у послідовній зміні геосфер знизу вгору: літосфера, гідросфера, атмосфера, а також біосфера, представлена живими організмами у ґрунтовому, наземно-повітряному, водному та організмовому середовищах. Геосфери і природні компоненти, з яких вони складаються, взаємодіють, утворюючи природні комплекси. Поєднання природних комплексів різних розмірів складає горизонтальну будову географічної оболонки. Природні комплекси також взаємодіють між собою і впливають один на одного.

У природному середовищі діють закони природи. Усі об'єкти, процеси і явища у географічній оболонці підлягають дії загальних географічних закономірностей: цілісності, дискретності, зональності, а зональності, ритмічності, кругообігів речовини та перетворення енергії, полярної асиметрії, безперервності та нерівномірності розвитку.

Для того, щоб економічно ефективно використовувати природні умови та ресурси, людство має враховувати у своїй діяльності указані особливості власного природного середовища: 1) складну ієрархічну будову; 2) якісну різноманітність; 3) взаємозв'язки та взаємодію між елементами; 4) функціонування згідно природних законів та закономірностей.

### **1.3. Природні умови та природні ресурси**

Із природного географічного середовища людство бере усе необхідне для життя та господарської діяльності. Це природні умови, які можуть бути сприятливими або несприятливими. Зокрема, для кожної геосфери і для різних

районів Землі характерні несприятливі стихійні природні явища. Наприклад: землетруси, виверження вулканів, урагани, смерчі, посухи, катастрофічні паводки, шторми, епізоотії. Існування усього людства і кожної людини зокрема неможливе без природних ресурсів. **Природні ресурси** – це компоненти природи, які на даному рівні розвитку виробничих сил використовуються в якості засобів виробництва і предметів споживання. За генезисом виділяють мінеральні, водні, земельні, біологічні, кліматичні тощо.

**Природні умови** – це сукупність природних об'єктів та явищ (в тому числі й перетворених людиною), необхідних для людини, для її діяльності, отримання кінцевого продукту споживання. Природні умови на відміну від природних ресурсів безпосередньо не входять до складу продукції, створеної людиною.

Існує низка класифікацій природних ресурсів. **За походженням** ресурси поділяються на групи: 1) земельні, 2) агрокліматичні, 3) мінеральні, 4) біологічні, 5) водні, 6) енергетичні.

**Земельні ресурси** – один із найбільш універсальних видів природних ресурсів, необхідних для усіх галузей народного господарства. Земельні ресурси являють собою території з певними ґрунтами, характером рельєфу, сукупністю несприятливих умов природних процесів в ґрунтах та літосфері, умовами зволоження. Земельні ресурси є просторовим базисом розміщення створених людиною об'єктів, головним засобом виробництва у сільському та лісовому господарстві, де використовується родючість ґрунтів. Особливості земельних ресурсів полягають у тому, що вони мають використовуватися лише там, де знаходяться.

**Агрокліматичні ресурси** – це термічний режим повітря і ґрунту у поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті. **Мінеральні ресурси** – включають усі види корисних копалин. Вони є сировинною базою народного господарства. **Біологічні ресурси** – сукупність живих організмів (рослин, тварин, грибів тощо). **Водні ресурси** – складаються із вод Світового океану, поверхневих вод суходолу. **Енергетичні ресурси** – сонячна радіація, вітрова енергія рухів води в Світовому океані (хвиль, течій), припливів і відпливів, енергія спонтанного атомного розпаду й спонтанних хімічних реакцій, біоенергія (ліс, органічні відходи). Гній використовують для одержання біогазу (метану).

#### **Класифікація за умовами відновлюваності:**

1) невичерпні (сонячна енергія, енергія вітру, рухомої води, вода – геотермальна енергія);

2) вичерпні, які поділяють на: а) поновлювані (чисте повітря, прісна вода, родючі ґрунти, тварини й рослини); б) непоновлювані (корисні копалини).

Природні ресурси вичерпуються, пошкоджуються (наприклад, забруднюються води поверхневі та підземні, органічні; ґрунти хворіють рослини і тварини). Одне із основних завдань екологічне обґрунтування раціонального використання природних ресурсів та мінімізації негативних екологічних наслідків природокористування.

### **1.4. Раціональне та нераціональне природокористування**

Уплив людини на природу буває як свідомим і цілеспрямованим, так і стихійним, випадковим, непередбаченим. Звідси слід розрізняти природокористування раціональне і нераціональне. Раціональне природокористування означає збереження відтворення природних ресурсів у процесі їх інтенсивного господарського використання. Досягнення високих показників розвитку економіки, значних обсягів виробництва має поєднуватися із заходами не стільки подолання, скільки попередження негативних наслідків антропогенного впливу на природу.

Раціональне природокористування передбачає такі умови:

- 1) комплексне використання усіх видів природних ресурсів із забезпеченням відтворення відновлюваних ресурсів і чітко розрахованим економним споживанням відновлюваних ресурсів;
- 2) обмеження рівня викидів і стоків можливостям самоочищення природних компонентів і геосистем;
- 3) створення сприятливих умов життя населення у всіх населених пунктах шляхом природовідповідного містобудування і районної планівки;
- 4) збереження усього генофонду живої природи як бази для виведення нових культурних рослин і тварин та проведенню наукових досліджень з підвищення біопродуктивності екосистем;
- 5) цілеспрямоване перетворення природи для ефективного і комплексного використання природних ресурсів, поліпшення умов життя і господарської діяльності людини, запобігання несприятливим стихійним явищам;
- 6) максимальне зменшення побічних впливів використання та перетворення природи.

Раціональне природокористування має враховувати географічний чинник. Один і той же антропогенний вплив має різні екологічні наслідки у різних природних зонах, фізико-географічних країнах, провінціях та інших фізико-географічних регіонах.

Особливої обережності потребує господарська діяльність у регіонах із високим рівнем нестійкості до антропогенних впливів. У тундрі з її пригніченим і повільно відновлюваним біогеоценозом слід всюдихода кілька років залишається оголеним, позбавленим мохів і лишайників. Піщані напівпустелі, що використовуються як пасовища, швидко реагують на перевипас утворенням рухливих барханів.

Алгоритм раціонального природокористування представляють у формі такої послідовності дій: потреби суспільства → створення засобів для їх задоволення (у тому числі шляхом використання природних ресурсів) → зміни природи (очікувані і неочікувані) → наслідком цих змін (позитивні та негативні) → проведення заходів (з використанням накопиченого досвіду) для підвищення економічного та екологічного ефекту і зменшення негативних наслідків → корекція управління організації діяльності.

Раціональне природокористування забезпечує найдоцільніше використання невідновлювальних природних ресурсів, ресурсівідтворення відновлювальних ресурсів (родючості землі, самоочищення вод, відтворення



біогеоценозі) та максимальне зниження побічних впливів, шкідливих для інших ресурсів або для екологічних умов життя людей. Нераціональне природокористування виникає в тому разі, якщо не виконується хоча б одна з цих вимог. Наближення природокористування до вимог називають його раціоналізацією.

Раціональне природокористування виходить з вибору оптимальних варіантів досягнення екологічних, економічних і соціальних цілей за рахунок використання природного середовища та ресурсів на основі компромісу інтересів.

Нераціональне природокористування характеризується «споживацьким» відношенням до природи, прагненням вилучити із неї якомога більше матеріальних благ, не турбуючись про її збереження та поліпшення. Перетворення природи приводить до певних корисних для людини змін якостей природних комплексів. Проте часто при цьому відбуваються негативні вторинні зміни. Іноді небажані зміни якостей ландшафтів мають необоротний характер. Ці неочікувані наслідки часто перевершують і навіть знищують значення позитивних цілеспрямованих перетворень природи.

Негативні наслідки цілеспрямованих перетворень природи обумовлені межею тотальних зв'язків «усього з усім» у природних комплексах і між ними у географічній оболонці. Згідно закономірності цілісності спеціально здійснюваний «первинний» антропогенний вплив на один природний компонент викликає відстрочені у часі «вторинні» зміни у всіх інших компонентах даного ландшафту.

Проте ця закономірність не завжди враховується у природокористуванні. Нерідко воно проводиться з вузько галузевих позицій або приватно-власницьких інтересів, що призводить до низки вельми істотних негативних наслідків для великого регіону. Наприклад, спорудження ГЕС із переважним урахуванням інтересів енергетики може підірвати основи відтворення рибного стада (греблі перекривають шлях на нерест), скорочуються площі кормових угідь (затоплюються заплави луку), скорочуються ріллі (за рахунок абразії і відступання берегів), погіршуються умови землеробства (за рахунок підтоплення навколишніх земель), посилюються процеси забруднення води (за рахунок застоювання і «цвітіння» води), що погіршує умови водопостачання населених пунктів, а також умови відпочинку населення. Тривала історія взаємодії людства і природи показує, що екологічні проблеми людства в усі часи пов'язані із незнанням про середовище існування або із нехтуванням законами природи у житті та діяльності.

**1. 5. Проблема антропогенного забруднення навколишнього середовища**  
**Забруднення** – несприятливі зміни фізико-хімічних властивостей середовища, зміни в розподілі енергії, зміни рівнів радіації тощо внаслідок антропогенної діяльності.

Забруднення може впливати на людину безпосередньо або через воду, повітря, продукти харчування. Значна частина забруднень поглинається живими організмами і включається живими організмами і включається у кругообіги речовин. Акумуляція (біонакопичення) зростає на кожному наступному

трофічному рівні. У всіх випадках хижаки і людина, які знаходяться на вершині трофічної (екологічної) піраміди, виявляються найбільш забрудненими токсичними речовинами.

З цього виходить, що, забруднюючи навколишнє середовище, людина, яка займає місце суперхижака по відношенню до інших живих організмів, стикається з ефектом бумеранга. Головний винуватець забруднення стає і головним відповідачем. Такий суворий закон природи.

За походженням забруднення поділяються на:

1) механічні, 2) фізичні, 3) хімічні, 4) біологічні.

**Механічне забруднення** – це різні тверді часточки та предмети (викинуті як непридатні чи спрацьовані) на поверхні землі, в ґрунті, воді, повітрі, Космосі. Цим пил, дим, уламки приладів, механізмів, машин.

**Фізичне забруднення** – це теплове забруднення (антропогенно зумовлене підвищення температури повітря, води), шум і вібрація, електромагнітне забруднення (поблизу ліній електропередач, теле – і радіовишок), «електронний смог» - висока концентрація мікрохвиль від радіостанцій.

**Хімічне забруднення** – це збільшення хімічних компонентів у природних комплексах, а також надходження хімічних сполук, їм не властивих, або в концентраціях, що перевищують норму. Воно є найбільш небезпечним для природних комплексів і людей.

Із 8,6 млн. відомих хімічних сполук людство реально використовує 100 тисяч. Особливу небезпеку являють 200 груп речовин: бензол, асбест, бензапірен, пестициди (в т.ч. ДДТ), важкі метали, різноманітні барвники, харчові добавки. Низка цих речовин надзвичайно рухлива і проникає майже всюди. Надзвичайно небезпечними токсикантами, що не мають природних аналогів, є діоксини. Чадний газ (СО), потрапляючи в кров, позбавляє еритроцити здатності транспортувати кисень, настає кисневе голодування, задуха, запаморочення і навіть смерть.

До важких металів належить свинець (Pb). Його наявність у крові призводить до зниження інтелектуального розвитку, розвитку агресивності, неухважності, глухоти, безпліддя, затримки росту, порушень вестибулярного апарату. У Римській імперії більше 2 тисяч років тому заможні люди, що користувалися свинцевим посудом, часто хворіли і помирали від свинцевого отруєння зовсім молодими.

**Біологічне отруєння** – привнесення у природне середовище нових, не властивих йому раніше біонтів (живих організмів), надмірне збільшення чисельності організмів понад норму у даному природному комплексі.

Основними чинниками, що спричиняють **біологічне забруднення**, є:

1) *інтродукція* – (перенесення живих організмів) цілеспрямована. Наприклад, у Нову Зеландію було перевезено 200 видів ссавців і птахів, більше 600 видів рослин. Частим є випадкове перенесення живих організмів. Так із Америки у Євразію потрапив колорадський жук. При цьому переміщені рослини і тварини або займають вільні екологічніші, або витісняють місцеві (аборигени) види. Наприклад у Чорному морі молюск рапана витіснив устриць, а гребневик поїдає зоопланктон і тим підриває кормову базу риб;

2) *антропогенна зміна середовища* існування, яке сприяє непомірному розмноженню окремих видів організмів або набуттю ним нових властивостей. Це стосується синантропних тварин – тарганів, кліщів, пацюків тощо;

3) *відходи виробництва* (підприємств біосинтезу, тваринних комплексів) і життєдіяльності людини (звалища побутових відходів тощо).

В іншій класифікації усі забруднення поділяються на дві великі групи матеріальні й енергетичні.

До матеріальних належать: а) атмосферні забруднення; б) стічні води; в) тверді відходи. До енергетичних відносять: теплові викиди, шуми, вібрація, ультразвук і інфразвук, світлове, лазерне, іонізацію, електромагнітне випромінювання.

Забруднювачі поділяються на стійкі, нестійкі. *Стойкі забруднювачі* не знищуються природними процесами. Це пластмаси поліетилену, деякі метали, радіоактивні речовини з великими періодами напіврозкладу. *Нестійкі забруднювачі* негативно діють короткий час і розкладаються чи розчиняються завдяки природним фізико-хімічним або його хімічним процесам.

### **1.6. Основні закони й правила екології та природокористування**

Далі дається характеристика екологічних принципів (правил), які використовуються для обґрунтування раціонального використання природних ресурсів:

**Закони Комонера:** 1) усе пов'язано з усім; 2) усе повинно кудись діватись; 3) природа знає краще; 4) ніщо не дається дарма або за все доводиться платити.

**Закон внутрішньої динамічної рівноваги.** Зміни в одному із компонентів природного середовища обов'язково викликають зміни у всіх інших компонентах. Так зберігається рівновага у природному середовищі за відповідність між природними компонентами.

Будь-яка зміна середовища призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій. Останні або нейтралізують зроблені зміни, або призводять до формування інших природних комплексів. Наприклад, вирубка лісу в басейні річки, яка впадає в озеро, призводить до усихання малих річок, зниження ґрунтових вод, зменшення зволоженості ґрунту, зниження рівня води в річці та озері. Це веде до загибелі риби, розвитку синьо-зелених водоростей, евтрофікації водних об'єктів, погіршення якості води, її дефіциту для водопостачання.

Першою приходиться думка, що усе дуже просто вирішити: треба побудувати дамбу для накопичення води в річці та обводнювально-зрошувальній (іригаційній мережі). Проте це не вирішує проблем. Навпаки, витрата води на випаровування в іригаційних системах і з поверхні озера посилює дефіцит води, затримує твердий стік, чим спричиняє заболочування місцевості. Внаслідок іригації відбувається засолення ґрунтів.

Якщо антропогенне навантаження перевищує можливості природних комплексів до саморегуляції, вони можуть зруйнуватися.

У природокористуванні слід враховувати, що слабка зміна в одному з елементів природного середовища може викликати сильні зміни у інших його

елементах. Наприклад, незначні підвищення концентрації домішок SO<sub>2</sub> і NO<sub>2</sub> призводять до утворення кислотних опадів. Це сильно впливає на водойми, ґрунти і живі організми. Збільшення концентрації SO<sub>2</sub> на тисячні частки процента призводить до суттєвого посилення парникового ефекту (температури повітря підвищуються на один або кілька градусів).

**Правило «тришкина каптана».** Еколого-економічний потенціал екосистем величина відносно стабільна. Його зростання обмежене тепловою (енергетичною) стійкістю природних систем (відхилення у межах 1%). Образно кажуть: в одному місці прибуде, а в іншому убуде.

**Закон обмеженості природних ресурсів.** Навіть «невичерпні» ресурси (сонячна енергія тощо) обмежені так званими лімітами вимог. Надходження сонячної радіації в атмосферу не може збільшуватися більше, ніж на тисячні частки, інакше Земля стане непридатною для існування людини із-за сильних змін.

**Закон відповідності між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом.** Якщо природні ресурси надмірно експлуатуються, виникають екологічні кризи. Перша екологічна криза була криза перепромисла великих тварин, друга – перепромисел рослинних ресурсів. Сучасна екологічна криза є перш за все кризою редуцентів. Вони не спроможні розкласти увесь спектр забруднювачів, особливо тих, що не мають природних аналогів, і, відповідно, відсутні мікроорганізми для їх утилізації і перетворення в прості мінеральні сполуки.

**Правило інтегрального ресурсу.** Внаслідок дії екологічного закону внутрішньої динамічної рівноваги у разі надмірної експлуатації спільного ресурсу різними галузями господарства ця рівновага порушується. Настають негативні, часто необоротні зміни в окремих природних компонентах і в природних комплексах у цілому. Тому конкуруючі в сфері використання конкретних природних ресурсів галузі господарства неминуче завдають збитку один одному. Слід узгоджувати експлуатацію одного і того ж ресурсу різними галузями, щоб мінімізувати пошкодження природного середовища та економічні збитки.

**Закон падіння природно-ресурсного потенціалу.** У межах однієї суспільно-економічної формації чи способу виробництва й одного типу технологій природні ресурси певного виду вичерпуються, стають менш доступними. Вони вимагають усе більших витрат праці й енергії на їх видобування, транспортування й відтворення. У момент наближення природно-ресурсного потенціалу до економічно неприйнятної рівня спонукається зміна технологій суспільного світогляду, формується нова соціально-економічна формація.

**Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища.**

Будь-яка природна система може існувати лише за умови надходження речовини та енергії із навколишнього середовища: абсолютно ізольований розвиток неможливий. Із цього закону випливає кілька наслідків:

1) абсолютно безвідходне виробництво неможливе; 2) природні системи Землі існують за рахунок ресурсів планети, але й під впливом космічних систем.

**Закон зниження ефективності природокористування.** Він діє у зв'язку із законом падіння природно-ресурсного потенціалу. У процесі розвитку людства при отриманні з природних комплексів корисної продукції на її одиницю затрачується усе більше енергії. Зростають і енергетичні витрати. Останні у кам'яному віці були 4000 ккал на добу, в аграрному суспільстві – 12 000 ккал на добу, в індустріальну епоху – 70 000 ккал на добу, в сучасних розвинених країнах – 25 000 ккал на добу.

Загальна енергетична ефективність сільськогосподарського виробництва в розвинених країнах приблизно в 30 разів нижча, ніж при примітивному землеробстві. Наприклад, у США 1 склянку молока отримують за рахунок 0,5 склянки дизельного палива (вкладають 10 ккал, а одержують 1 ккал корисної продукції). Практичний висновок із указаного закону зростання енергетичних затрат не може продовжуватися нескінченно. Щоб запобігти можливій термодинамічній кризі, необхідні нові технології й оптимальні методи природокористування.

**Закон оптимальності й правило міри перетворення природних систем.** З найбільшою ефективністю будь-яка природна система функціонує у певних характерних для неї просторово-часових межах. Розмір системи має відповідати функціям, що виконуються нею («характерний» розмір систем). Наприклад, щоб літати, птах не може бути дуже великим, самиця ссавця не може бути ні мікроскопічною, ні гігантською. Імперії із «синдромом динозавра» приречені на розпад. Людина може брати з природних ландшафтів зразки вельми економного і продуктивного використання умов і ресурсів.

Наприклад, учені звернули увагу, що в кожній куртині дикорослих рослин окремі їх екземпляри мають різний розвиток. Одні квітують, інші вже зав'язали насіння, а у третіх ще й бутони не з'явилися. Це не випадково, оскільки така неодноразність розвитку, очевидно, створена природним добром як пристосування, що покращує використання ним місцевих життєвих ресурсів. Адже потреби рослин різного віку у поживних речовинах із ґрунту неоднакові.

Вирішили подібну технологію використати у сільському господарстві: посадки картоплі зробили через ряд: один рядок раннього сорту, другий – пізнього. Коли рання картопля досягає, її збирають, а землею обгортають рядки пізньої картоплі. Коли врожай повністю збирають, то в змішаних посадках він виявляється на 40-50% вищим, ніж в односторонніх.

При спробах докорінних перетворень природних комплексів за допомогою технічних пристроїв зазвичай не дотримується закон оптимальності та правило міри перетворення природних комплексів. При цьому провокуються неминучі ланцюгові реакції, що призводять до екологічних криз.

**Принцип природності (або правило «старого автомобіля»).** Застарілий технічний пристрій стає неефективним і непотрібним. Він «повисає» на суспільстві, й на його реконструкцію або утилізацію потрібні іноді більше коштів, ніж її первинне виробництво. При використанні природних комплексів таких проблем не виникає.

**Правило «м'якого» управління природою.** Таке управління побудовано на спонуканні корисних природних ланцюгових реакцій, в тому числі процесів

відновлення ресурсів. Прикладами є біологізовані методи сільського господарства, вибіркова вирубка лісу, насадження полезахисних лісосмуг тощо. Це економічно ефективніше й екологічно доцільніше ніж грубе технологічне втручання.

**Закон спільної дії природних чинників.** Наприклад, величина урожаю залежить не від окремого, навіть лімітуючого чинника, а від усієї сукупності екологічних чинників одночасно. Для комфортного біологічного існування людини потрібен комплекс чинників.

**Закон максимуму.** У даному природному комплексі може утворитися біомаса, здійснитися приріст ґрунтового родючого шару не більший за властивий даній геосистемі при ідеальному поєднанні її природних компонентів. Подальше стимулювання з метою одержання більшої користі та зиску веде лише до руйнування природного комплексу. Перенапруження веде лише до його руйнування. Наприклад, зайве внесення добрив веде не до збільшення, а до зменшення урожайності. При цьому забруднюються ґрунти, поверхневі та підземні води, атмосфера.

**Правило територіальної екологічної рівноваги.** Лише природні системи забруднюючи стабільність, стійкість середовища існування людства. Максимальний еколого-економічний ефект може бути отриманий при певному поєднанні перетворених людиною та природних комплексів. Досліджено, що екологічна рівновага забезпечується при співвідношенні 40% площ перетворених і 60% площ природних.

**Закон зниження природоємності (матеріаломісткості) готової продукції.** Питомий вміст природної речовини в усередненій одиниці суспільного продукту неухильно знижується. Діє в землеробстві, оскільки відбувається заміна природної родючості штучною, відкритого ґрунту – закритим. Вироби стають мініатюрнішими, відбувається заміна ресурсоємних технологій ресурсозберігаючими.

**Закон збільшення темпів обороту використання природних ресурсів.** В історичному процесі розвитку світового господарства швидкість оборотності залучених природних ресурсів (вторинних, третинних) неперервно зростає на фоні відносного зменшення об'ємів їх використання.

## **РОЗДІЛ 2. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ АТМОСФЕРИ ТА ГІДРОСФЕРИ**

### **2.1. Джерела забруднення та основні забруднювачі атмосферного повітря**

**Штучне (антропогенне) забруднення.** Таке забруднення зумовлене діяльністю людини, внаслідок чого відбуваються суттєві зміни в природному складі атмосфери. Основним його джерелом є промислові, транспортні та побутові викиди. За особливостями будови і впливу на атмосферу та біосферу розрізняють такі види забруднювачів:

- а) *механічні забруднювачі*— викиди цементних заводів, дим і сажа від згоряння вугілля в котельнях, печах; гума, яка стирається з автопокришок, тощо;
- б) *хімічні забруднювачі* — пилуваті (газоподібні) речовини, здатні взаємодіяти в хімічних реакціях.

*Найпоширенішими типами штучних забруднювачів атмосферного повітря є продукти спалювання сірковмісного палива (вугілля, нафтопродуктів, газу), вихлопні гази автотранспорту, радіоактивне забруднення, пестициди та інсектициди. Особливо небезпечні викиди, які утворюються при роботі різних видів транспорту, зокрема автомобілів, вихлопні гази яких містять шкідливі домішки. Від кожної тисячі автомобілів за день надходить у повітря більше 3000 кг оксиду вуглецю, інших продуктів неповного згоряння палива, які негативно впливають на здоров'я людей і тварин, зокрема токсичний чадний газ (оксид вуглецю двовалентного). В Україні щороку автотранспорт викидає в атмосферне повітря 2000 тис. т забруднюючих речовин, що становить 31 % від загального обсягу викидів, у т. ч. понад 63 % свинцю, 54 — оксиду вуглецю, 36 — вуглеводнів та 25 % — оксидів азоту.*

Задимленість атмосфери вокзалів та прилеглих територій спричиняють паровози та тепловози. Переведення тяги на електричну помітно знизило отруєння повітря шкідливими газами. Локальне забруднення повітря зумовлюють також морські та річкові судна, які працюють на вугіллі та інших видах важкого палива. Забруднені шкідливими газами території аеродромів. Сучасні літаки, які літають на значній висоті, можуть зруйнувати озоновий шар, в результаті чого відкриється доступ пагубним ультрафіолетовим променям Сонця, що може призвести до небажаних наслідків.

Спалювання вугілля, газу, нафти з різних причин рідко буває повним. Тому промисловість викидає в атмосферу значну кількість твердих часток (сажа, зола, пил) та шкідливих газів (оксиди вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту). Такі частки палива, а також різні розпилені продукти (цемент, фосфорити) утворюють промисловий пил. Він складається з дрібних часточок і довго тримається в повітрі у зваженому стані. Забруднення повітряного басейну сірчанам газом і пилом спричиняють теплові електростанції, які працюють на вугіллі. Перехід ТЕС на газ помітно зменшує шкідливі викиди.

Підприємства хімічної, енергетичної, металургійної, нафтопереробної, цементної промисловості теж викидають у повітря велику кількість газоподібних речовин, попелу та пилу. Шкідливі гази і промисловий пил накопичуються здебільшого над містами (в 1 см<sup>3</sup> міського повітря кількість пилюнок сягає 100 тис. штук). В Україні в середньому викидається зі стаціонарних джерел 4156,3 тис. т забруднюючих речовин. В останні десятиліття у зв'язку зі спадом промислового виробництва обсяги промислових викидів суттєво знизилися.

Великої шкоди завдає радіоактивне забруднення атмосфери. Радіоактивні речовини потрапляють в атмосферу в результаті природної і штучної радіоактивності, пов'язаної з роботою атомних установок, використанням радіонуклідів у народному господарстві, внаслідок аварійних ситуацій на підприємствах ядерного циклу, атомних вибухів. Природна радіоактивність притаманна атмосфері, вона присутня постійно і не залежить від діяльності людини. Живі організми пристосувалися до неї, і вона не викликає шкідливих наслідків, на відміну від штучної. Особливо загрозливим є надходження радіоактивних речовин в атмосферу внаслідок аварій атомних установок,

оскільки радіоактивне опромінення скорочує життя людини, спричиняє пухлини кісток, лейкемію, розлад нервової системи, порушення генетичної основи організму. Проблемою є утилізація радіоактивних відходів. На сьогодні найоптимальнішим вважається захоронення радіоактивних відходів у покинутих соляних шахтах або у спеціальних сховищах у товщі соляного шару, куди не проникає вода, але це не може гарантувати повної безпеки.

Забруднення повітря часто є локальним, однак воно перебуває в постійному русі і за відповідних метеорологічних умов забруднювачі переносяться на значні відстані, навіть з одного континенту на інший. Загальна маса світових промислово-побутових викидів становить приблизно 600 гігатон (Гт) на рік. За останні 100 років в атмосферу надійшло 1,55 мегатонн (Мт) кремнію, 1,5 Мт миш'яку, більше ніж по 1 Мт нікелю та кобальту, по 0,6 Мт цинку і сурми.

## **2.2. Антропогенне посилення «парникового ефекту» атмосфери та зумовлене ним глобальне потепління**

Під «парниковим ефектом» прийнято називати поступове потепління клімату Землі внаслідок збільшення в атмосфері концентрації парникових газів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  тощо), які, пропускаючи сонячне випромінювання до земної поверхні, перешкоджають пропусканню довгохвильового випромінювання з поверхні Землі в космос.

За даними центру досліджень і прогнозу клімату в Великобританії, зміна середньорічної температури на Землі носить коливальний характер, навіть протягом відносно невеликого проміжку часу (XX століття). Перший максимум потепління клімату Землі у XX столітті спостерігався в кінці 30-х і початку 40-х років, коли середньорічна температура піднялась на  $0,6^\circ\text{C}$  в порівнянні з XIX століттям. Далі до середини 60-х років відзначалось деяке похолодання клімату на  $0,3^\circ\text{C}$ , а потім почалось поступове зростання середньорічної температури на Землі, яке продовжується і до сьогоднішнього часу. За даними Національного агентства США з аеронавтики і досліджень космічного простору (НАСА), за період XX століття середньорічна температура Землі зросла на  $0,8^\circ\text{C}$ , причому найбільш інтенсивний ріст температури спостерігається з початку 90-х років. В той же час, підвищення середньорічної температури має свої особливості:

- по-перше, відчутним потепління стало, переважно, в помірних широтах, де воно значно вище, ніж в екваторіальній зоні;
- по-друге, у північній півкулі підвищення середньорічної температури є більш відчутним, ніж в південній півкулі. Різниця складає  $\sim 0,3^\circ\text{C}$ ;
- по-третє, над континентами підвищення температури складає  $\sim 1,6^\circ\text{C}$ , а над Світовим океаном тільки  $0,6^\circ\text{C}$ .

Причин цього явища може бути декілька і, на жаль, вони пояснюються вкрай протилежними теоріями.

Низка вчених вбачають основну причину «парникового ефекту» в збільшенні концентрації в атмосфері діоксиду Карбону і це, перед усім, пов'язують з господарською діяльністю людини, зокрема, використанням органічних палив. Це стало причиною прийняття конвенції ООН з парникових газів (Протокол Кіото). Україною також підписаний цей протокол, що вступив



в дію з 2005 року. В той же час, діоксид Карбону відносять до змінних компонентів атмосфери. Хоча сьогодні його середній вміст в атмосфері складає ~ 0,033 Об.%, протягом року він змінюється: максимум припадає на весну, а мінімум — на осінь. За даними ряду вчених, протягом року вміст діоксиду Карбону в атмосфері коливався в межах 0,028-0,035 Об.%. Якщо ж розглянути зміну вмісту діоксиду Карбону протягом існування планети Земля, то максимальний його вміст складав ~ 0,4 Об.%, а середній вміст -0,13 Об.%, що в кілька разів вище сучасного.

Вчені провели прогнозування зміни середньорічної температури Землі, з врахуванням сучасної тенденції, і прийшли до висновку, що до 2025 року середньорічна температура атмосфери зросте на 1,5-2,0°C, в порівнянні з даними XIX століття, і це може мати як негативні, так і позитивні наслідки.

Серед глобальних негативних наслідків «парникового ефекту», в першу чергу, виділяють можливість підвищення рівня Світового океану в умовах потепління клімату нашої планети. Причинами цього явища є можливість танення материкових та морських льодовиків, а також теплове розширення океану. Моделювання наслідків підвищення рівня Світового океану показали, що при підвищенні середньорічної температури атмосфери на 1,5-2,0°C рівень Світового океану може піднятися на 1,0-2,0 м. Це загострить як соціальні, так і екологічні проблеми, які пов'язані з реальною можливістю підтоплення близько 30 країн світу (обмеження площі території країн, затоплення наземної рослинності та наслідки цього процесу тощо).

До негативних глобальних наслідків «парникового ефекту» відносять можливість зміщення кліматичних поясів, що теж являє певну небезпеку. По-перше, це може бути причиною поширення ряду інфекційних хвороб особливо тих, що поширюються комахами та гризунами. По-друге, зміна кліматичної зони є небажаною для рослин, адже певні види рослин пристосовані до певних умов довкілля. Скорочення ресурсів флори буде мати катастрофічні наслідки для біосфери.

Крім того, виділяють ряд регіональних проблем, які пов'язані з потеплінням клімату Землі. Це, по-перше, збільшення сезонного танення ґрунтів в зонах вічної мерзлоти, що може стати причиною активізації процесів термокарста, заболочування і погіршення стану лісів. Такі явища можуть стати причинами руйнування доріг, будівель тощо. По-друге, це проблема регулювання річкового стоку при таненні материкових льодовиків. Спочатку можуть виникнути проблема паводків, а потім проблема зменшення річкового стоку.

В той же час, виділяють і ряд позитивних наслідків «парникового ефекту». Це, по-перше, зростання вологості клімату, внаслідок збільшення випаровування з поверхні Світового океану в умовах потепління. По-друге, підвищення температури повітря і зростання в ньому концентрації діоксиду Карбону може збільшити продуктивність процесу фотосинтезу, тобто, сприяти зростанню біопродуктивності флори. Це, в свою чергу, підвищить ефективність ведення сільського господарства, адже очікується значне зростання врожайності у багатьох рослин (пшениця, картопля, соняшник, цукровий буряк

тощо) та позитивні морфологічні зміни у певних рослин (кукурудза, просо тощо). Підвищення врожайності сільськогосподарських культур дозволить вирішити харчову проблему, яка є вкрай гострою в умовах демографічного вибуху. І нарешті, пом'якшення зим буде сприяти зменшенню витрат палива на опалення будівель, що буде в цілому мати позитивний вплив на екологічну ситуацію регіонів.

В той же час, існують інші думки щодо причин потепління клімату Землі, а також щодо зв'язку «парникового ефекту» із зміною клімату Землі.

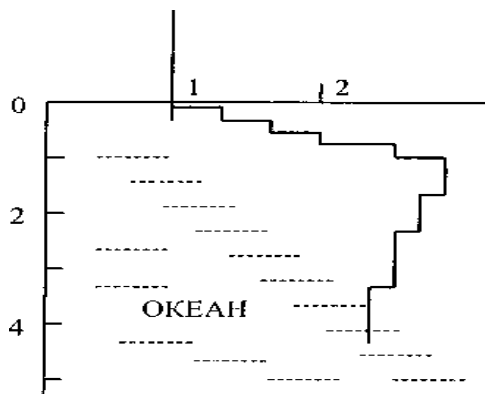
Термодинамічні розрахунки, які проведені українськими вченими академіком НАН України С.В.Волковим та професором Л.Х.Козиним показують, що роль діоксиду Карбону у потеплінні клімату дещо перебільшена. За рахунок розсіювання втрачається 57% сонячної енергії, а поверхні Землі досягає лише 43% енергії Сонця. Слід зазначити, що біля 7% енергії відбивається назад в космічний простір. Приймаючи до уваги, що середній вміст діоксиду Карбону в атмосфері складає 0,033 %, енергія, яка може бути затримана за рахунок поглинання цим газом інфрачервоного випромінювання Землі в 71 300 разів менша за величину енергії, що відбивається поверхнею Землі.

Отже, більш небезпечним є вплив на величину альбедо Землі через забруднення снігового або льодового шару земної поверхні, що зменшує її відбиваючі характеристики.

Без біоти Світового океану концентрація  $\text{CO}_2$  в атмосфері була б в три рази вищою, ніж сьогоднішня концентрація цього газу.

#### АТМОСФЕРА

$$I 3 \quad [\text{CO}_2] / [\text{CO}_2]_0$$



**Рис. 2.1.** Підтримка низької концентрації  $\text{CO}_2$  біотою океану:  
ламана лінія — усереднені концентрації розчиненого в океані неорганічного Карбону, в порівнянні з його концентрацією в атмосферному повітрі.

Особливо в останні 10-15 років підвищення температури набуло стрімких темпів ( $\Delta T \sim 0,6^\circ\text{C}$ ) і це пояснюється рядом природних причин. По-перше, тепла течія Ель-Ніньо, що знаходиться в східній частині Тихого океану, значно змінила свою активність, а ця течія, розмірами 7000 км довжини та 1200 км ширини, має значний вплив на клімат Землі. Період активності цієї течії змінився від 11 років до 4-5 років, а температура течії зросла  $\sim$  на  $9^\circ\text{C}$ . По-друге, в 2000 році американські вчені з ПАСА привели дані, що одержані за допомогою штучного супутника Сонця "Трейс". Згідно цих повідомлень, за

останні десять років виявлена надзвичайно висока активність Сонця, що супроводжується викидами грандіозних протуберанців плазми (у вигляді "корональних петель"), які віддаляються від Сонця на відстань до 300000 миль. Температура світила зросла з 10 млн.°С до 27 млн.°С, Від так і кількість енергії, яка надходить від Сонця до атмосфери Землі, зросла.

Чітко встановити причину підвищення температури атмосфери Землі практично неможливо. Більш імовірним буде комбінація перелічених причин.

Не слід забувати і про інші сценарії розвитку «парникового ефекту». Так, ряд вчених, які досліджували причини підвищення температури в Індійському океані, вважають, що можлива стратифікація води океану. Це призведе до перемішування вод Індійського океану та надходження до поверхні океану холодних глибинних вод, що може стати причиною нового «льодовикового» періоду. Цьому сприятиме і можливе зникнення теплих течій океанів.

Крім того, в атмосфері проходять процеси, які є протилежні «парниковому ефекту». Це, насамперед, запилення атмосфери та зниження її прозорості, що може стати причиною зменшення кількості енергії Сонця, яка надходить до поверхні Землі. Такі процеси можуть викликати похолодання, аж до «ядерної зими», а зменшення кількості енергії Сонця, що надходить до поверхні Землі, негативно позначиться на діяльності рослин, буде відмічатись зменшення інтенсивності фотосинтезу, аж до деградації флори.

Все сказане говорить про те, що проблема «парникового ефекту» є складною та дискусійною, і при її розгляді, слід враховувати всі можливі варіанти подальшого розвитку біосфери Землі.

### **2.3. Проблема виснаження озонового шару**

Проблема збереження озонового шару Землі є пріоритетною проблемою виживання біосфери в цілому, і людства зокрема. Озоновий шар, який знаходиться в стратосфері на висоті 25 — 40 км, відіграє надзвичайно важливу роль — захист поверхні Землі від жорсткого ультрафіолетового випромінювання (190-320 нм). Утворення озону в стратосфері пов'язано з фотохімічною дисоціацією молекул кисню з утворенням атомарного Оксигену під впливом сонячного випромінювання. Внаслідок цих фотохімічних реакцій на висоті 25-40 км утворюється озоновий шар з максимальною концентрацією озону  $10^{18}$ - $10^{19}$  молекул в м<sup>3</sup>.

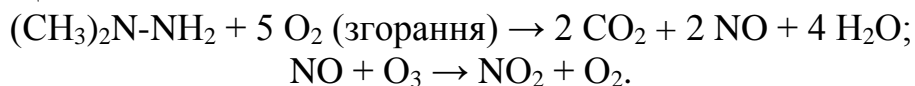
Проблема утворення "озонових отворів" відома здавна, але особливої уваги до неї привернула Віденська конвенція ООН (1985р.). Під "озоновим отвором" розуміють значний простір в стратосфері Землі із значно пониженим вмістом озону, в порівнянні із багаторічною нормою його вмісту. Це явище є частиною складної екологічної проблеми - виснаження озонового шару Землі.

Ця екологічна проблема являє пряму загрозу біосфері Землі, адже зростання потоку ультрафіолетового випромінювання, яке досягає земної поверхні, створює небезпеку всьому живому. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, зменшення вмісту озону в стратосфері на 1%, призводить до зростання захворюваності людей на рак шкіри на 6%, катаракти очей — на 4% і це супроводжується значним послабленням імунної системи людини. Це стосується всього тваринного світу.

Зростання інтенсивності ультрафіолетового випромінювання по-іншому впливає на представників рослинного світу. Проведені наукові дослідження доводять, що при зростанні інтенсивності ультрафіолетового випромінювання буде спостерігатись порушення обміну речовин в рослинах. Це може стати причиною загибелі фітопланктону Світового океану. Наслідки цих процесів можуть бути катастрофічними. По-перше, порушення обміну речовин в рослинах, викличе зменшення врожайності сільськогосподарських культур, що загострить харчову проблему сьогодення. Крім того, можливі небажані мутації у шкідників цих рослин. По-друге, загибель фітопланктону Світового океану призведе до порушення глобального балансу діоксиду Карбону та кисню.

Систематичне вивчення озонових отворів почалось з середини 70-х років ХХ століття в полярних районах. В жовтні 1985 року з'явилось повідомлення, що концентрація озону в стратосфері над Антарктикою зменшилась на 40% від її мінімального значення. На континент була направлена дослідницька експедиція. Результати дослідження та моделювання процесів в стратосфері, дозволили висунути ідею про те, що крім особливостей фізико-географічних факторів, причиною зниження вмісту озону в стратосфері є потрапляння туди значних кількостей хлорфторвуглеводнів (фреонів). Фреонова гіпотеза одержала визнання, що стало причиною підписання у 1987 році Монреальського протоколу. Фреони Ф-12 ( $CCl_2F$ ), Ф-115 ( $C_2ClF_5$ ), Ф-13В1 ( $CBrF_3$ ), які використовувались як ефективні холодоагенти, піноутворювачі та розчинники в аерозольних упаковках у відповідності із Монреальським протоколом були заборонені для використання. Вважається, що піднімаючись у стратосферу, фреони піддаються фотохімічній дисоціації з утворення оксидів Хлору або оксидів Броду, які інтенсивно взаємодіють з озоном і руйнують його.

В останні роки встановлено, що викиди космічних літаків можуть призводити до руйнування стратосферного озону і, на долю цих джерел припадає до 10% зруйнованого озону. Тверде паливо ("гептил" — несиметричний диметилгідрозин), яке використовується в космічних носіях, при згоранні утворює значні кількості оксидів Нітрогену(II), які можуть легко вступати в реакцію з озоном:



Так, запуск одного космічного літака типу "Шаттл", призводить до руйнування до 10 млн. тонн озону.

Для збереження озонового шару Землі запропоновані як пасивні методи тобто зменшення викидів фреонів, їх заміна, так і активні. До активних методів відносять хімічну та фізичну дію на стратосферу. Хімічна дія полягає у використанні етану і пропану в районах утворення «озонових отворів», які при взаємодії з оксидами хлору (активним хлором) будуть зв'язувати його в малоактивний хлористий Гідроген. Фізична дія полягає в ініціації процесів утворення озону в стратосфері шляхом дії на неї випромінювань високих енергій (лазерне, іонізуюче тощо). Така дія на стратосферу сприяє фотодисоціації молекул кисню, з утворенням атомарного Оксигену, який є

передумовою утворення озону. Ці заходи дають змогу зменшити руйнування озонового шару Землі, а іноді і сприяти зростанню концентрації стратосферного озону, що дозволить, в майбутньому, зберегти озоновий екран.

У зразках льоду, які датуються 900-річним віком знайдено фреоноподібні сполуки, отже ці компоненти можуть мати природне походження. Із загальних міркувань про перебіг процесів в біосфері, в природі не утворюється сполук що являють потенційну загрозу руйнування біосфери в цілому. Тому, роль фреонів як причини утворення озонових отворів» значно перебільшена.

Має місце вплив фізико-географічних особливостей полярних районів, які пов'язані з нахилом Землі ( $\sim 23^\circ$ ) по відношенню до Сонця. В певні періоди року над полюсами практично відсутнє сонячне випромінювання, яке сприяє фотохімічній дисоціації кисню та утворенню озону, а динамічність процесу утворення та руйнування озону зсуває рівновагу в бік його руйнування. Це припущення підтверджується тим, що одночасно не відбувається утворення "озонових отворів" в Арктиці та Антарктиці, а відбувається певне чергування цих процесів.

Окремі автори вважають, що причинами руйнування стратосферного озону є стратосферні перламутрові хмари, які є акумулятором Нітрогену і які утворюються при низьких температурах.

#### **2.4. Кислотні опади та їх негативний вплив на природні компоненти**

Кислотними дощами називають атмосферні опади, які мають  $pH \leq 5,6$ . Випадання кислотних дощів пов'язано, переважно, з антропогенним забрудненням атмосфери оксидами Сульфуру та Нітрогену. Це явище відносять до регіональних наслідків забруднення атмосферного повітря. Випадання кислотних дощів призводить до деградації флори і фауни, закислення природних водойм, руйнування споруд і матеріалів, що є прямими економічними збитки.

Проблему кислотних дощів найбільш часто відносять до наслідків антропогенного впливу на стан атмосфери, хоча є непоодинокі випадки, коли природні стихійні явища викликали масове випадання кислотних дощів, зокрема, виверження вулканів тощо.

Наукові дослідження щодо впливу кислотних дощів та причин їх утворення розпочались наприкінці 60-х років ХХ століття, причому основним ініціатором була Швеція. Швеція, яка крім прекрасних лісів і блакитних озер, практично, не має інших природних ресурсів, одним із пріоритетних напрямків свого економічного розвитку має туризм. В середині 60-х років в цій країні спостерігалось масова загибель лісів, закислення водойм і, як наслідок, різке скорочення кількості туристів. Власних потужних виробництв Швеція не має, тому було доведено, що основною причиною цих явищ є транскордонне забруднення атмосферного повітря діоксидом Сульфуру із території Бельгії та Німеччини. Саме шведи були ініціатором наукових досліджень по вивченню причин утворення кислотних дощів та наслідків цих процесів.

Про шкідливу дію кислотних дощів свідчать такі факти: в Канаді через систематичне випадання кислотних дощів стали "мертвими" понад 4000 озер, а 1200 — знаходяться на межі загибелі; у Швеції більше ніж у 1800 озерах

порушена біологічна рівновага внаслідок дії кислотних дощів; у Німеччині і деяких районах Швейцарії загинула 1/3 всіх шпилькових рослин, а у гірських районах Баварії пошкоджено до 50% лісових угідь. Спостереження показують, що під впливом кислотних дощів швидкість росту вічнозелених рослин сповільнюється на 20-30%.

Аналіз хімічного складу кислотних дощів показав, що основними їх компонентами є сульфатна і нітратна кислоти, органічні кислоти та деякі галогеноводневі кислоти.

*Основні попередники кислотних дощів та атмосферні процеси, які сприяють їх утворенню*

До основних попередників кислотних дощів відносять викиди в атмосферу діоксиду Сульфуру, оксидів Нітрогену та летких органічних сполук. Ці речовини викидаються із багатьох джерел, тому в кожній країні розподіл викидів цих забруднювальних атмосферу компонентів буде різним. Цей розподіл викидів зумовлений ступенем розвитку промисловості країн, в першу чергу металургії та теплоенергетики, Інфраструктури та комунального господарства. В деяких країнах основними джерелами викидів речовин, які є попередниками кислотних дощів, є автотранспорт.

Сполуки Сульфуру і Нітрогену, які викидаються в атмосферу, можуть утворюватись як внаслідок антропогенної діяльності, так і внаслідок природних процесів. Безумовно, регіональні викиди речовин, що є попередниками кислотних дощів, із антропогенних джерел забруднення значно потужніші, ніж із природних, хоча на рівні біосфери в цілому, ці впливи є приблизно рівними.

Природні джерела забруднення атмосферного повітря сполуками Сульфуру і Нітрогену умовно поділяють на біогенні та на біогенні. Біогенними джерелами забруднення є рослини, наприклад, лісові масиви тощо, та мікроорганізми, які в процесах життєдіяльності виділяють в атмосферу різноманітні хімічні сполуки. Небіогенними природними джерелами забруднення атмосфери є різного роду геотермальні джерела, блискавки, процеси природного горіння тощо. Питома вага природних джерел в загальному забрудненні атмосфери сполуками Сульфуру і Нітрогену в різних країнах є різною, що зумовлено особливостями географічного положення, характерними фітоценозами тощо.

Особливістю природних джерел викиду сполук Сульфуру є те, що в атмосферу викидаються переважно відновлені сполуки Сульфуру, наприклад диметилсульфід, а перетворення їх в попередників кислотних дощів можливе лише в результаті багатостадійних окислювальних реакцій. В той же час діоксид Сульфуру, який викидається із антропогенних джерел забруднення атмосфери, відносно швидко перетворюється в сульфатну кислоту.

Роль природних джерел оксидів Нітрогену в утворенні кислотних дощів є значно більшою. Оксиди Нітрогену утворюються внаслідок блискавок, діяльності ґрунтових організмів, мікрофлори води, а частина їх потрапляє в нижні шари атмосфери із стратосфери.

У процесі атмосферних окислювальних реакцій, крім нітратної і сульфатної кислот, утворюються і органічні кислоти — переважно мурашина і

оцтова. Шлейф опадів кислотних дощів поширюється за напрямком вітру на десятки і сотні кілометрів від джерел викиду оксидів Сульфуру і Нітрогену. Особливо високі концентрації кислот спостерігаються на перших 25-40 км від джерел забруднення атмосфери, але до 25-30% SO<sub>2</sub> та 10-15% NO<sub>2</sub> переносяться вітром від промислових зон на відстані понад 200 км.

#### *Вплив кислотних дощів на рослинний світ*

Вплив кислотних дощів на рослинний світ має комплексний характер. Як правило, при невисокій кислотності цих опадів і малій їх кількості, вони можуть надавати частково і позитивного впливу на рослини. Це зумовлено тим, що кислотні дощі можуть бути додатковим джерелом мінерального живлення рослин (N, S) та, при незначних змінах кислотності ґрунтів, ступінь засвоєння деяких сполук рослинами може зростати.

При високій кислотності опадів або великої їх кількості, кислотні дощі надають катастрофічного впливу на рослинний світ. Прийнято виділяти прямий вплив кислотних дощів на рослини (безпосереднє враження рослин) та опосередкований, через процеси закислення ґрунтів.

Перші відомості про пошкодження лісів внаслідок дії кислотних дощів відносять ще до 1880 року, коли в районах металургійних комбінатів США спостерігались масові висихання лісів. Аналогічні явища спостерігались і спостерігаються в інших країнах. Особливо великої шкоди завдають лісам викиди підприємств кольорової металургії, оскільки ці викиди в атмосферу містять значні кількості діоксиду Сульфуру, який утворюється на окислювальних стадіях виробництва.

Найбільш чутливими до дії кислотних дощів є шпилькові породи дерев, особливо що стосується прямого впливу. Широколистяні дерева, які восени скидають крони, менше вражаються кислотними дощами при прямій дії. В результаті дії кислотних дощів на шпилькові та інші породи дерев спостерігається поява перших симптомів враження лісу - підсихання вершини дерев, що є головною ознакою, хлороз, тобто руйнування хлорофілу рослин і, як наслідок, мозаїчна плямистість хвої, опадання голок. рН < 2,0 - вражаються всі види дерев. Аналогічні зміни спостерігаються у випадку дії кислотних туманів.

У ґрунті містяться ряд мікроорганізмів-редуцентів, таких як бактерії, гриби тощо. Вони приймають участь в процесах мінералізації органічних речовин ґрунтів і утворенні гумусу, а із зростанням кислотності ґрунтів і збільшенням кількості рухомих форм металів, в першу чергу Алюмінію і Феруму, їх активність різко зменшується. Наслідком цих процесів може бути накопичення в ґрунтах органічних речовин, відтак і деградація флори.

Сільськогосподарські культури, як і всі види рослин, також є чутливими до дії кислотних дощів. Особливо це проявляється на початкових стадіях росту рослин, особливо на стадії виходу в трубку. При дії кислотних дощів з рН~2,5 спостерігається значне зниження врожайності всіх видів культур та їх загибелі.

#### *Вплив кислотних дощів на природні водні системи та якість питної води*

Установлено, що всі гідробіонти чутливі до кислотності водойм. Так, активність фітопланктону при рН≤6,0 різко знижується, а негативні зміни в

зоопланктоні спостерігаються при  $pH \leq 5,5$ , особливо в поєднанні із підвищеним вмістом у воді рухомих форм Алюмінію. Чисельність популяції бентосу при  $pH \leq 5,5$  знижується і тільки для деяких видів жуків та бабок зростання кислотності води має позитивний ефект. До зміни кислотності водойм чутливими є амфібії і практично всі породи риб. Особливо чутливими до зміни кислотності водойм є редуценти, активність яких різко падає при  $pH \leq 6,0$ .

Зростання кислотності змінює мікрофлору водойм. При  $pH \leq 5,8$  спостерігається інтенсивне розмноження зелених водоростей, при  $pH \leq 5,5$  швидко розмножуються синьо-зелені водорості, які витісняють всі типи водних рослин, а при  $pH \leq 5,2$  розвиваються бурі водорості, що стає причиною формування боліт. При цьому зникають всі вищі форми життя у водоймах.

У риб, при зростанні кислотності водойм, виникають фізіологічні порушення, які проявляються у зміні плазми крові, прискореному вимиванні із тканин різних іонів ( $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ). Показник  $pH \leq 5,0$  для водойм — ознака відсутності в них риби.

Доросла людина, в середньому, споживає за добу біля  $2,0 \text{ дм}^3$  питної води, тому її якість напряму буде визначати стан людей. Закислення таких водойм буде сприяти погіршенню питної води. По-перше, зростання кислотності води буде корозії трубопроводів, а відтак, у воді буде зростати концентрація іонів Феруму, Плюмбуму, Купруму тощо. Виявлені кореляційні залежності між вмістом сполук важких металів у питній воді та крові людей, що споживають цю воду.

По-друге, підвищення кислотності буде сприяти зростанню концентрації у питних водах іонів Алюмінію, які пригнічують у людини активність шлункових та слинових ферментів, що призводить до порушення обміну речовин і розвитку склерозу.

По-третє, під дією кислотних дощів можуть руйнуватись азбестові та азбестово-цементні покриття. Азбестові потрапляють у питну воду, а при споживанні такої води, розвиток раку легенів.

По-четверте, кислотні дощі є джерелом надходження в питну воду нітрат-іонів, які є токсичними для теплокровних організмів. При надмірному надходженні нітратів в організм людини можливі два основних процеси.

1. Кров набуває шоколадного відтінку, втрачає здатність переносити кисень до клітин організму і розвивається задуха. Особливо це явище небезпечно для малих дітей. 2. Утворюються канцерогенні речовини.

Надлишок кислот, які містяться в природних водах, нейтралізують природними компонентами основного характеру, переважно вапняком або вапном. Піонером в цій справі є Скандинавські країни, які розпочали штучне регулювання кислотності водойм ще з 1920 року з метою підвищення продуктивності лосося. Цей вид риб надзвичайно чутливий до надмірної кислотності води, а використання вапняку дозволило не тільки усунути негативний вплив кислотності води, але і підвищити її твердість. Іони Кальцію, якими збагачувалась вода, сприяли кращому розвитку риб. Але, незважаючи на ці обставини, для збереження природного біорізноманіття у водоймах, слід,



передусім, обмежувати кількості викидів в атмосферу кислотноутворюючих компонентів.

#### *Вплив кислотних дощів та їх попередників на фауну*

Діоксид Сульфуру внаслідок високої розчинності у воді, а від так і біологічних рідинах, добре при диханні поглинається верхніми дихальними шляхами - до 80-95%. При дії діоксиду Сульфуру на тваринні організми, в тому числі і людину, окрім подразнення слизових оболонок і їх запалення, спостерігається гіпертрофія, тобто збільшення розмірів внутрішніх органів, та гіперплазія, тобто зменшення кількості функціонуючих клітин у внутрішніх органах.

Діоксид Сульфуру, потрапляючи в легені, викликає бронхоспазм у здорових людей вже при концентрації  $\sim 2,6 \text{ мг/м}^3$ , а особливо у хворих на бронхіальну астму. Печінка страждає від систематичної дії діоксиду Сульфуру. Довготривала дія діоксиду Сульфуру сприяє розвитку ракових клітин.

Дія діоксиду Нітрогену є дещо іншою. Потрапляючи у вологу поверхню легенів, діоксид Нітрогену утворює нітратну кислоту, яка є сильним окислювачем і вражає безпосередньо легеневі тканини. Симптоми враження нагадують емфізему легенів. Отже, як кислотні компоненти кислотних дощів, так і їх попередники можуть безпосередньо негативно впливати на окремі органи тварин, аж до смертельних випадків.

#### *Вплив кислотних дощів на матеріали і споруди*

Вплив кислотних дощів і їх попередників на матеріали та різноманітні конструкції став особливо відчутним протягом останніх 40-50 років. Кислотні дощі завдають значних економічних збитків, прискорюючи корозію більшості матеріалів, але іноді дію кислотних опадів безпосередньо оцінити важко, зокрема це вплив на історичні пам'ятки тощо.

Під впливом кислотних дощів швидко проходить корозія залізних конструкцій. Має місце синергетичний ефект при дії на металеві споруди одночасно сульфатної і нітратної кислот або їх попередників,  $\text{SO}_2$  та  $\text{NO}_2$ , і при цьому швидкість корозії зростає в 100-1000 разів.

Окремої уваги заслуговує вплив кислотних дощів на мармурові та гранітні споруди, адже значна їх кількість є архітектурними пам'ятками. Так, за останні 40-50 років така пам'ятка культури як Акрополь в Греції постраждала від дії кислотних дощів більше, ніж за всю історію свого існування. Погіршується не тільки міцність цих споруд, але і зовнішній їх вигляд.

Наявність кіптяви прискорює процеси руйнування вапнякових споруд. Це пов'язано як із кислотними властивостями самої кіптяви, так і з її здатністю до процесів адсорбції кислотних компонентів та вологи. Експериментально встановлено, що при періодичній очистці мармурових споруд від кіптяви, швидкість поверхневого їх руйнування зменшується на 30%. Особливо швидко проходить руйнування цих споруд в містах, наприклад, в містах  $\sim 0,035 \text{ мм/рік}$ , в селах —  $0,005 \text{ мм/рік}$ .

Негативного впливу кислотні дощі надають і на деревину. В першу чергу, під впливом кислотних дощів деревина швидко старіє. На практиці одним із

найбільш ефективних заходів захисту металевих, дерев'яних та інших конструкцій є їх фарбування, але на сьогодні доведена можливість руйнування фарб під впливом кислотних дощів.

## **2.5. Смоги та їх негативний вплив на біоту**

Утворення фотохімічного смогу відносять до локальних проблем забруднення атмосферного повітря. Термін смог походить від двох англійських слів: “smoke” - дим, кіптява та “fog” - густий туман. *Фотохімічний смог* - це суміш різноманітних хімічних речовин, які утворюються внаслідок фотохімічних реакцій за певних фізико-географічних умов та впливу антропогенних факторів. До фізико-географічних умов відносять відсутність вітру в приземному шарі та інтенсивне сонячне випромінювання. До антропогенних передумов утворення фотохімічного смогу відносять наявність в приземному шарі атмосфери значних кількостей діоксиду Нітрогену, які потрапляють в атмосферу переважно із антропогенних джерел, та наявність в атмосферному повітрі вуглеводнів та їх недопалків.

При фотохімічному смогу за рахунок фотохімічних реакцій, які інтенсивно проходять в сонячну погоду, утворюються високотоксичні речовини, що забруднюють повітря. Основним джерелом виникнення фотохімічного смогу, окрім фізико-географічних передумов, є вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання, які містять і діоксид Нітрогену і недопалки вуглеводнів.

Озон, який утворюється в результаті фотохімічного смогу (*тропосферний!*) є достатньо токсичним насамперед для гемоглобіну крові. Інші продукти фотохімічного смогу викликають токсикоманію із віддаленими наслідками, наприклад, запалення кори головного мозку, появу злоякісних пухлин, подразнення слизових оболонок та їх захворювання, є причиною передчасного старіння людей та скорочення тривалості їх життя.

Утворення фотохімічного смогу характерне для більшості великих міст із значною кількістю транспорту та висотними спорудами, які перешкоджають руху вітру. Навіть зелені насадження цих міст не в змозі поглинути значні кількості утворюваних токсичних речовин. захворювання, а

Фотохімічний смог негативно впливає і на рослинний світ, хоча саме рослини є найбільш ефективним засобом захисту від нього в містах. Фотохімічний смог осаджується на листях рослин у вигляді клейкої маси, що механічно перешкоджає проходженню сонячного світла до листя. Це є причиною зменшення інтенсивності фотосинтезу у рослин, що може стати причиною їх деградації. Результати дії фотохімічного смогу на дерева можна спостерігати восени, коли на опалих листях помітні темні плями різних відтінків.

Основними методами захисту довкілля і людини зокрема від фотохімічного смогу є зменшення кількості викидів оксидів Нітрогену, недопалків вуглеводнів, що можливо зміною екологічних параметрів палива для двигунів внутрішнього згорання, створення в містах сприятливих умов для розсіювання забруднення - заборона суцільних забудов, збільшення ширину вулиць, їх озеленення, тощо.

## 2.6. Заходи із охорони атмосферного повітря

Рамкова Конвенція ООН про зміну клімату наголошує на тому, що невідкладним заходом по запобіганню негативним наслідкам очікуваних змін клімату є розробка глобальної стратегії реагування, зокрема, спільний пошук шляхів «стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на такому рівні, який не допускатиме шкідливого антропогенного впливу на кліматичну систему».

Для запобігання кислотним опадам і зниження їх негативного впливу необхідно:

1) скорочення викидів кислотоутворюючих речовин (заміною високосірчистого вугілля і мазуту на низькосірчисті і без сірки; застосуванням рідких фільтрів, *скрубєрів* - газоподібні продукти згоряння пропускають через розпилений розчин  $CaCO_3$  і  $SO_2$  реагує з нею, утворюючи повторний гіпс ( $CaSO_4 \times 2H_2O$ ); створенням альтернативних електростанцій);

2) усунення симптомів впливу кислотних опадів (вапнування ґрунтів і водоймищ тощо).

У Австралії розроблено заміник фреонів у аерозолях, який складається із азоту. Новий *пропелент* (газ, під тиском якого розпилюється рідина) можна використовувати в 65% із 8,6 млрд. аерозольних упаковок, які виробляються у світі. Згідно із Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (1992р.) у повітря не повинні викидатися речовини, характер дії яких на здоров'я населення не визначений. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря проводяться у 54 містах України на 166 стаціонарних постах та 2 станціях транскордонного переносу. За даними про забруднення атмосфери визначаються величини концентрацій домішок: разові, середньомісячні, середньорічні. На всіх постах здійснюються систематичні спостереження ( $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ , пил, свинець, бенза(a)пірен, формальдегід). У повітрі багатьох міст України контролюється вміст специфічних ШР, які характерні для промислових викидів підприємств, розташованих на їх території.

Атмосфера має здатність до самоочищення, однак в багатьох випадках ця здатність вже вичерпана. Будівництво високих і надвисоких заводських труб збільшує вміст ЗР. Очищення повітря від пилу дає лише частковий ефект. Дуже ефективним засобом боротьби з пилом і іншими ЗР є використання захисних властивостей рослин. Встановлено, що протягом вегетаційного періоду 1 га лісу може осадити із повітря 40-60 т пилу й знешкодити понад 200-250 кг діоксиду сірки, 100 кг хлору, 50 кг фтору. Газостійкі рослини у декілька разів краще поглинають шкідливі інгредієнти, тому потоки забруднюючого повітря, проникаючи углиб зелених насаджень середнього віку на 100-150 м, майже повністю звільняються від завислих речовин, а вміст інших домішок в них зменшується у десятки разів.

Очисна здатність зелених насаджень перевищує вимивання домішок атмосферними опадами, особливо у літній час. Протягом року 1 га лісу очищає від пилу і інших шкідливих інгредієнтів більше 18 млн. м<sup>3</sup> повітря, що у 3-10 разів більше ніж культивовані польові рослини аналогічної площі. Крім того, 1 га лісу щодобово виділяє в атмосферне повітря 2-4 кг фітонцидів, 30 кг яких

досить для знищення хвороботворних мікроорганізмів у великому місті. Крони дерев не тільки поглинають шкідливі інгредієнти і здійснюють їх детоксикацію, але й сприяють їх розсіянню в атмосфері, що впливає на характер потоків у приземному шарі повітря. При дуже високому ступені забруднення повітря рослини можуть виділяти у довкілля речовини, які відрізняються від поглинаючих ними. Виявлено, що кореневі системи рослин можуть виділяти деякі ШР, які поглинаються їх наземною частиною (наприклад, сірку).

Задля більш ефективної охорони атмосферного повітря необхідний комплекс заходів, який включав би перехід на екологічно чисті джерела енергії (сонячні, водні, вітрові, геотермальні та ін.), конструктивно-технологічні засоби для вилучення джерел викидів, покращання складу палива, удосконалення транспорту тощо. Однак, як окремі технічні рішення, так і нові технології можуть вирішити лише частину проблем запобігання забруднення.

Важливу роль відіграє раціональне розміщення промислових об'єктів, виходячи із конкретних умов місцевості, впровадження замкнених технологічних циклів. Поки горючі корисні копалини будуть використовуватися досить широко, слід застосувати такі засоби: збільшити ККД енергетичних установок; економити електроенергію; удосконалити очисні споруди. Будівництво установок для очищення викидів - захід ефективний, але він дорого коштує; вартість будівництва цих установок досягає 8-10% загальної вартості основних виробничих споруд. Боротьба із викидами у атмосферу буде залежати:

*^ від підвищення ефективності виробництва, передачі, розподілу й споживання енергії, а також від створення екологічно безпечних енергосистем;*

*^ від ефективності створення транспорту, що мінімально забруднює НПС, а також: від розташування екологічно виправданої мереж: і доріг;*

*^ використання у промисловості екологічно прийнятних матеріалів і ресурсів, заміни хлорфторвуглеців та інших руйнуючих озоновий шар речовин більш безпечними, істотного зниження відходів, а також встановлення устаткування, контролюючого забруднення середовища.*

Лише кардинальні засоби з охорони атмосферного повітря можуть запобігти негативному впливу ЗР, які містяться в повітрі, на різні біосистеми. Образно зауважив один із американських екологів: «Одне із двох: або люди зроблять так, що буде у повітрі менше диму, або дим зробить так, що на Землі стане менше людей».

## **2.7. Забруднення вод суходолу та Світового океану**

Негативний антропогенний вплив на гідросферу має три основних прояви: 1) виснаження джерел водопостачання; 2) порушення водного режиму поверхневих та підземних вод; 3) забруднення й засмічення вод Суходолу та Світового океану.

Людство потребує величезної кількості води певної якості. Так на побутові потреби однієї людини витрачається до 400 літрів чистої води на добу. 4000 м<sup>3</sup> води витрачається на виплавку сталі та на вирощення бавовни – на 1 тон 10 000 м<sup>3</sup>. (Згадайте зникнення Аральського моря-озера в Узбекистані із-за

того, що води річок Аму-Дар'ї та Сир-Дар'ї майже повністю забирали на зрошення у радянські часи).

Згубно впливають на стан водойм стічні води. Наприклад, хвороба мінімата була виявлена уперше у японців, що їли рибу з величезним вмістом ртуті і разом із харчем «з'їдали цілий термометр» цієї токсичної речовини. Навіть органічні стоки із підприємств харчової промисловості, тваринницьких ферм, целюлозно-паперового виробництва згубно впливають на стан водойм. Відбувається «евтрофікація» води (надмірне збагачення її поживними речовинами), що спричинює інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей, «цвітіння води» із різким зменшенням вмісту кисню та збільшенням токсичних сполук біогенного походження.

*Теплове забруднення* спричинюється спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок (насамперед, атомних електростанцій). Внаслідок зміни термічного режиму водойм страждає біота: порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами і паразитами.

*Біологічне забруднення* водойм полягає у надходженні до них разом із стічними водами різних видів (віруси, бактерії, гриби), рослин і тварин, яких тут раніше не було. Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Особливої гостроти біологічне забруднення водойм набуває у рекреаційних та курортних зонах.

У Світовому океані відоме загрозливе явище «червоний приплив». Воно викликане бурхливим розмноженням одноклітинних водоростей внаслідок забруднення води нітратами та фосфатами. До речі, ці водорості можуть бути й жовтими, й синьо-зеленими. Вони утворюють на поверхні океану ковдру товщиною до 2 метрів. Вміст кисню різко зменшується. Гинучи через 2-3 дні, водорості опускаються на дно, де їх розкладають бактерії, інтенсивно споживаючи кисень. У результаті такого «червоного припливу» у 1988 році у Північному морі поблизу узбережжя Данії та Норвегії, крім загибелі морської флори і фауни, було забруднено пляжі, сморід стояв більше місяця.

Серед забруднень Світового океану найбільш небезпечним є *нафтове забруднення* внаслідок аварій танкерів, спуску вод після миття суден тощо. Нафтова плівка розтікається дуже швидко і покриває величезні площі шаром товщиною у кілька молекул. Проте при цьому вона порушує обмін теплом та речовиною між океаном та атмосферою і може призвести до його «омертвіння». Це явище буде катастрофічним для усієї планети. Адже Світовий океан виконує роль усепланетного фільтра – очищувача від усіх забруднень, до яких призводить діяльність людства.

## **2.8. Порушення водного режиму поверхневих та підземних вод суходолу**

Людство здебільшого іде шляхом найменшого опору, безоглядно збільшуючи відбір води з навколишнього середовища. Зовсім не береться до уваги, що, хоч вода належить до відновлюваних ресурсів, але якщо водовідбори перевищують здатність до відновлення поверхневих або підземних вод, це спричинює обміління й пересихання водотоків та водоймищ і до виснаження

підземних водоносних горизонтів. Суттєво порушує гідрологічний режим водотоків видобуток з їхніх русел ріні та піску.

До погіршення гідрологічного, гідрогеологічного та кліматичного режиму цілих регіонів призводить також нераціональне екстенсивне ведення сільського господарства. Прагнучи розорати і використати під сільськогосподарські угіддя якомога більше площ, здійснюють спрямлення русел річок, проводять широкомасштабні осушувальні меліоративні роботи, які супроводжуються значним пониженням рівня підґрунтових вод, осушуванням річкових заплавл та боліт. При цьому забувають, що болота виконують незамінну роль у природній рівновазі, є регуляторами річкового стоку, накопичуючи надлишок вологи під час повеней і віддаючи його поступово під час посушливого періоду.

Бездумне осушення боліт порушує динамічну рівновагу екосистем на величезних площах, призводить до обезводнювання цілих районів, заливні луки перетворюються на безплідні солончаки, висохлі торфовища розвіюються вітрами, позбавляються ґрунтової вологи орні землі, погіршується стан і родючість ґрунтів, гинуть молоді лісонасадження, зріджується трав'яний покрив, погіршується стан водотоків та водоймищ, скорочується кількість цінних видів місцевої фауни. Особливо погано впливає подібна осушувальна меліорація на водність малих річок. Осушення боліт і заболочених земель на водозаборах малих річок веде до зменшення їхнього стоку на 30-40 % і більше, що зумовлює обміління і навіть повне пересихання їх. Подібна доля спіткала вже багато регіонів України, зокрема Українське Полісся.

Так само до негативних наслідків призводить і надмірне зрошування полів у посушливих зонах, що обумовлює розчинення у підґрунті солей лужних металів, які внаслідок інсоляції поступають у ґрунт і засолюють його при інтенсивному випаровуванні ґрунтової вологи.

Багато шкоди завдають навколишньому середовищу і людському суспільству численні водоймища, які необачно були створені на рівнинних річках, зокрема в Україні (на Дніпрі, Дністрі, Південному Бузі тощо). Внаслідок цього були затоплені величезні площі родючих земель, на місці яких виникли мілководні басейни з гнилою водою, переповненою мікроскопічними синьозеленими водоростями. Відмираючи у колосальних кількостях, ці водорості отруюють воду шкідливими продуктами свого розкладу, риба гине, вода у водоймищах стає непридатною не лише для пиття, але й для технічних потреб. Створення Дніпровського каскаду водосховищ викликало підняття рівня підґрунтових вод у широких прибережних смугах і призвело до підтоплення сотень й тисяч населених пунктів та промислових об'єктів. У зонах водосховищ активізувалися зсуви та обвали берегів, засмічуються ґрунти, забруднюються підземні води, погіршуються санітарні умови.

## **РОЗДІЛ 3. ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЛІТОСФЕРИ ТА БІОСФЕРИ**

### **3.1. Негативний вплив на літосферу гірничо-видобувної промисловості**

Приповерхнева частина земної кори дуже важлива для існування людства. З однієї сторони, вона є мінерально-сировинною базою для

виробничої діяльності, а з другої сторони – місцем розміщення людства та створених ним об'єктів.

Надра Землі використовуються у кількох напрямках:

1. Для добування корисних копалин
2. Зберігання рідких і газоподібних корисних копалин
3. Створення різних споруд і навіть цілих підприємств
4. Захоронення промислових токсичних і радіоактивних відходів.

Найбільш негативно впливають на земну кору гірничо-видобувна промисловість та будівництво. Лише 10% мінеральної сировини, що видобувається із надр планети, перетворюється на готову продукцію, а 90% забруднюють навколишнє середовище. Наприклад, при збагаченні мідних руд, майже третина міді викидається у звалища.

Внаслідок видобування, збагачення та переробки корисних копалин, нагромадження порожньої породи та відходів виробництва у природних комплексах накопичуються у великих концентраціях шкідливі для біоти речовини – важкі метали, радіонукліди, що призводить до захворювань і навіть масової загибелі тварин і рослин.

При нераціональному використанні геологічного середовища деградують ґрунтовий і рослинний покрив, поверхневі й підземні води.

Значний негативний вплив на земну кору має будівництво та експлуатація будівель та інженерних споруд. Під їх тиском утворюються просадки гірських порід. Часто виникають обвали, зсуви, спонукається антропогенний карст, ерозія.

Пошкодження геологічного та всього природного середовища відбувається вже при пошуках корисних копалин — на стадії геологорозвідувальних робіт. Сучасні свердловини можуть досягати глибини кількох кілометрів. Надглибока свердловина на Кольському півострові має глибину 12 км. При бурінні таких, свердловин на поверхню Землі піднімаються великі об'єми гірських порід, які захаращують і забруднюють околиці місцерозташування свердловин. Наприклад, при глибині свердловини 5 км об'єм розбурених і піднятих на поверхню порід сягає 800 м<sup>3</sup>. Залишені у вигляді відвалів ці техногенні відклади розмиваються дощовими й талими водами і забруднюють навколишню територію шкідливими для живих організмів сполуками.

При бурінні свердловин часто використовують бурові розчини, до складу яких входять водорозчинні солі, органічні речовини та різноманітні обважнювачі, які забруднюють не лише земну поверхню в місцях буріння свердловин, а й підземні водоносні та водопроникні горизонти. Коли свердловини досягають нафто- або газоносних пластів, нерідко відбуваються викиди нафти та газу, які забруднюють ґрунти і воду, а при само загорянні — атмосферне повітря. Атмосфера інтенсивно забруднюється також у процесі бурових робіт. При бурінні глибоких свердловин кількість вихлопних отруйних газів двигунів бурових установок сягає близько 260 000 м<sup>3</sup> на добу.

Поверхневі розвідувальні виробки: шурфи, канали тощо активізують ерозійні процеси, стимулюють яроутворення, яке вилучає із

сільськогосподарської сфери значні площі родючих земель. Крім того, в місцях проведення геологорозвідувальних робіт ґрунтово-рослинний покрив, як правило, сильно пошкоджується транспортними засобами, забруднюється нафтопродуктами, засмічується виробничими та побутовими твердими відходами.

При видобутку корисних копалин діють ті самі фактори руйнування середовища, як і при геологорозвідувальних роботах, але в значно більших масштабах. На нафтопромислах ґрунти забруднюються на глибину 25 см і більше. При підземному видобутку твердих корисних копалин підземні гірські виробки (штреки, штольні тощо), як правило, залишаються незабутованими (тобто незаповненими) відпрацьованою породою і над ними починається осідання земної поверхні, що захоплює великі території. Це осідання часто супроводжується заболочуванням земель, яке виводить їх частково або повністю зі сфери природокористування. Крім того, при видобутку та збагаченні твердих корисних копалин на поверхні Землі накопичуються величезні маси гірських порід, позбавлених корисних копалин, але все ще збагачених ендегенними мінералами. Ці нагромадження техногенних відкладів у вигляді териконів або відвалів вилучають із природного кругообігу значні площі, псуєть навколишні ландшафти, а при розмиванні дощовими й талими водами забруднюють навколишнє середовище шкідливими для живих організмів хімічними елементами. Особливо небезпечні нагромадження радіоактивних порід.

При видобутку корисних копалин відкритим способом геологічне середовище порушується виїмками гірських порід — кар'єрами, площа яких може досягати десятків квадратних кілометрів, а глибина — сотень метрів. Щоб запобігти затопленню кар'єру, з метою пониження рівня підґрунтових вод кар'єр оточують колом гідрогеологічних свердловин, з яких безперервно викачують воду. Якщо у навколишніх товщах гірських порід містяться легкорозчинні відклади (вапняки, гіпси, ангідрити, кам'яна сіль тощо), такі відкачки сприяють розчиненню їх і утворення карстових провалів на прилеглих до кар'єру територіях.

Руйнування геологічного і усього навколишнього середовища відбувається при видобутку сірки методом її підземної виплавки. При цьому в надра землі, що містять поклади самородної сірки, через свердловини закачують під тиском гарячу воду, яка виплавляє сірку і виносить її на земну поверхню. Збагачені сіркою водні розчини насичують нею приповерхневі товщі пористих осадових порід і перетворюють земну поверхню на значних площах на просякнутий сіркою бедленд, позбавлений усього живого.

Геохімічне забруднення навколишнього середовища відбувається також в місцях розташування металургійних і хімічних заводів та інших підприємств, що перероблюють мінеральну сировину. Тверді, рідкі та газоподібні відходи виробництва інтенсивно забруднюють на прилеглих територіях ґрунти, рослинність, поверхневі і підземні води та атмосферне повітря. Потужними джерелами забруднення навколишнього середовища виступають також гідровідстойники, шламонакоплювачі тощо.



Спалювання горючих копалин — каустобіолітів: кам'яного та бурого вугілля, торфу, нафти, газу, горючих сланців — веде до збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері, потепління клімату і посилення геохімічної діяльності річок. Крім того, в багатьох каустобіолітах присутня в тих чи інших кількостях сірка, внаслідок чого в атмосферу щорічно поступає близько 150млн тонн сірчастого газу - основного компоненту кислотних дощів.

### **3.2. Негативний вплив на літосферу будівництва**

Значний негативний вплив на геологічне середовище має будівництво та експлуатація різноманітних будівель та інженерних споруд. Під тиском цих будівель та споруд малостійкі гірські породи можуть деформуватися і осідати. На підрізаних та навантажених будівлями схилах часто виникають обвали і зсуви значних мас гірських порід. Ці процеси також мають місце внаслідок підрізок схилів під час прокладання автомобільних та залізничних шляхів, газо- й нафтопроводів, ліній високовольтних електропередач тощо. Особливо небезпечне будівництво шляхопроводів та трубопроводів через гірські системи. Раніше в Україні через Українські Карпати без достатнього врахування місцевих умов було прокладено 11 таких трас, що пошкодило геологічне середовище і зруйнувало навколишні природні екосистеми на великих площах.

Суттєво порушують геологічне середовище і штучно викопані підземні порожнини: тунелі, гірничі виробки тощо. Під час експлуатації будівель та споруд нерідко, внаслідок несправності водогінної системи або скидання рідких стоків, відбувається замочування й просідання лесових порід.

### **3.3. Зміни гірських порід під впливом діяльності людини**

Виділяють такі основні види антропогенних впливів на гірські породи: статичні та динамічні навантаження, теплові та електричні пиліни.

Статичні навантаження найбільш поширений вид антропогенного впливу на гірські породи, Статичні навантаження від будівель та споруд досягають 2 МПа й і більше, Під їх впливом на глибині приблизно 70 — 100м утворюється зона активних змін гірських порід. При цьому найбільші зміни спостерігаються:

- у вічномерзлих породах. На ділянках їх залягання часто відбуваються танення, пучіння та інші несприятливі процеси;

- у породах, що сильно стискаються (заторфованих, мулистих тощо).

Динамічні навантаження — це вібрації, удари, поштовхи та інші навантаження, типові при роботі транспорту, ударних і вібраційних будівельних машин, заводських механізмів тощо. Найбільш чутливі до струшування пухкі недоущільнені породи (піски, насичені водою леси, торф тощо). У результаті динамічних навантажень щільність них порід помітно знижуються, вони рівномірно чи нерівномірно ущільнюються, структурні зв'язки порушуються, можливе рангове розріджування та утворення зсувів, пливунів, інших несприятливих процесів.

Дія вибухів подібна до сейсмічних навантажень. Гірські породи руйнуються вибухами при будівництві доріг, гідротехнічних гребель, видобутку корисних копалин тощо. Дуже часто вибухи супроводжуються порушенням природної рівноваги. Внаслідок цього виникають зсуви, обвали тощо. Так, у результаті вибуху багатотонного заряду в одному з районів

Киргизстану при будівництві кам'яно-накидної греблі на схилах сформувалась зона порушених порід з тріщинами шириною від 0,2 до 1м і довжиною до 200м. По ним відбулися зміщення гірських порід об'ємом до 30тис.м<sup>3</sup>.

Тепловий вплив. Підвищення температури гірських порід спостерігається при підземній газифікації вугілля, в основі мартенівських і доменних печей тощо. У ряді випадків температура порід підвищується до 40 - 50° С. а іноді - до 100° С і більше в основі доменних печей. У зоні підземної газифікації вугілля при температурі 1000° 1600°С породи спікаються, «кам'яніють», втрачають свої первинні властивості.

Тепловий вплив промислових і комунальних підприємств, опалювальних підземних споруд та інших об'єктів при відносно рівномірному їх розподілі на території міста призводить до утворення так званих «теплових куполів» з проникненням зони прогріву і підземних вод на глибину 60 100 м. Довготривалий вплив джерел (або поглиначів) тепла порушує природний температурний режим в груп говій товщі, збільшуючи чи зменшуючи температуру порід і підземних вод, що в них містяться. А це, в свою чергу, веде до змін фізико-механічних властивостей порід і загалі, порід корозійної ситуації.

Електричний вплив. У гірських породах завдяки електрифікованому транспорту, лініям електропередач (ЛЕП) створюється штучне електричне поле. Воно породжує блукаючі струми та поля. Найбільш помітно вони проявляються на міських територіях з найбільшою щільністю джерел електроенергії. При цьому змінюються електропровідність, електроопір та інші електричні властивості порід.

Динамічний, тепловий та електричний впливи на гірські породи створюють фізичне «забруднення» навколишнього середовища. Усі види антропогенних впливів на гірські породи впливають і на інші компоненти довкілля - атмосферне повітря, підземні води, ґрунти, рослинність.

Екостан надр визначається, перш за все, характером і силою антропогенного впливу на них. Па сучасному сі ані масштаби впливу людини на земні надра величезні. Лише за один рік у світі вилучають і переробляють більше 150 млрд.т гірських порід, відкачують мільярди кубометрів підземних вод, накопичують «гори» відходів.

### **3.4. Ендогенні антропогенно зумовлені геоморфологічні процеси**

Діяльність людини на територіях міст призводить до прояву специфічних ендо- і екзогенних геоморфологічних процесів двадцять одного типу. Одні з них г натуральними, але підсилені чи викликані людьми, інші - штучні. Особливої у ваги заслуговує два найбільш різних явища природи - сейсмічність та вулканізм.

Під тиском маси технічних об'єктів утворюються зони стиснення та зсування гірських порід. За межами міста вони компенсуються кільцеподібними підняттями. Вібрації від техніки можуть проникати й вглиб на 70 м і представляють собою некатастрофічні землетруси.

*Техногенні землетруси* можуть бути викликані створенням великих водосховищ, видобутком нафти і газу, закачуванням рідких відходів у глибокі

пористі пласти та підземними ядерними вибухами. Найбільша кількість техногенних землетрусів пов'язана зі створенням великих водосховищ (відомо близько 45 подібних випадків). Заповнення водосховищ, може викликати землетруси силою 6-7 балів за шкалою Ріхтера.

За думку окремих учених, аварія на Чорнобильській АЕС (26.04.1986) була підсилена через вибух плазми під четвертим блоком. Відомо, що цю станцію було збудовано на потужних тектонічних розломах. Останні є провідниками та концентраторами земної плазми. А потужні енергетичні комплекси приводять в дію руйнівну силу плазмових вибухів. Повторну аварію на ЧАЕС (1991 р.), аварію на Рівненській ЛЕС (1999 р.), локальні землетруси в Чорнобильській зоні (1996 р.) та інші пов'язують з гравітаційними силами та катастрофічним розвантаженням плазми Землі.

Причиною вказаної сейсмічності може стати будівництво гребель і водосховищ. З явищем антропогенних землетрусів, пов'язаних з гідротехнічним будівництвом, люди зіткнулись дуже давно. Відомі їх прояви у 5960-х роках в Індії (1967 р.) та Греції (1968 р.). У 1976 р. нарахували 20 випадків сейсмічної активності, пов'язаних з початковим наповненням водосховищ.

Установлено, що головним чинником є не розмір водосховища, а потужність стовпа води і характер підстильних ґрунтів. У період з 1961 по 1963 рр. причиною ряду значних підземних поштовхів було заповнення одного з найбільших водосховищ на р. Замбезі в Африці. Один із найбільших землетрусів при будівництві водосховищ був відмічений на р. Койно в Індії. У 1967 р. тут були зафіксовані підземні поштовхи силою до 9 балів. Вони супроводжувалися значними руйнуваннями та людськими жертвами. Проте, обидва водосховища розташовані в сейсмічно неактивних зонах [65, с.198-200].

Створення гребель водосховищ і ставків на річках призводить до порушення літосфери по всій довжині річки. Змінюється баланс стоку наносів. Значна їх частина затримується у верхньому б'єфі греблі. У результаті, нижче водосховища відбувається ерозія русла. У гирлі також починаються зміни, обумовлені порушенням балансу наносів.

Створення значної кількості водосховищ призвело до «переміщення» води з океанів на континенти. У результаті маса Землі навколо екватора зменшилась, а в Північній півкулі, де найбільше водосховищ, збільшилась. Таке зміщення маси, як вважають учені, прискорило обертання Землі, оскільки вода опинилась ближче до осі обертання. Більш швидке обертання скорочує день. Через ефект водосховищ день за останні 40 років скоротився приблизно на 8 мільйонних часток секунди.

Оскільки водосховища розташовані на земній кулі несиметрично, запаси води в них «зсунули» і земну вісь на 60 см від Північного полюсу в бік західної частини Канади. Таким чином, створення штучних водойм тягне за собою глобальні наслідки. Багато вчених вбачають у цьому одну з причин виникнення землетрусів. Механізми цих явищ ще не повністю з'ясовані, але точно встановлено, що при проходженні сейсмічних хвиль через насичені водою породи, вони стискають або розтягують пласти, які містять водоносні горизонти.

До виникнення землетрусів може призвести також щорічне закачування у глибокі водоносні горизонти стічних вод у середньому обсязі 100 тис.м<sup>3</sup>. Прикладом є свердловина глибиною 3671м в районі м. Денвер (США). У неї з 8 березня 1962 року почали нагнітати стічні води. Одразу після нагнітання були зафіксовані підземні поштовхи, їх кількість та сила збільшувались зі збільшенням об'єму закачування. Епіцентри цих землетрусів розміщувались у невеликій зоні навколо свердловини. За період з 1962 р. по 1967 р. було зареєстровано більше 1500 поштовхів.

Аналогічні приклади можна навести і по інших районах. Так, при закачуванні води для підтримання пластового тиску в районі м.Грозного в 1971 р. відбувся землетрус силою до 7 балів. З 1955 р. тут спостерігались періодичні спалахи сейсмічної активності.

Причиною землетрусів є також видобуток нафти й газу. У процесі розробки газових родовищ відбувається порушення природної рівноваги. Воно обумовлене локальним перерозподілом мас у земній корі. Після видобування вуглеводнів у надра потрапляють пластові води, їх густина набагато вища, ніж газу, а вага досягає сотень мільйонів тонн. При активному водонапірному режимі відбувається істотне заміщення газу в покладах водою, що збільшує вагу родовища. При цьому центральна частина родовища стає легшою, а крайові зони за рахунок руху води стають важчими. Земна поверхня над родовищем просідає. На великих родовищах виникають гравітаційні аномалії, порушується гідростатична і термодинамічна рівновага, за певних умов виникають рухи земної кори. Підтвердженням цьому є локальний землетрус 1986 р. у сейсмічно спокійній Харківській області. Він виник під впливом розробки Хрещищенського газоконденсатного родовища.

У Татарії видобуток нафти ведеться тривалий час. У районі Ромашкінського родовища з вересня 1986 р. по січень 1989 р. зареєстровано 198 землетрусів силою до 10 балів. Більша частина їх епіцентрів залягає на глибині 2 - 3 км в осадовому чохлі старої Східноєвропейської платформи.

У результаті такого потужного впливу на значних площах зазнають розгерметизації зони аномально високих пластових тисків. У 1960-х роках розпочалось підвищення рівня підземних вод у верхніх горизонтах. Особливо яскраво це виявилось у Прикаспійському регіоні. Вслід за цим почалось зростання сейсмічної активності в західній частині регіону, почастишали викиди грязьових вулканів. На Апшероні (найстаріший район нафтовидобутку) зародилась хвиля деформацій. Вона рухалась з області альпійської складчастості на північний схід, в бік молодих і старих платформ зі швидкістю 50 - 60 км/рік. Просування цієї хвилі супроводжується різким зниженням нафтовидобутку по всьому регіону. У наш час це, мабуть, єдине пояснення підняття рівня Каспію у ХХ ст. Таке підняття, на відміну від інших, відзначалось незвичайно швидкими темпами. Таким чином, масштаби техногенної дестабілізації надр Арало-Каспійського перегину набули не локального, а регіонального характеру. Ця дестабілізація незворотня і поки що не піддається регулюванню.

Окрім усіх наведених фактів, є вагомі причини вважати, що райони видобутку нафти, газу та вугілля стають джерелами виділення в атмосферу метану- одного з парникових газів.

Новим чинником потужного впливу на надра є підземні ядерні вибухи, їх проводять для створення підземних ємностей в соляних куполах і провальних вирв, для глибинного сейсмічного зондування, у військових цілях.

### **3.5. Екзогенні антропогенно зумовлені геоморфологічні процеси**

*Техногенний карст.* Швидкість розвитку техногенно обумовленого карсту в сотні і тисячі разів вища за швидкість його природних аналогів. У техногенних умовах вертикальні деформації земної поверхні достатньо розповсюджені при підземній розробці. Просідання відбувається при вилученні води та корисних копалин. Величина просідання ( $H_p$ ) - від декількох міліметрів до декількох метрів.

На територіях міських агломерацій розвитку карсту сприяє формування значних за розмірами депресійних лійок у районах водозаборів (Краматорськ, Луганськ, Рівне тощо), а також у районах розробок корисних копалин (Заліщики, Стебник, Хотин).

Активізація карсту відбувається в багатьох районах Росії, зокрема і у Московській області. Раніше вважали, що на території Москви карстові процеси завмерли та не проявляються на земній поверхні. Інтенсифікація відкачування підземних вод, а також динамічні вібраційні впливи транспорту й будівництва, статичні навантаження, інші чинники (можливо, забруднення підземних вод) помітно посилюють ці процеси.

При значних водознижуючих роботах в обводнених карстових областях (наприклад, Кізелівський вугільний басейн на Уралі, Донецький вугільний басейн, Солотвинське родовище солі в Закарпатті, Язівське родовище сірки) відбувається інтенсивна техногенна активізація карстового процесу (відповідно карбонатний, соляний та сульфатний карст). У зв'язку з деформаціями будівель і комунікацій, значним зниженням рівнів води у криницях активізація карсту супроводжується значними збитками.

*Просідання земної поверхні.* Загальна кількість води, яка видобувається із земних надр, — 20—25 тис. км<sup>3</sup>/рік. При цьому в місцях інтенсивного відкачування води утворюються підземні порожнини та відбувається просідання земної поверхні. Наприклад, у межах м. Мехіко за останні 70 років земна поверхня просіла на 10,7 м. У штаті Каліфорнія (США) загальна площа просідання земної поверхні 16 тис. км<sup>2</sup>.

Тут, у долині Сан-Хоакін, з 1,5 млн. га зрошуваних земель приблизно половина охоплена просіданням внаслідок інтенсивного відкачування підземних вод. Максимальне просідання поверхні в окремих ділянках цієї долини 8—9 м. Це порушує роботу каналів, водопроводів і свердловин.

У Сан-Франциско земна поверхня просіла приблизно на 2,4 м. Це призвело до необхідності спорудження спеціальних дамб для стримування наступання води із затоки на суходіл. Аналогічні явища просідання земної поверхні (через відкачування підземних вод), що викликає вторгнення морської води і затоплення значних територій, відбуваються в Х'юстоні, Бангкоку,

Джакарті, Таллінні та інших приморських містах. В окремих районах Х'юстону (США) за 40 років інтенсивної експлуатації підземних вод просідання земної поверхні досягло 4 м [65, с.202].

У зонах видобутку корисних копалин, над гірничими виробками відбувається порушення земної поверхні. Саме в таких зонах розміщені міста Білозерськ, Горлівка, Макіївка, Донецьк тощо. Антропогенна активізація сульфатного карсту створює загрозу забудові південно-західної частини Львова (30 % території міста). В Одесі в результаті видобутку вапняка-черепашника утворились підземні порожнини-катакомби. Над ними відбувається просідання земної поверхні, провали, деформація фундаментів. Відбуваються провали і над підземними ходами в центральній частині Вінниці.

Значна катастрофа, пов'язана з карстом, відбулась у серпні 1964 р. в Трансваалі (Південна Африка). Там, поблизу золотовидобувного підприємства, утворився провал. У нього провалились будівлі, загинуло 29 чоловік. Причина провалу — порушення стійкості покрівлі розчинних порід при зниженні рівня підземних вод на 300 м [96, с.56].

Наприклад, у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну деформаційні процеси рельєфу спостерігаються на площі майже 150 км<sup>2</sup>. Глибина просідань земної поверхні коливається від 0,5 до 3,9 м. На полях семи шахт на кінець 1993 р. поверхня знизилась від 1,4 до 2,0 м, на одинадцяти - від 2,0 до 3,0 м, на трьох - від 3,0 до 3,9 м. За період з 1988 по 1993 роки максимальна річна глибина просідань була характерна для поля шахти №2 «Великомостівська». У 1990-1991 рр. вона становила 0,372 м [32].

Просідання поверхні характерні для зон залягання лесових порід (лісостеп і степ України). На сучасному етапі розвитку міст України різко зростають площі забудови на лесових основах. Лесові відклади мають здатність до просідання при замочуванні. У Дніпропетровській та Запорізькій областях майже 80% господарських об'єктів побудовані на просадкових лесових ґрунтах. З них більше ніж в 10 тисячах виявлені істотні деформації. Просідання лесових товщ від власної ваги при замочуванні складають у 2,2 м [96, с.56-57].

*Антропогенна суфозія.* У Хмельницькому втрати води із водних комунікацій внаслідок аварій викликають суфозію. У результаті вздовж трас водопроводів, на рівнинній місцевості, утворюються просадочні блюдця діаметром до 20 м, а на схилах — промоїни глибиною 2-3 м, біля колодязів утворюються лійки. Особливо суфозія проявляється в центрі міста. Адже тут висока концентрація отої транспорту, тролейбусів, а також кількадеметровий шар насипних ґрунтів. Просідання земної поверхні призвело до деформації декількох багатоповерхових будинків. Створення ставу призвело до підняття рівня підземних вод і просідання гірських порід. У результаті деформувались приватні будинки та автостанція.

*Антропогенні зсуви.* До 80 % сучасних зсувів у світі пов'язані з діяльністю людини. Техногенно обумовлені гравітаційні процеси, як правило, мають значно менші періоди підготовки (в сотні і тисячі разів), ніж їх природні аналоги. Швидкість руху зсуву від 0,06 м/рік до 3 м/с. У практиці гірничих робіт відомі зсуви, які досягають десятків і сотень мільйонів кубічних метрів. Зсуви

перед відвалами можуть займати площі, які в десятки разів перевищують площі самих відвалів [32].

До антропогенних чинників зсувоутворення відносять:

> перезволожений порід за рахунок втрат води при аваріях, підтоплення або поливу території:

> підрізання схилів при прокладанні доріг, трубопроводів або при розробці кар'єрів;

> додаткове навантаження на схил внаслідок його забудови (Сянган);

> вібраційний вплив транспортних засобів або вибухів [96, с.50 - 53];

> вирубування лісів;

> неправильний вибір агротехніки для сільськогосподарських угідь на схилах.

На територіях, міст, як правило, кілька факторів діють спільно. Це призводить до підвищення частоти зсувопроявів.

Зсуви порушують стійкість гірських порід, негативно впливають на інші компоненти ландшафтних комплексів (порушення поверхневого стоку, виснаження ресурсів підземних вод при їх розкриванні, утворення заболоченостей, порушення ґрунтового покриву, знищення дерев тощо). Відомо багато випадків зсувних явищ катастрофічного характеру, що приводили до значних людських жертв.

У Гонконзі зсуви були викликані забудовою та підрізанням схилів. В Англії, у районах вуглевидобування, зсувоутворення пов'язане з насиченням водою відвальних порід. У 1980 році сходження зсуву на заході США було викликане сейсмічними поштовхами, що супроводжували виверження вулкану Святої Єлени.

У Чечено-Інгушетії у зв'язку з інтенсивними опадами в 1989 р. зсувні процеси охопили територію до 150 тис. га з 72 населеними пунктами. У результаті було зруйновано 1600 житлових будинків, 46 шкіл і дошкільних закладів, 11 лікарень, 21 об'єкт культури, 30 торговельних пунктів, 1354 км автошляхів 86 км ЛЕП. Сумарні збитки від зсувів склали приблизно 500 млн. доларів США. Значної шкоди навколишньому середовищу наносять зсувні процеси на Чорноморському узбережжі Кавказу, у долинах Волги, Дону, багатьох інших річок і гірських районах.

В Україні площі зсувонебезпечних ділянок за останні 30 років збільшились у 5 разів. Вони поширені майже на половині території держави, найбільше у Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Миколаївській, Одеській, Харківській областях та в Криму. Значною мірою зсувними процесами охоплені береги каскаду дніпровських водосховищ. Широко розвиваються зсуви у приморських містах України — Керчі, Маріуполі, Одесі, Очакові, Севастополі, де вони сполучаються з абразійними процесами.

Протягом останніх років активізувались зсувні процеси в Чернівцях та Дніпропетровську. Вперше розвиток зсув в центральній частині Чернівців спостерігався наприкінці XIX ст. Пізніше катастрофічна активізація зсувів у місті відбувалась у 1962, 1963, 1965, 1974, 1979, 1991, 1995 і 1999 роках. Зсув, що відбувся у лютому 1995 року, захопив житлові будинки, інженерні споруди,

складські приміщення. Всього було зруйновано приблизно 30 житлових будинків, серйозних збитків зазнали чотири промислових підприємства. Причинами сходження зсуву є перезволоження порід схилу внаслідок невідповідності поверхневого стоку, порушення умов дренажу території та підвищення рівня ґрунтових вод у результаті втрат із водопроводів. Ці чинники діяли ще й на фоні значної річної кількості (600 - 700 мм) атмосферних опадів.

У червні 1997 року катастрофічний зсув у Дніпропетровську, на житловому масиві «Тополь-1», призвів до руйнування багатоповерхового житлового будинку, школи, двох дитячих садків, одноповерхових житлових будинків, вивів із ладу інженерні комунікації. Основним чинником зсувоутворення був підйом рівня ґрунтових вод, що відбувався тут в останні десятиліття зі швидкістю 0,5 - 1 м в рік внаслідок втрат із водопроводів та порушення режиму підземних вод при забудові схилів річкової долини. Процесу утворення зсуву сприяли екранування ділянки розвантаження ґрунтових вод делювієм та вібраційне навантаження від потягів, що проходять по балці.

*Антропогенно зумовлені селі.* На території України 80 % всіх активізованих в останні 40 років зсувів та селів в тій чи іншій мірі є техногенне обумовленими. Площа ураження селевими потоками становить від 3 до 25 % території країни. У Криму вони поширюються на 9% території, у Чернівецькій області — 15%, в Івано-Франківській — 33%, у Закарпатській — на 40%. Активні селепрояви спостерігаються в Карпатах, у долинах річок Дністер, Прут, Тиса, Черемош, у районах з кількістю опадів 1000 — 1600 мм/рік, а також - на правому березі р. Дніпро. У Криму водокам'яні селі з періодичністю від 7 до 20 років спостерігаються в долинах річок Альма, Бельбек, Кача [96, с.53 54].

У Криму і Карпатах максимальні виноси селів склали 165 млн. м<sup>3</sup> (1949р., район Учан-Су). У 1979 р. сель на погоні Белонь і в с. Долонь (Закарпаття) перекочував уламки мармуру діаметром до 2,5 м. Він заніс 17 садіб, 3 га посівів і пошкодив декілька житлових будинків. Сель був обумовлений скиданням у русло потоку породи з місць видобутку [65, с.201]. Період з 1947 по 1955 рр. характеризувався інтенсивним проявом селів у Карпатах. Очевидно це пов'язано з інтенсивним вирубуванням лісу в повоєнний період [32].

Утворення селів часто провокується наявністю техногенних відкладів. У 1961 р. у Києві в районі Бабиного Яру при будівництві трамвайно-тролейбусного депо здійснили планування території методом гідронамивання піску зі спорудженням серії обмежуючих дамб. Вранці 13 березня 1961 р. перенасичені водою ґрунти дамби перетворились на сельовий потік. Останній порушився на Куренівку — житловий район міста з переважанням одноповерхових будинків. Катастрофа супроводжувалася численними людськими жертвами.

Подібна трагедія відбулась у жовтні 1966 р. в селищі Аберран в Англії, на відвалах вугільних; шахт. Шматки сланців та інших підвальних порід, що розпались при зберіганні на дрібні уламки, перетворились на пухку масу. Вона при насиченні атмосферними опадами почала рухатись. Потік, що утворився у



відвалі, зі швидкістю 32 км/годину рухався по долині, поглинувши школу, ферму і ряд будинків. Загибло 144 осіб.

### **3.6. Заходи з охорони надр і земної поверхні**

1) максимально повне використання мінеральної сировини шляхом застосування нових технологій; утилізація пустої породи, шлаків;

2) на місці геологорозвідувальних робіт та видобутку корисних копалин слід уникати засмічення території, застосовувати мікробіологічні препарати для очищення ґрунтів від забруднення нафтопродуктами;

3) необхідно здійснювати рекультивацію земель на місці відпрацьованих відкритим способом родовищ корисних копалин. Рекультивація – забутування підземних виробок пустою породою, засипання виїмок, відновлення шару ґрунту та рослинного покриву, створення штучних водойм у кар'єрах тощо.

4) вивчати та максимально повно враховувати інженерно-геологічні умови при будівництві, щоб уникнути розвитку несприятливих геолого-геоморфологічних процесів: просядок, зсувів, обвалів, карстово-провальних явищ, ерозії тощо.

### **3.7. Антропогенне забруднення ґрунтів**

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається в основному через викиди підприємств промисловості, енергетики та автотранспорту, а також хімізацію сільського господарства. Воно зберігається упродовж тривалого часу, тому що здатність ґрунтів до самоочищення невелика або її може не бути зовсім (це залежить, головним чином, від ступеня динамічності вод зон аерації й насичення). Найбільш згубний вплив справляють кислотні дощі, які руйнують структуру ґрунтів, нищать мікроорганізми і привносять у ґрунти токсичні речовини.

Значну шкоду ґрунтам наносить забруднення важкими металами, найбільш небезпечними із яких є Hg, Pb, Cd, Ni, Cu, Zn. Виробнича діяльність людини призводить до забруднення важкими металами і іншими токсичними речовинами майже до утворення антропогенних геохімічних аномалій навколо промислових центрів і вздовж автомагістралей. Внаслідок роботи металургійних підприємств на поверхню ґрунтів щорічно викидається не менше ніж 150 тис. т Cu, 122 тис. т Zn, 90 тис. т Pb, 12 тис. т Ni, 1500 т Mo, 800 т Co і 31 т Hg. Свинець надходить також разом із викидами автотранспорту (поблизу автотрас на відстані до 200 м вміст Pb в 25-30 разів вищий, ніж у звичайних районах), а ртуть - з отрутохімікатами, Суперфосфатні заводи забруднюють ґрунти недогарковим пилом, який містить Fe, Cu, As, Pb, F. Внаслідок спалювання каустобіолітів на земну поверхню щорічно надходить 1600 т. Hg, 3600 т. Pb, 2100 т. Cu, 7000 т. Zn, 3700 Ni, а з вихлопними газами - 260 тис. т Pb. Деякі промислові підприємства перекачують до хвостосховищ, шламових ставів та накопичуванім різноманітні солі кольорових і важких металів, ціаніди, сполуки миш'яку, ароматичні вуглеводні. Кожний м<sup>2</sup> ґрунтів щорічно поглинає із атмосфери 6 кг шкідливих речовин, що призводить до концентрування цих компонентів у ґрунтах, зміни фізико-хімічних властивостей останніх.

У розвинених країнах відбувається зростання сільськогосподарської продукції на 50-60%, пов'язане із застосуванням мінеральних добрив, що дозволяє задовольнити потреби рослин у основних елементах споживання, а також значно підвищити урожайність сільськогосподарських культур. Разом із урожаєм вилучаються біогенні елементи (N, P, K, меншою мірою S, Ca, Mg та ін.).

Отже, виникає необхідність внесення в ґрунт сполучень цих елементів у кількості, еквівалентній вилученій з урожаєм. Частіше за все вносять: нітрат амонію, нітрат кальцію, сульфат амонію та сечовину; фосфор вносять у вигляді суперфосфатів; кислі ґрунти нейтралізують вапняком та гіпсом. Оскільки мінеральні добрива застосовують у неочищеному вигляді, то разом з ними у ґрунти потрапляють метали й металоїди, малорухливі в цьому середовищі (мобільність збільшується у ряді: Hg, Pb > As, Cd > Zn). Вони накопичуються у поверхневих горизонтах, де зосереджена коренева система рослин. За допомогою кореневої системи рослини витягують із ґрунту мінеральні солі, необхідні для побудови цитоплазми (при наявності сонячної енергії і води), і тим самим транспортують частину елементів.

- Необхідно знати, яка кількість біогенних елементів дістається із ґрунту, щоб повернути йому ідентичну кількість з добривами.

Лише такий підхід забезпечує постійність виробничої спроможності ґрунту. Якщо у лісах під час падолісту повертається в ґрунт більша частина вилучених живильних речовин (Ca, K, P, N), то деякі польові рослини (злакові, картопля і ін.) за певний період часу витягують із ґрунту більше біогенних елементів, ніж повертають у ґрунти (в кг/га). Бобові культури (конюшина, люцерна і ін.) є виключенням, тому що їх корені мають бульбочки (симбіотичні бактерії), які дозволяють фіксувати азот у ґрунті; у цьому випадку вилучається лише кальцій (якщо закопати люцерну, то у ґрунті накопичиться достатня кількість кальцію). Використовуючи біологічну культивування, у ґрунт повертають елементи в органічній формі, вилучені урожаєм, а, отже, відпадає необхідність внесення мінеральних добрив і знижується можливість забруднення ґрунтів.

### **3.8. Негативні процеси в ґрунтах в наслідок антропогенного впливу**

Основними чинниками знищення та деградації ґрунтів у сучасний період є:

- технічні перетворення (підземне будівництво, видобуток корисних копалин);
- антропогенно зумовлені ерозія, дефляція, карст, зсуви та опливини й інші несприятливі геоморфологічні процеси;
- відведення земель під будівництво (промислове, транспортне, житлове, гідротехнічне);
- необґрунтовані меліорації (водних, хімічних тощо);
- неефективне сільськогосподарське виробництво, випалювання рослинності, знищення лісів;
- забруднення (господарське, комунально- побутове).

Нераціональне сільськогосподарське використання земель приводить до дегуміфакації, переущільнення, розвитку дефляції та ерозії, забрудненню токсичними речовинами. Рільництво впливає на ґрунт багаторазовим обробітком машинами та механізмами, вилученням поживних елементів і вигляді врожаю.

При неправильному поливі відбувається заболочування та замулювання ґрунтів. При осушуванні ґрунти втрачають вологу, стають нестійкими до дефляції.

При перевипасі худобі ущільнюється та оголюється ґрунт, що приводить до руйнування ґрунтів унаслідок ерозії та втрати ними родючості унаслідок дефляції.

При випалюванні старої трави відбувається знищення живих організмів у поверхневих шарах ґрунту, підсилення випаровування і висушування ґрунту.

При застосуванні отрутохімікатів та гербіцидів гинуть ґрунтові організми, токсичні речовини накопичуються в ґрунті та знижують його родючість. Основна небезпека пестицидів полягає в тому, що вони впливають не лише на організми, проти яких вони створювалися, а й на усе живе. До того ж, у шкідників розвивається стійкість до пестицидів, відбуваються вторинні спалахи чисельності шкідників унаслідок супутнього знищення їх природних ворогів. До того ж, економічна ефективність використання пестицидів знижується, бо потрібні усе дорожчі пестициди у все більших кількостях. З'ясовано, що із застосуванням пестицидів менше 1% потрапляє в організм шкідника, а при розпиленні з повітря ще менше.

Пестициди за спрямуванням вельми різноманітні. Це гербіциди – засоби для знищення бур'янів, інсектициди – для боротьби із шкідливими комахами, нематоциди – для знищення черв'яків, бактерициди – для знищення хвоботворних мікроорганізмів. Отруйні та відстрашувальні препарати, якими обкурюють сільгоспугіддя, тваринні комплекси та побутові споруди, називають фумигантами, а речовини, що відстрашують тварин – репелентами.

### **3.9. Охорона ґрунтового покриву від негативних антропогенних впливів**

Із забрудненням ґрунтів необхідно боротися шляхом виключення надходження цих забруднень, створення безвідходних і маловідходних технологій, утилізації відходів, конструювання виробництв із замкненим циклом, проведенням раціонального комплексу меліоративних робіт. З ерозією ґрунтів необхідно боротися шляхом використання організаційно-господарських (безпечно в ерозійному відношенні використання земель, використання ланів сівозмін та захисних насаджень і т.д.), агротехнічних (оранка поперек схилу і ін.), лісомеліоративних (створення захисних, водорегулюючих і інших лісових смуг та масивів) і гідротехнічних заходів (створення водозатримуючих валків, протисельових дамб, водоймищ та ін.).

Причинами втрати ґрунтів є: неправильна оранка, надмірна експлуатація пасовищ (без урахування місткості середовища), знищення рослинного покриву (передусім лісів), зрошування, засолення тощо.

Для запобігання ерозії пропонуються комплексні засоби, серед яких можна відмітити: контурну оранку, вузькополосний посів, створення

лісосасних смуг і терас, безорне землеробство, мульчування залишками трави, листям і ін.). Для забезпечення тривалого збереження родючості ґрунтів в агроєкосистемах можна використовувати тільки п'ять способів: чергування сільськогосподарських культур на полі - сівоzmіна; відведення ріллі під переліг; введення чистих парів; травосіяння; органічні та мінеральні добрива [18].

Задля усунення забруднення ґрунтів від пестицидів, необхідно використовувати біологічні засоби захисту, застосовувати природні нетоксичні пестициди (діатоміти та ін.), які підвищують стійкість рослин проти захворювань і шкідників, перейти від монокультур до полікультур, тобто впроваджувати методи екологізації агроєкосистем [37].

Порушеними вважаються ґрунти, що втратили свою родючість і цінність в зв'язку з антропогенною діяльністю. Відпрацьованими називають порушені землі, потреба в яких у підприємств відпала в зв'язку із завершенням розробки родовищ корисних копалин, будівельних і інших робіт, пов'язаних з порушенням ґрунтів. Штучне відновлення ґрунтів після їх порушення називається *рекультивацією*. *Технічна рекультивація* - це планування, формування укосів, пересування і трансплантація родючих ґрунтів на площу, яка рекультивується, будівництво меліоративних споруд і доріг. *Біологічна рекультивація* - комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, направлених на поновлення середовища мешкання тварин і рослин і підновлення господарської продуктивності земель (наприклад, шляхом залісення або сільськогосподарського освоєння земель). Рекультивація земель дозволяє повернути їх до сільськогосподарського обороту, особливо після розробки родовищ корисних копалин у місцях складування вироблених порід, золівдвалів, шлакових насипів, кар'єрів і т.д. На першому (гірничотехнічному) етапі рекультивації вирівнюють насипи при їх невеликій висоті, засипають виїмки з ущільненням, на значних насипах утворюють тераси для насадження рослин, будують котловани у місцях майбутніх водоймищ. На другому (біологічному) етапі покривають породи і відходи шаром ґрунту (наприклад, знятого раніше для відкритої розробки родовища), і подальшим висадженням деревних порід і сільськогосподарських культур (багаторічних бобових трав, потім — пшениці, ячменю).

### **3.10. Екологічні проблеми біосфери**

*Збіднення біорізноманіття на Землі.* Внаслідок різноманітного впливу людства на навколишнє середовище є активний процес денатуралізацій природних ландшафтів. Він стає причиною небажаних кількісних і якісних змін у структурі рослинного покриву, зумовив збіднення видового складу флори і фауни та порушення функціонування природних екосистем.

Упродовж своєї історії людина змінила природні біоєноценози на 55% площі суходолу. Земельні угіддя, на яких майже повністю зведена біота складають 5% площі суходолу. 3 млн. км<sup>2</sup> зайняті під населеними пунктами, промисловими комунікаціями. Ще 2,5 млн. км<sup>2</sup> займають повністю деградовані землі – так звані бедленди (єродовані, засолені, заболочені, занедбані гірські розробки тощо).

З 1983 року у дикій природі зникло 326 видів рослин, під загрозою зникнення знаходяться 2171 вид, 2357 видів відносяться до категорії вразливих, 4606 – до ризиковано рідкісних.

У світі йде масова вирубка лісів, у процесах лісозаготівель та випалювання їх під плантації. Ліси деградують під впливом забруднення та рекреаційного перенавантаження.

Внаслідок нерозумного використання тваринних ресурсів зникло чимало видів тварин.

У кінці палеоліту зникли мамонти, волохаті носороги, велетенські олені та інші тварини. У XVIII столітті були знищені стелерові корови, у XIX столітті - нелітаючий птах моа (зростом до 3,2 метра), а на Маскаренських островах – птах дронт. У XX столітті на островах Гренландія, Ісландія, Лабрадор зникла безкрила гагарка, а у Північній Америці – мандрівний голуб.

Зараз у Червону книгу світу включено 1036 видів хребетних тварин, (193 види риб, 138 видів плазунів, 40 видів птахів, 305 видів ссавців).

У наш час основними причинами збіднення генофонду тварин є техногенні зміни в природному середовищі - забруднення, меліорація заболочених угідь, монокультурне лісове та сільське господарство, різні форми антропогенної трансформації ландшафтів. Загалом, від руйнування місць існування терплять біля 80% видів тварин.

Інші причини зменшення чисельності та вимирання тварин – браконьєрство, надмірний вилов декоративних видів (зокрема, гарних метеликів і жуків), знищення з метою захисту сільськогосподарських угідь (птахів, гризунів, комах), виловлювання та відстріл для одержання лікувальної сировини (земноводні, плазуни, носороги тощо) та легкої промисловості (страуси, крокодили, слони).

Спорудження тваринницьких комплексів, у яких вирощуються десятки тисяч тварин призвело до низки специфічних проблем. По-перше, це дуже небезпечне забруднення: сморід. Забруднені води поверхневі та підземні. На 1500 метрів навкруги комплексів розносяться яйця гельмінтів, патогенні мікроби.

По-друге: часті випадки масової загибелі тварин у величезних кількостях через хвороби, які блискавично охоплюють увесь комплекс. Після масової загибелі тварин виникає проблема захоронення або знищення їх останків.

### **3.11.Заходи із збереженням біорізноманіття на Землі**

Охорона рослинного світу передбачає реалізацію комплексу заходів, спрямованих на збереження просторової, видової, популяційної та ценотичної різноманітності і цілісності об'єктів рослинного світу, охорону умов їх місцезнаходження, збереження від знищення, захист від шкідників та хвороб тощо. Це забезпечується:

- встановленням правил і норм охорони, використання та відтворення об'єктів рослинного світу;

- заборонаю та обмеженням використання природних рослинних ресурсів у разі необхідності;

- проведенням екологічної експертизи та інших заходів з метою запобігання загибелі об'єктів рослинного світу в результаті господарської діяльності;

- захистом земель, зайнятих об'єктами рослинного світу, від ерозії, селей, підтоплення, затоплення, заболочення, засолення, висушення, ущільнення, засмічення, забруднення промисловими та побутовими відходами і стоками та від іншого несприятливого впливу;

- створенням та оголошенням територій та об'єктів природно-заповідного фонду;

- організацією наукових досліджень, спрямованих на забезпечення здійснення заходів щодо охорони та відтворення об'єктів рослинного світу;

- розвитком системи інформування про об'єкти рослинного світу та вихованням у громадян дбайливого ставлення до них;

- створенням системи державного обліку (кадастру рослин) та здійснення державного контролю за охороною, використанням та відтворенням рослинного світу;

- занесення рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин до Червоної книги України, та рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, та типових природних рослинних угруповань - до Зеленої книги України;

- встановленням юридичної відповідальності за порушення порядку охорони та використання природних рослинних ресурсів.

Реалізація всіх цих заходів дозволить зберегти видове різноманіття рослинного світу, генофонд рослинного світу, фітомасу рослинних угруповань та забезпечити рівновагу в екосистемах.

Так, такий рідкісний вид рослин як вузьколистий нарцис, занесено в Червону книгу Країни. В Європі єдиним природним осередком масового проростання нарциса вузьколистого є "Долина нарцисів" в Хустському районі Закарпатської області, яка є частиною Карпатського біосферного заповідника.

Охорона тваринного світу забезпечується такими шляхами:

- встановленням правил та науково обґрунтованих норм охорони, раціонального використання і відтворення об'єктів тваринного світу;

- встановленням заборони та обмежень при використанні об'єктів тваринного світу;

- охороною від самовільного використання та інших порушень встановленого законодавством порядку використання об'єктів тваринного світу;

- охороною середовища існування, умов розмноження і шляхів міграції тварин;

- запобіганням загибелі тварин під час здійснення виробничих процесів;

- формуванням екологічної мережі, створення державних заповідників, заказників і вивченням інших природних територій та об'єктів що підлягають особливій охороні;

- встановленням особливого режиму охорони видів тварин, занесених до Червоної книги України і до переліків видів тварин, які підлягають особливій охороні;

- розробленням і впровадженням програм щодо збереження та відтворення видів диких тварин, які перебувають під загрозою зникнення;
- розведенням в неволі рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тварин, створенням центрів та "банків" для зберігання генетичного матеріалу;
- встановленням науково обґрунтованих нормативів і лімітів використання об'єктів тваринного світу та вимог щодо засобів їх добування;
- регулюванням вилучення тварин із природного середовища для зоологічних колекцій;
- наданням допомоги тваринам у разі захворювання, загрози їх загибелі під час стихійного лиха і внаслідок надзвичайних екологічних ситуацій;
- організацією наукових досліджень, спрямованих на обґрунтування заходів щодо охорони тваринного світу;
- вихованням громадян у дусі гуманного ставлення до тварин; V пропагандою важливості охорони тваринного світу; V здійсненні контролю у галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу;
- проведенням заходів екологічної безпеки;
- запобіганням проникненню в природне середовище України чужорідних видів диких тварин та здійсненні заходів щодо недопущення негативних наслідків у разі їх випадкового проникнення;
- створенням системи державного обліку, кадастру та моніторингу тваринного світу;
- урахуванням питань охорони тваринного світу під час встановлення екологічних нормативів та здійснення господарської діяльності;
- регулюванням вивезення за митний кордон об'єктів тваринного світу;
- стимулюванням діяльності, спрямованої на охорону, раціональне використання і відтворення тваринного світу, інші заходи.

Видно, що охорона тваринного світу вимагає реалізації значної кількості заходів, проте вони є необхідні для збереження видової і популяційної різноманітності тваринного світу.

З метою захисту генофонду рослинного і тваринного світу, природних ландшафтів створюються заповідні території.

До природно-заповідного фонду України належать:

\* *природні території та об'єкти* - природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища;

\* *штучно створені об'єкти* - ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ**

1. *Об'єктом вивчення геоєкології є:*

- а) екосфера
- б) біосфера
- в) екосистеми
- г) географічна оболонка
- д) живі організми

2. Природне оточення людського суспільства, з яким воно знаходиться у неперервній взаємодії, називається:

- а) географічною оболонкою;
- б) біосферою;
- в) географічним середовищем;
- г) екосистемою;
- д) антропосферою

3. Території з певними типами ґрунтами, характером рельєфу, умовами зволоження, сукупністю несприятливих процесів в ґрунтах та гірських породах називаються:

- а) земельними ресурсами;
- б) агорокліматичними ресурсами;
- в) мінеральними ресурсами;
- г) енергетичними ресурсами;
- д) біологічними ресурсами

4. Компоненти природи, які на даному рівні розвитку виробничих сил використовуються або можуть бути використані в якості засобів виробництва або предметів споживання, називаються:

- а) природними ресурсами;
- б) штучними ресурсами;
- в) природокористуванням;
- г) ноосферою;
- д) природними умовами

5. Що відноситься до невичерпних природних ресурсів:

- а) сонячна енергія;
- б) ґрунти;
- в) чисте повітря;
- г) енергія вітру;
- д) геотермальна енергія

6. Що відноситься до вичерпних природних ресурсів:

- а) сонячна енергія;
- б) ґрунти;
- в) чисте повітря;
- г) енергія вітру;
- д) геотермальна енергія
- е) корисні копалини

7. Є такі види забруднень за походженням:

- а) фізичні,
- б) біологічні
- в) атмосферні
- г) хімічні
- д) сточні

8. До фізичного забруднення відносяться:

- а) надходження штучних сполук;



б) теплове забруднення;

в) шум;

г) дим;

д) електромагнітне забруднення

9. Сукупність природних об'єктів та явищ необхідних для людини, для її діяльності, отримання кінцевого продукту споживання, що безпосередньо не входять до складу продукції, створеної людиною називаються:

а) природними ресурсами;

б) штучними ресурсами;

в) природокористуванням;

г) ноосферою;

д) природними умовами

10. Перелічіть види природних ресурсів за походженням

11. Перелічіть види природних ресурсів за вичерпністю

12. Перелічіть види матеріальних забруднень

13. Перелічіть види енергетичних забруднень

14. Перелічіть екологічні закони Комонера

14. Перелічіть основні закони екології та природокористування

15. Перелічіть основні правила екології та природокористування

16. Охарактеризуйте види антропогенного забруднення навколишнього середовища

17. Наведіть приклади фізичного антропогенного забруднення

18. Наведіть приклади хімічного антропогенного забруднення

19. Наведіть приклади біологічного антропогенного забруднення

20. Наведіть приклади механічного антропогенного забруднення

21. Розкрийте умови раціонального природокористування

22. Розкрийте причини, сутність та наслідки нераціонального природокористування

23. Перелічіть екологічні проблеми атмосфери

24. Поясніть сутність та причини сучасного глобального потепління

25. Охарактеризуйте прояви та наслідки сучасного глобального потепління

26. Охарактеризуйте проблему збільшення озонових отворів та шляхи її подолання

27. Розкрийте негативні наслідки виснаження озонowego шару Землі

28. Охарактеризуйте смоги та їх негативний вплив на біоту

29. Кислотні опади, їх основні попередники та метеоумови утворення

30. Поясніть вплив кислотних опадів на природні компоненти

31. Вкажіть заходи із охорони атмосферного повітря

32. Перелічіть екологічні проблеми гідросфери

33. Висвітліть види забруднення вод суходолу, Світового океану та їх наслідки

34. Покажіть види порушень водного режиму поверхневих вод суходолу

35. Покажіть види порушень водного режиму підземних вод суходолу

36. Назвіть напрямки використання надр Землі

37. Охарактеризуйте негативний вплив на літосферу гірничо-видобувної промисловості
38. Укажіть зміни гірських порід під впливом статичних та динамічних навантажень антропогенної діяльності
39. Охарактеризуйте техногенні землетруси
40. Охарактеризуйте техногенний карст та антропогенну суфозію.
41. Охарактеризуйте техногенні зсуви та селі
42. Висвітліть антропогенне забруднення ґрунтів
43. Доведіть множинність негативних процесів в ґрунтах внаслідок антропогенного впливу
44. Охарактеризуйте заходи з охорони ґрунтового покриву від негативних антропогенних впливів
45. Висвітліть екологічні проблеми біосфери
45. Перелічіть заходи із збереженням біорізноманіття на Землі

#### **Базова література**

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй С. Основи загальної екології. - К.: Либідь, 1993 – 304 с.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища. К.: знання, 2002. - 203 с.
3. Екологія: основи теорії і практикум .- Львів: Новий світ , 2004. – 296 с.
4. Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. Навч. посібник. - Львів: Афіша, 2000. - 256 с.
5. Основи соціоекології: Навч. посібник. // За ред. Г.О. Бачинського. - К.: Вища школа, 1995.- 238 с.
6. Радзевич Н.Н. Геоэкология и природопользование. — М.: Дрофа, 2003
7. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Львів: Новий світ - 2000, 2004. -248 с.
8. Яцентюк Ю.В. Геоэкология: навч. посібник.—Вінниця: Едельвейс, 2007. — 396 с.

#### **Допоміжна література:**

1. Барановський В. А. Екологічні проблеми природних вод та їх картографування // Екологічний вісник. – 2004. - №3. – С. 4 – 7.
2. Багнюк В. Глобалізм і екологія //Надзвичайна ситуація.– 2002. - №3. – С. 52 – 55.
3. Бровдій В.М. Охорона природи. - К. : Генеза, 1997.-152 с.
4. Вронський В.А. Прикладна екологія.-Ростов:Фенікс,1996.– 512 с.
5. Где можно получить информацию об экологии в INTERNET? // Инвестиционный магазин. – 1999. - № 12. – С. 32-33
6. Глазко В. І. Чи є вихід із глобальної екологічної кризи? // Безпека життєдіяльності . – 2004. - №4. – С. 2 – 8.
7. Добровольський Г. Нікітін Є. Глобальні екологічні функції ґрунтів // Краєзнавство, географія, туризм. – 2004. - №18 – 19. – С. 26–28 .

8. Дорогунцов С.І., Муховиков А.М., Хвесик М.А. Оптимізація природокористування. Т.1. — К.: Кондор, 2004. — 291 с.
9. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А. Екосередовище і сучасність. Т.ІІІ. — К.: Кондор, 2006. — 426 с.
10. Каплин П.А. Морские побережья в XXI веке // Природа. — 2000. - № 3. — С. 37-46.
11. Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. — К.: Академія, 2006. — 360 с.
12. Климчик Є. Ф. Що таке парниковий ефект? // Безпека життєдіяльності. — 2003. - № 7. — С. 31–33.
13. Коваленко Г. Соціально-екологічні проблеми сьогодення // Соціальний захист. — 2001. - № 3.- С. 54 – 57.
14. Коваленко П.І., Михайлов Ю.О. Меліоративна екологія// Вісник аграрної науки. — 1999. - №.- С.10-13.
15. Кузнецов В. Экологические проблемы города // Основы безопасности жизни. — 1998.- № 11. — С. 3-10.
16. Лосев А.В.,Провадкин Г.Г.Социальная экология.- М.:Владос, 1988.- 312
17. Максаковский В.П. Географическая картина мира.- М., 1996.-160 с.
18. Маркович Д. Социальная экология. М.: Просвещение, 1991.- 176 с.
19. Масленников В. Проблемы экологии и аграрная сфера // Диалог. — 1996. - № 10.- С. 26-31.
20. Назарук М.М. Соціоекологія: Словник. . - Львів, Афіша 1998. — 380 с.
21. Омельченко О. Українська житиме за єдиними з Європою « Зеленими правилами» // День.- 2003.— 27 трав. — С. 5.
22. Поздеева Н. Жуковин И. Современный взгляд на глобальные экологические изменения // Краеведство. География. Туризм. — 2002. - №25 – 28. — С. 8 – 9.
23. Радзевич Н.Н. Геоэкологические последствия милитаризма// География в школе. — 1999.-№ 7 - С.12-19.
24. Радзевич Н.Н., Пашканг К.В. Охрана и преобразование природы. — М.: Просвещение, 1986. — 288 с.
25. Салтовський О.І. Основи соціальної екології. - К.: МАУП, 1997. — 244 с.
26. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В., Социальная экология: Учебн. пособие для студ. пед. вузов.: М.: Просвещение, 2000. — 342 с.
27. Ситник К. М. Багнюк В. М. Охорона біосфери : досягнення і прорахунку // Екологічний вісник. — 2004. - № 3. — С. 13 – 16.
28. Степанчук О. В. Степанчук І. М. Автомобільний транспорт і екологічні проблеми міст // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2004. - № 6. — С. 88 – 93.
29. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекотологія та охорона навколишнього середовища. - Львів: Новий Світ - 2000, 2004. -256 с.
30. Сухоруков В. Д. География и экология в XXI веке //Краеведство. География. Туризм. — 2005. - № 21 – 23. —С. 3 – 7.
31. Тимочко Т. В. Екологічні проблеми транспорту погляд громадськості // Екологічний вісник. — 2005. - № 4. — С. 18 – 19.

32. Шкуро В.В. Еколого-гігієнічні проблеми сучасного урбанізованого міського середовища // Екологічний вісник. 2005 - № 4.- С. 8 – 10
33. Экология города: Уч. для вуз./Ред. Стольберг Ф.В.–К.Либра, 2000. - 463 с.
34. Царенко О.М., Несветов О.О., Кабацький М.О. Основи екології та економіка природокористування. - Суми: Університ. книга, 2001. - 326 с.
35. Экология человека / Ред. Агаджанян Н.А. – М.: Крук, 1997. - 205 с.
36. Яншин А.А. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века // Экология и жизнь. – 2001. - № 42 – 43.
37. Яцик А. Екологічна ситуація в Україні та шляхи її поліпшення // Здоров'я та фізична культура. – 2005. - №6. – С. 23 – 24.

### Електронні ресурси

1. Антропогенний вплив на навколишнє середовище - <http://ekosvit.nepopsa.com/antropovpluv/>
2. Антропогенний вплив на біосферу - [http://ua-referat.com/%D0%90%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83\\_2](http://ua-referat.com/%D0%90%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83_2)
3. Антропосфера - <http://histua.com/slovník/a/antroposfera>
4. ВЗАЄМОДІЯ СУСПІЛЬСТВА З ПРИРОДОЮ, АНТРОПОГЕННИЙ І ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, Сучасний рівень порушення екологічної рівноваги на Землі, Екологічний менеджмент - Семенов В.Ф Б - [http://libfree.com/112799026\\_ekologiyaprintsipi\\_ekologichnoyi\\_politiki\\_kriteriyi\\_ekologichnoyi\\_bezpeki\\_pri\\_vzayemodiyi\\_suspilstva\\_prirodo.html](http://libfree.com/112799026_ekologiyaprintsipi_ekologichnoyi_politiki_kriteriyi_ekologichnoyi_bezpeki_pri_vzayemodiyi_suspilstva_prirodo.html)
5. Вплив живих організмів на географічну оболонку - <http://www.kazedu.kz/referat/101538>
6. Вчення про ноосферу як шлях до формування екологічної відповідальності - <http://studentam.net.ua/content/view/7282/97/>
7. Географічне середовище і його роль в розвитку суспільства - <http://studentam.net.ua/content/view/3968/117/>
8. *Геоэкологические аспекты современных ландшафтов мира. Сайт «Экодело»:*  
[http://ecodelo.org/9154geoekologicheskie\\_aspekty\\_sovremennykh\\_landshaftov\\_mira-geoekologiya](http://ecodelo.org/9154geoekologicheskie_aspekty_sovremennykh_landshaftov_mira-geoekologiya)
9. Екологічні стратегії людства - <http://refsmarket.com.ua/searchdirect.php?ID=2558594>
10. ЕКОНОМІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЯХ - [http://ndisrp.ucoz.ua/\\_ld/0/14\\_konference\\_BS\\_2.pdf](http://ndisrp.ucoz.ua/_ld/0/14_konference_BS_2.pdf)

11. Класифікація природних ресурсів - [http://tourlib.net/books\\_ukr/fomenko31.htm](http://tourlib.net/books_ukr/fomenko31.htm)
12. **Ноосфера** - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0>
13. Основні шляхи екологізації сучасного виробництва [http://referatcentral.org.ua/ecology\\_load.php?id=570](http://referatcentral.org.ua/ecology_load.php?id=570)
14. *Основні шляхи екологізації сучасного виробництва* <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=40827>
15. охорони навколишнього природного середовища - <http://www.kostytsky.com.ua/upload/doc/1-2.pdf>
16. Перспективні напрями раціонального природокористування - [http://pidruchniki.ws/1082072638869/rps/perspektivni\\_napryami\\_ratsionalnogo\\_prirodokoristuvannya](http://pidruchniki.ws/1082072638869/rps/perspektivni_napryami_ratsionalnogo_prirodokoristuvannya)
17. Підтримка динамічної рівноваги природних ландшафтів. Роль геоекології в оптимізації геоекосистем - <http://studentam.net.ua/content/view/5799/129/>
18. **Поняття ноосфери. Взаємодія природи й суспільства. Реферат.** - <http://referat.inf.ua/referaty/kulturologija/ponjattja-noosferi-vza%D1%94mod%D1%96ja-prirodi-j-susp%D1%96stva-referat>
19. Поняття сталого розвитку. Критерії та принципи. Екологічна домінанта сталого розвитку - [http://pidruchniki.ws/ekologiya/ponvattva\\_stalogo\\_rozvitku\\_kriteriyi\\_printsipi\\_ekologichna\\_dominanta\\_stalogo\\_rozvitku](http://pidruchniki.ws/ekologiya/ponvattva_stalogo_rozvitku_kriteriyi_printsipi_ekologichna_dominanta_stalogo_rozvitku)
20. Природне середовище і людина - [http://pidruchniki.ws/14940807/bzhd/prirodne\\_seredovische\\_lyudina](http://pidruchniki.ws/14940807/bzhd/prirodne_seredovische_lyudina)
21. **Природне середовище та його роль у життєдіяльності людини** - <http://www.info-works.com.ua/referats/sociologia/1802.html>
22. Природні ресурси - [http://ua-referat.com/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8\\_2](http://ua-referat.com/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8_2)
23. Природні ресурси - <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8>
24. Природні ресурси, їх класифікація та економічна оцінка - [http://buklib.net/component/option,com\\_jbook/task,view/Itemid,99999999/catid,127/id,3599/](http://buklib.net/component/option,com_jbook/task,view/Itemid,99999999/catid,127/id,3599/)
25. **Природні ресурси. Класифікація природних ресурсів** <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=35560>
26. Середовище існування людини та його компоненти - <http://studentam.net.ua/content/view/5792/129/>
27. *Соціальна екологія (лекції). Зміни та перетворення природних процесів і компонентів природи господарською діяльністю. Сайт «Studentam.net.ua»:* <http://studentam.net.ua/content/view/5798/129/>

28. Соціальна екологія (лекції). Підтримка динамічної рівноваги природних ландшафтів. Роль геоекології в оптимізації геоекосистем. Сайт «Studentam.net.ua»: <http://studentam.net.ua/content/view/5799/129/>
29. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СУСПІЛЬСТВА В
30. Стратегія й тактика виживання людства. - [http://pidruchniki.ws/10310208/ekologiya/strategiya\\_taktika\\_vizhivannya\\_lyudstva](http://pidruchniki.ws/10310208/ekologiya/strategiya_taktika_vizhivannya_lyudstva)