

28.08/273  
Е 45

Вища освіта в Україні

# **ЕКОЛОГІЯ:** **теоретичні основи** **і практикум**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



Для студентів вищих закладів освіти



Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я.

# **ЕКОЛОГІЯ:**

## **теоретичні основи і практикум**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**  
3-тє видання, стереотипне

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

НБ ПНУС



691404

Львів  
“Новий Світ-2000”  
2006

ББК 28.081

УДК 502.7

П64

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для вищих навчальних закладів (лист №14/18.2-259 від 10.02.2003 р.)*

**Рецензенти:**

**Сафранов Т.А.** – доктор геолого-мінерологічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної екології Одеського державного екологічного університету

**Гудзовська Л.О.** – кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та екології Української академії друкарства

**Назарук М.М.** – кандидат філософських наук, доцент кафедри раціонального використання природних ресурсів і охорони природи Львівського національного університету ім. Івана Франка

**Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я.**

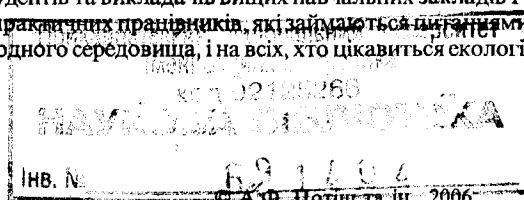
**П64 Екологія: теоретичні основи і практикум. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 3-тє видання, стереотипне. – Львів: “Новий Світ-2000”, 2006. – 328 с.**

ISBN 966-7827-28-3 “Новий Світ-2000”

Розглянуто найважливіші теоретичні питання традиційної та сучасної екології, забезпечення гармонійного співіснування суспільства і природи, раціонального природокористування. Значну увагу приділено факторіальній екології, екології популяцій, угруповань, вченню про екосистеми, екологічну безпеку. Висвітлено також питання глобальної екології (вчення про біосферу), впливу практичної діяльності людини на екологію, правові аспекти охорони навколишнього природного середовища. Вміщено завдання, вправи, тести, лабораторний практикум з екології, термінологічний словник.

Навчальний посібник написано згідно з навчальною програмою Міністерства освіти і науки України з дисципліни “Екологія”. Може бути використаний при вивченні дисциплін “Загальна екологія”, “Основи екології та природокористування”, “Основи загальної екології і неоекології”, “Екологія та охорона природи” та ін.

Розраховано на студентів та викладачів вищих навчальних закладів I–IV рівнів акредитації, а також практичних працівників, які займаються питаннями охорони навколишнього природного середовища, і на всіх, хто цікавиться екологією.



ISBN 966-7827-28-3 “Новий Світ-2000”

© А.Ф. Потіш та ін., 2006

© “Новий Світ-2000”, 2006

© О.І. Гуцуляк, дизайн обкладинки, 2006

## ЗМІСТ

ПЕРЕДНЄ СЛОВО .....	6
---------------------	---

Тема 1. ЕКОЛОГІЯ ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА .....	9
--	---

1.1. Визначення, предмет і завдання екології .....	10
1.2. Рівні організації живої матерії. Галузі і підрозділи екології .....	11
1.3. Закони, категорії і методи екології .....	14
1.4. Коротка історія становлення екології як науки .....	24
1.5. Екологія – теоретична база заходів з охорони природи .....	28

Тема 2. АУТЕКОЛОГІЯ (ФАКТОРІАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ) .....	33
---	----

2.1. Поняття середовища існування. Водне, ґрунтове, повітряне середовище .....	34
2.2. Екологічний фактор. Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми .....	40
2.3. Лімітуючі фактори. “Закон мінімуму” Лібиха .....	49
2.4. Взаємодія екологічних факторів. “Закон толерантності” Шелфорда .....	50
2.5. Біотичні фактори. Форми біотичних відносин .....	53
2.6. Антропогенні фактори .....	57

Тема 3. ДЕМЕКОЛОГІЯ (ЕКОЛОГІЯ ПОПУЛЯЦІЙ) .....	63
--	----

3.1. Організація на популяційному рівні .....	64
3.2. Динаміка популяцій. Загальні уявлення та поняття .....	66
3.3. Структура популяцій .....	67
3.4. Типи взаємовідносин між популяціями .....	71
3.5. Коливання та регуляція чисельності популяції .....	74
3.6. Зростання чисельності популяції, криві зростання та виживання .....	75

Тема 4. СИНЕКОЛОГІЯ (ЕКОЛОГІЯ УГРУПОВАНЬ) .....	81
---	----

4.1. Біоценози (угруповання). Їх таксономічний та функціональний склад. Систематика біоценозів .....	82
4.2. Трофічна, просторова, екологічна структура біоценозу .....	85
4.3. Видова структура угруповань та способи її виявлення .....	90
4.4. Концепція біотичного угруповання .....	92
4.5. Класифікація елементів угруповання та концепція екологічного домінування. ....	93
4.6. Поняття про екологічну нішу. Потенційна та реалізована ніші .....	93
4.7. Динаміка біоценозу як результат міжвидових взаємовідносин. Типи сукцесій .....	95
4.8. Індикативне значення організмів. ....	100

<b>Тема 5. БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ (ВЧЕННЯ ПРО ЕКОСИСТЕМИ)</b> .....	104
5.1. Співвідношення понять “біогеоценоз” (В.М. Сукачов) та “екосистема” (А. Тенслі) .....	105
5.2. Складові компоненти біогеоценозу та основні фактори, які забезпечують його існування. ....	108
5.3. Основні етапи використання речовин та енергії в екосистемах. Втрати енергії при переході з одного трофічного рівня на другий .....	110
5.4. Первинна продукція – продукція автотрофних організмів. Екологічна ефективність екосистем .....	113
5.5. Екологічна піраміда. Піраміди мас, чисел та енергії .....	116
5.6. Загальні принципи стійкості екосистем. ....	119
<b>Тема 6. ЕКОСИСТЕМИ СВІТУ</b> .....	123
6.1. Класифікація основних екосистем світу .....	124
6.2. Тундри .....	124
6.3. Лісові екосистеми помірного поясу .....	126
6.4. Вічнозелений тропічний дощовий ліс .....	129
6.5. Степи .....	130
6.6. Пустелі .....	132
6.7. Болота .....	134
6.8. Водні екосистеми .....	136
<b>Тема 7. ГЛОБАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ (ВЧЕННЯ ПРО БІОСФЕРУ)</b> .....	142
7.1. Поняття про біосферу .....	143
7.2. Структура біосфери. Жива речовина. Розподіл життя у біосфері .....	146
7.3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини .....	150
7.4. Енергетичний баланс біосфери. Зміни енергетичного балансу біосфери, пов’язані з діяльністю людини .....	154
7.5. Біогеохімічні цикли. Кругообіг важливих хімічних елементів у біосфері. Антропогенний вплив на природні цикли основних біогенних елементів .....	158
7.6. Стабільність біосфери. Ноосфера, управління біосферою .....	165
<b>Тема 8. ЕКОЛОГІЯ І ПРАКТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ</b> .....	173
8.1. Науково-технічний прогрес та проблеми екології .....	174
8.2. Джерела екологічної кризи та її вплив на біосферу. Техногенно-екологічна безпека України .....	178
8.3. Форми та механізми деградації біосфери. Вплив промислового та сільськогосподарського виробництв на біосферу .....	180
8.4. Природні небезпечні явища і процеси .....	183
8.5. Техногенні небезпечні явища і процеси .....	187
8.6. Екологічні особливо небезпечні процеси .....	191
8.7. Екологічна безпека як основа сталого розвитку .....	200

<b>Тема 9. ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....	203
9.1. Система екологічного законодавства України .....	204
9.2. Право власності на природні ресурси .....	205
9.3. Об’єкти правової охорони навколишнього природного середовища .....	207
9.4. Основні принципи охорони навколишнього природного середовища .....	210
9.5. Екологічні права та обов’язки громадян щодо охорони навколишнього природного середовища .....	213
9.6. Управління в галузі охорони навколишнього природного середовища ..	216
9.7. Екологічна експертиза .....	221
9.8. Контроль і нагляд у галузі охорони навколишнього природного середовища .....	224
9.9. Види використання природних ресурсів .....	226
9.10. Природні території та об’єкти, що підлягають особливій охороні .....	229
9.11. Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища .....	232
9.12. Відповідальність за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища .....	235
<b>ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ЕКОЛОГІЇ</b> .....	244
Практична робота №1 .....	245
Практична робота №2 .....	248
Практична робота №3 .....	249
Практична робота №4 .....	252
Практична робота №5 .....	254
Практична робота №6 .....	255
Практична робота №7 .....	256
Практична робота №8 .....	258
Практична робота №9 .....	259
Практична робота №10 .....	260
Практична робота №11 .....	261
Практична робота №12 .....	263
Практична робота №13 .....	265
Практична робота №14 .....	266
Практична робота №15 .....	268
<b>СЛОВНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ</b> .....	272
<b>Список використаної літератури</b> .....	313
<b>Додатки</b> .....	316



## ПЕРЕДНЄ СЛОВО

Особливе значення для формування у майбутніх спеціалістів будь-якого профілю системи знань про основні закономірності взаємодії людини, суспільства і природи, особливості впливу антропогенних факторів на природне середовище, охорону навколишнього природного середовища та раціональне природокористування, глобальні проблеми екології, екосистеми тощо, має вивчення такої навчальної дисципліни, як “Екологія”. З метою учбово-методичного забезпечення цієї та інших екологічних дисциплін (“Основи екології”, “Загальна екологія”, “Основи загальної екології і неоекології”, “Основи загальної екології та природокористування”) протягом останніх десяти років в Україні видана низка підручників та навчальних посібників. Серед них слід відзначити книги, написані С.В. Анісімовою (зі співавторами), Г.О. Білявським (зі співавторами), В.С. Джигиреєм (зі співавторами), К.А. Злобіним, В.П. Замостяном, В.П. Кучерявим, Т.А. Сафрановим, А.В. Яциком та ін., які зробили великий внесок у розвиток екології як навчальної дисципліни.

Однак, потреба в сучасних підручниках та посібниках з екології, які б базувались на засадах інтеграції теоретичних і практичних знань з природознавства, біології, фізики, хімії та ін. наук, набутих студентами ще в школі та при вивченні загальноосвітніх дисциплін у вищому навчальному закладі, які б враховували як позитивний досвід викладання екології, так і певні недоліки і прорахунки, що містяться в попередніх виданнях, залишається нагальною.

Автори пропонованого посібника в повному обсязі висвітлюють найважливіші проблеми традиційної та сучасної екології. У ньому, зокрема, на широкому масиві теоретичного і практичного матеріалу, напрацьованого вітчизняними і зарубіжними спеціалістами, в доступній формі, у світлі новітніх методичних вимог, розкриваються предмет, структура, закони, категорії та методи екології, подається коротка історія її становлення як природничої науки. Значна увага приділяється питанням факторіальної екології, екології популяцій, угруповань, вченню про екосистеми, біосферу, проблемам антропогенного забруднення навколишнього природного середовища та його охорони, екологічній безпеці як основи сталого розвитку. Не обійшли автори й правові аспекти екологічних відносин, питання правового регулювання охорони навколишнього природного середовища.

У книзі розглядаються найновіші підходи до вирішення тих чи інших теоретичних і практичних проблем екології. Доволі складні питання, як правило, викладені просто і зрозуміло, з певними елементами проблемного

підходу. Найважливіші переваги посібника полягають в тому, що його зміст вибудовано логічно, чітко і послідовно, так, що наступні теми спираються на попередні та розвивають їх зміст далі.

Зауважимо, що основне завдання посібника – дати методичний та теоретичний матеріал для безконтактного (самостійного) вивчення екології як навчальної дисципліни – зумовило деякі його особливості. Це, насамперед, широке застосування наочно-демонстративного матеріалу (схем, таблиць, малюнків). У ньому кожна тема починається з преамбули, визначення, що повинен знати і вміти студент після вивчення матеріалу даної теми, якою має бути логіка викладу і вивчення цього матеріалу.

З метою концентрації уваги студента в посібнику вживаються умовні позначення:  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\otimes$  та ін. Крім того, в кінці кожної теми подаються резюме, питання для розмірковувань, самоперевірки, повторення, теми для рефератів, доповідей і контрольних робіт, завдання для самостійного опрацювання і закріплення теоретичного матеріалу, вправи та тести.

Важливою частиною посібника є “Лабораторний практикум з екології”, який охоплює 15 лабораторно-практичних занять. Він покликаний закріпити у студентів теоретичні знання з екології, допомогти набутти практичних навичок визначення фізичних параметрів навколишнього середовища, ознайомити з методами виміру фонові радіоактивності, гамма та бета випромінювання, дослідження статистичних параметрів популяції, організації та проведення фенологічних спостережень, складання календаря природи тощо, а також виявлення та визначення біоценотичних зв'язків, транспортного навантаження в населених пунктах.

В кінці посібника містяться термінологічний словник, список навчальної літератури з екології, додатки, в яких читач знайде інформацію про гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосфері, у питній воді, ґрунтах тощо, а також інші відомості.

Оригінальне компонування самого тексту посібника забезпечує використання повного комплексу основних методів навчання: словесного, наочного і практичного.

Книга написана з переконанням, що буде корисною як для студентів, так і для викладачів вищих закладів освіти, а також для вчителів і учнів загальноосвітніх шкіл, спеціалістам з екології, природокористування та природоохоронної діяльності, керівників, інженерно-технічних працівників примислових підприємств та об'єктів господарської діяльності. Вона буде цікавою для широких верств населення, що занепокоєні проблемами екології.

Навчальний посібник написали:

— кандидат біологічних наук, доцент Ужгородського державного університету Л.Ф. Потіш (теми 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, “Практикум”);

– викладач вищої категорії, директор Львівського екологічного політехнікуму В.Г. Медвідь та кандидат технічних наук, викладач вищої категорії, завідувач екологічним відділенням Львівського екологічного політехнікуму О.Г. Гвоздецький (переднє слово, тема 1(1.3), тема 4(4.6), тема 8, словник екологічних термінів, список літератури, а також преамбула, визначення, що повинен знати і вміти студент після вивчення матеріалу теми, список ключових понять та термінів, резюме, питання для розмірковувань, самоперевірки та повторення, плану семінарського заняття, теми доповідей та контрольних робіт, завдання, вправи та тести, що подаються до кожної теми);

– кандидат юридичних наук, доцент Львівського національного університету ім. Івана Франка З.Я. Козак (тема 9).

Автори будуть вдячні за всі зауваження та побажання щодо покращення змісту та структури навчального посібника, які можна надсилати до видавництва "Новий Світ-2000" за адресою, що вказана в кінці книги.

Автори та видавці

## ТЕМА 1

# Екологія як природнича наука

Формування екології як науки почалося в XX столітті й триває досі. Сучасна екологія з традиційної біоекології виросла в комплексну, складну, багатогранну інтегральну науку – лідера, стала філософією виживання людства – екологічною філософією.

Екологічна діяльність нині – обов'язкова, а здебільшого – одна з основних складових будь-якої сфери людської діяльності: промислового виробництва, енергетики, сільського й лісового господарства, транспорту, наукових досліджень, військової справи, культури, релігії та ін.

## СУТТЕВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

Знати

- ✎ історію становлення екології як науки;
- ✎ основні категорії і закони екології;
- ✎ об'єкти й методи досліджень в екології;
- ✎ суть і особливості завдань, які стоять перед екологічною наукою.

Вміти

- ✎ дати визначення екології;
- ✎ охарактеризувати структурні підрозділи загальної екології;
- ✎ пояснити суть основних екологічних понять;
- ✎ охарактеризувати зв'язки екології з іншими науками.

Ключові поняття та терміни

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| • екологія           | • біосферологія                 |
| • предмет екології   | • екосистема                    |
| • структура екології | • екологічні закони             |
| • біосфера           | • методи екологічних досліджень |
| • біоценоз           | • довкілля                      |
| • біогеоценоз        | • завдання екології             |
| • аутоекологія       | • закони екології               |
| • демекологія        | • організм                      |
| • синекологія        | • популяція                     |

## □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 1.1. Визначення, предмет і завдання екології.
- 1.2. Рівні організації живої матерії. Галузі і підрозділи екології.
- 1.3. Закони, категорії і методи екології.
- 1.4. Коротка історія становлення екології як науки.
- 1.5. Екологія – теоретична база заходів з охорони природи.

### 1.1. Визначення, предмет і завдання екології

Вперше термін “**екологія**” був запропонований німецьким біологом *Е. Геккелем* у 1866 р. У дослівному перекладі (oikos – з грецької означає дім) екологія – це наука про “дім”, тобто про природу, що оточує нас. Вона вивчає умови існування живих організмів, їхній взаємозв’язок та їхню взаємодію з довкіллям. Але наприкінці ХХ ст. зміст екології став децю ширшим, та її місце в системі наук значно змінилося. Екологія виникла як суто біологічна наука, але в наш час вона трансформувалася і стала наукою про структуру та функцію природи в цілому, наукою про біосферу, наукою, що вивчає місце людини на нашій планеті, наукою про взаємозв’язки всього живого на нашій планеті між собою та з довкіллям.

Видатний американський вчений *Ю. Одум* одним з перших почав розглядати екологію не як вузьку біологічну наукову дисципліну, а як міждисциплінарну науку, що досліджує багатокomпонентні та багаторівневі складні системи у природі та суспільстві. Ця якісна зміна в розумінні екології вимагала озброєння її новими методами та зробила її високо актуальною для вирішення соціальних й економічних проблем людства.

**Предмет екології.** Згідно зі сучасними уявленнями, предмет екології – це сукупність або структура зв’язків між організмами та середовищем, що їх оточує. Для кращого розуміння питання предмету екології, необхідно визначити місце екології серед інших біологічних наук та розглянути їх взаємозв’язки (рис. 1.1).

На цьому малюнку бачимо, що “пиріг” біології можна розкряти, по горизонталі відокремлюються фундаментальні науки, по вертикалі – таксономічні підрозділи. Отже, екологія належить до фундаментальних розділів біології і є складовою частиною кожного з усіх таксономічних підрозділів.

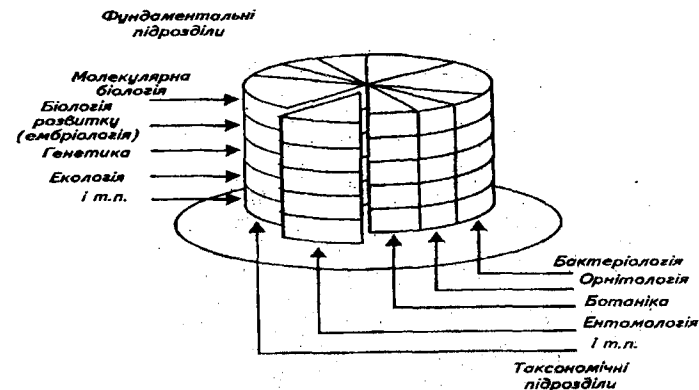


Рис. 1.1. “Шаровий пиріг” біології.  
Фундаментальні (горизонтальні) та таксономічні (вертикальні) підрозділи (за Ю.Одумом, 1986).

Отже, зміст сучасної екології найкраще виділити, виходячи з концепції рівнів організації живої матерії, які складають “біологічний спектр”.

#### Основні завдання науки про довкілля:

- вивчення загального стану сучасної біосфери, умов його формування та причин змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогнозування динаміки стану біосфери в часі й просторі;
- розробка (з урахуванням основних екологічних законів) шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання й самовідновлення.

**\*Екологія** – це наука про взаємовідносини живих істот між собою та з неорганічною природою, що їх оточує, про зв’язки в системах, яким підпорядковане існування організмів, про структуру і функціонування цих систем.

### 1.2. Рівні організації живої матерії. Галузі і підрозділи екології

На сьогоднішній день, виходячи з головних властивостей живого, в екології виділяють наступні рівні організації живої матерії: *клітина* ⇒ *тканина* ⇒ *орган* ⇒ *організм* ⇒ *популяція* ⇒ *біоценоз* ⇒ *екосистема* ⇒ *біосфера*.

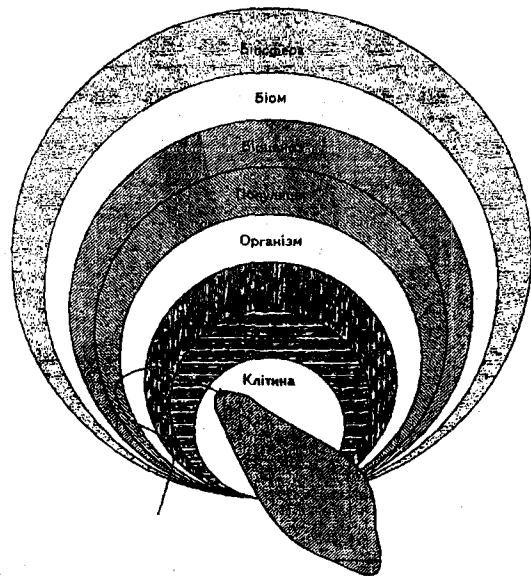


Рис.1.2. Ієрархія організованих систем у біосфері.

Спрощений варіант розуміння рівнів організації живої матерії можна побудувати на складових вищих рівнів по відношенню до нижчих рівнів (рис.1.2).

Отже, сукупність клітин, які виконують різні функції, будуть складати **організм**, а сукупність особин одного виду, які займають певну територію – **популяцію**, сукупність популяцій – **біоценоз, екосистему**, сукупність екосистем планети Земля творить **біосферу**. Взаємодія з фізичним середовищем (енергією та речовиною) на кожному рівні зумовлює існування визначених функціональних систем. Отже, екологія вивчає системи, які вищі за організований рівень, тобто такі, в склад яких входять окремі групи організмів і між ними обов'язково мають виникати якісь взаємовідносини, а також взаємовідносини їх з навколишнім середовищем. Однак, чітких меж між окремими рівнями організації живих систем не існує, оскільки необхідно брати до уваги і такі фактори, як взаємозалежність і взаємовплив. Наприклад, окремий організм не здатен до довгого ізолюваного існування за межами своєї популяції, так як і окремий орган за межами організму.

Отже, екологія досліджує явища, які займають шість рівнів організації живої природи: організму, популяції, виду, біоценозу, біогеоценозу, біосфери.

**Організм.** Вивчаючи особину конкретного виду, ми досліджуємо, по суті, організм. Організацією і функцією організму займається доволі успішно низка біологічних дисциплін: анатомія, систематика, фізіологія, ембріологія і частково генетика. Ставлення організмів до середовища вивчає екологія організмів.

**Популяція** – угруповання особин, які належать до одного виду і заселяють спільну територію. Наприклад, люди однієї етнічної групи, що живуть в Українських Карпатах (бойки, гуцули, лемки), поліські чорногузи, рухівські бучини, колонії форелі у верхів'ї Дністра. Кожне угруповання особин, що належить до одного виду, має окреслену **генетичну** структуру, яка виражена в певних морфологічних особливостях виду. Одночасно виступає **екологічна структура**, яка є результатом відмінності демографічного типу, наприклад, вікова структура, розроджувальність, смертність. Процеси, які відбуваються в межах популяції, пов'язані зі змінами чисельності організмів або ж із морфологічними змінами. Популяція є основною біологічною одиницею, в межах якої реалізуються процеси **природного добору**.

**Біоценоз** є найвищим щаблем організації живої природи, сталою системою разом із існуючими на певній ділянці суші або водойми організмами і створеним ними ж біоценотичним середовищем. Популяції різних видів, пов'язані між собою різноманітними біологічними стосунками, є елементами структури цієї одиниці. В межах біоценозу відбувається кругообіг матерії й енергії, а також формування середовища життя організмів – **біотопу**.

**Біогеоценоз (БГЦ)** – сукупність рослинності, тваринного світу, мікроорганізмів і певної ділянки земної поверхні, які пов'язані між собою обміном речовин та енергії. БГЦ включає в себе певне угруповання організмів, ґрунт, ґрунтову воду і нижні шари тропосфери. Його межа визначається головним чином межею фітоценозу (рослинного угруповання).

**Біосфера** – оболонка Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери і літосфери, населені живими організмами. Верхня межа біосфери має озоновий екран, що затримує більшу частину згубних для живих істот ультрафіолетових променів, а нижня – тепловий бар'єр.

Екологію можна умовно поділити на п'ять великих підрозділів: **аутекологію** (екологію організмів), **демекологію** (екологію популяцій), **синекотологію** (екологію угруповань), **біогеоценологію** та **біосферологію** (глобальну екологію).

**Аутекологія** (термін введений у 1896 р. Шретером) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим їх середовищем. Цей



розділ екології займається головним чином визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів. Аутоекологія вивчає також вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

**Демекологія** (термін введений у 1963 р. Швердтфегером) описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини. Цей розділ ще називають динамікою популяцій, або популяційною екологією.

**Синекологія** (Шретер, 1902) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і оточуючим середовищем. Термін **біоценологія**, введений у 1918 р. Гамсом, є практично синонімом синекології. В синекології дослідження проводять в двох напрямках: статичному і динамічному.

**Статичний напрям** (описова синекологія) займається становленням видового складу угруповань, чисельністю, частотою виявлення виду, видовим представництвом і просторовим розміщенням.

**Динамічний напрям** (функціональна синекологія) обіймає два аспекти. Перший стосується розвитку угруповань і дослідження причин, які призвели до їх зміни. Другий займається обміном речовин та енергії між різними компонентами екосистеми, а також вивчає кормові ланцюги, біомасу і енергію, продуктивність біоценозів. Цей напрям ще називають кількісною синекологією.

**Біогеоценологія**, або екосистемологія, вивчає біогеоценотичний шар Земної кулі і, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), в яких взаємодіють біоценози і абіотичне середовище.

**Біосферологія** (глобальна екологія) вивчає біосферу як єдине планетарне ціле, з'ясовує закономірності еволюції біосфери.

! **Сфера екології:** організми  $\Rightarrow$  популяції  $\Rightarrow$  угруповання  $\Rightarrow$  біогеоценози  
•  $\Rightarrow$  біоми  $\Rightarrow$  біосфера.

### 1.3. Закони, категорії і методи екології

Екологія, як і інші науки, базується на загальнонаукових, кібернетичних, біологічних, геологічних, географічних, фізико-хімічних законах. Кращому осмисленню екології як науки допоможе навіть простий перелік законів, суміжних з екологією наукових дисциплін. В одній із останніх своїх робіт "Екологія: теорії, закони, правила, принципи і гіпотези" М.Ф. Реймерс робить науковий огляд теоретичного спадку в царині екології, наводить 250 законів, закономірностей, принципів, правил, якими користується сучасна екологічна наука.

М.Ф. Реймерс (1994), класифікуючи і узагальнюючи закони, принципи,

правила, аксіоми, афоризми, метафори, догми, намагається створити певний ієрархічний блок екологічних законів. Львівські вчені С.М. Кравченко і М.В. Костицький (1992) подають їх у такому порядку:

1) **закон обмеження природних ресурсів**. Деякі вчені вважають сонячну енергію практично невичерпною, однак при цьому не беруть до уваги, що серйозною перепорою для її використання є біосфера, антропогенна зміна якої понад допустиму межу (за правилом – 1%) може призвести до серйозних і тяжких наслідків: штучне привнесення енергії в біосферу досягло вже значень, близьких до обмежень.

Згідно зі законом обмеженості (вичерпності) природних ресурсів, всі природні ресурси (ПР) кінцеві. Оскільки Земля представляє собою природно обмежене ціле, то на ній не можуть існувати нескінченні частини. Обмеженість ПР виникає або внаслідок прямої вичерпності, або внаслідок збурення середовища мешкання, яке стає непридатним для господарювання і життя людини. Обмеженість ПР, включаючи в це поняття і природні умови розвитку людства в історичному процесі, не може не впливати на продуктивні сили суспільства, а через них і на соціальні відносини;

2) **зменшення природно-ресурсного потенціалу** – в межах однієї економічної системи (способу виробництва) й одного типу технології – веде до того, що природні ресурси стають щораз менше доступними і вимагають збільшення затрат праці й енергії на їх видобування та транспортування, а також відтворення. відповідно до цього закону повинен сформуватися світовий ринок ПР, або «екологічний» ринок, що в умовах глобальності впливів людства на природу не можна вважати нормальним. Існує конкурентне використання ресурсів, що торкається як всіх боків ПС, так і їх окремих компонентів; при цьому конкуренція носить переважно локально-економічний і натуральний характер. У момент наближення ПРП до суспільно неприйняттого рівня зміниться технологія і зміниться суспільна реакція, тобто сформується нова економічна система;

3) **піраміди енергій** – з одного трофічного рівня екологічної піраміди переходить на інші рівні не більше 10% енергії. Цей закон дає змогу обчислювати необхідні земельні площі для забезпечення населення продуктами харчування тощо;

4) **рівнозначності всіх умов життя** – всі природні умови середовища, необхідні для життя, відіграють рівнозначну роль;

5) **розвиток природної системи за рахунок навколишнього середовища** – будь-яка природна система може розвиватися лише за

умови використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища; абсолютно ізольований саморозвиток неможливий. Із цього закону випливає декілька наслідків:

- *абсолютно безвідходне виробництво неможливе;*
- *будь-яка високоорганізована біотична система, використовуючи та видозмінюючи своє життєве середовище, є потенційною загрозою для більш високоорганізованих систем (завдяки цьому в земній біосфері неможливе нове зародження життя – воно буде знищене організмами більш високоорганізованими, ніж первісні форми живого);*
- *біосфера Землі як система розвивається не тільки за рахунок ресурсів планети, але й опосередковано, за рахунок і під впливом розвитку космічних систем;*

6) *системо-генетичний* – багато природних систем, зокрема геологічні утворення, особини, біотичні спільноти, екосистеми тощо, в індивідуальному розвитку повторюють у скороченій (в закономірно змінній та узагальненій) формі еволюцію своєї системної структури; цей закон зумовлює необхідність урахування при управлінні природними процесами закономірного проходження ними проміжних фаз. Наприклад, вирубаний ліс не можна відновити безпосередньо. Його розвиток повинен мати декілька фаз: молодняка, жердняка, середньовікового, стиглого та перестійного лісу;

7) *системо-періодичний*, який, наприклад, проявляється у періодичній системі хімічних елементів чи у гомологічних рядах. Базою для створення періодичних таблиць (не лише хімічних елементів чи генетичних взаємозв'язків) служить встановлена глобальна ієрархія природних систем. Дослідження з використанням цього закону дають змогу глибше зрозуміти склад і функціонування природних систем, їх співвідпорядкованість, визначити кількісний вираз прояву іншого закону – закону оптимальності;

8) *сукупності (спільної дії) природних факторів* – наприклад, врожай залежить не від окремого, нехай навіть дуже важливого, фактора, а від сукупності екологічних факторів; коефіцієнт дії кожного окремого фактора в їх спільному впливові різний і може бути обчислений;

9) *сукцесивного уповільнення* – процеси, які відбуваються у зрілих урівноважених системах, як правило, виявляють тенденцію до уповільнення; звідси безперспективними є спроби “творити” природу господарськими заходами без виведення її системи з рівноваги чи створення якихось інших особливих умов для здійснення господарської

акції. Наприклад, акліматизація нового виду культурних рослин дає спочатку ефект, далі популяційний вибух згасає, і, якщо цей вид не стає масовим шкідником, то його господарське значення різко зменшується;

10) *прискорення еволюції* – швидкість формоутворення з бігом геологічного часу збільшується, а середня тривалість існування видів всередині більш крупної єдності (групи) знижується, тобто високоорганізовані форми існують менше часу, ніж низькоорганізовані. Прискорення еволюції передбачає і більш швидке зникнення видів, їх вимирання, яке відбувається повільнішими темпами ніж формоутворення, внаслідок чого кількість видів у біосфері в процесі еволюції зростає. Протилежний процес – наростання темпів винищення окремих видів тварин і рослин – пов'язаний із антропогенним впливом, а не з дією зазначеного вище закону;

11) *еволюції, який виявляється в трьох аспектах:*

- *як спілкування тварин зі зовнішнім світом, або двоякості живих елементів;*
- *поступового утворення всього суцього – в природі ніщо не вічне, все має свою історію;*
- *ускладнення організації – полягає в ускладненні організації як окремого організму, так і екосистем завдяки зростанню диференціації функцій і органів, які виконують ці функції;*

12) *екологічні кореляції* – в екосистемі, як і в будь-якому цілісному природному утворенні, всі її компоненти функціонально відповідають один одному; випадання однієї частини системи (знищення виду) неминуче призводить до виключення всіх тісно пов'язаних з цією частиною системи інших її частин і до функціональної зміни цілого в рамках дії закону внутрішньої динамічної рівноваги.

Як вважають Бровдій і О.О. Гаца (2001), всі екологічні закони необхідно класифікувати за функціональними ознаками, а саме, виділити серед них енергетичні, системні (системоутворюючі), біофізіологічні, геобіо-хімічні, геофізичні і соціально-економічні.

Нижче дається стисла характеристика ще деяких законів (правил), які показують важливість екологічного обґрунтування оптимального використання природних ресурсів і умов.

*Закони Б. Коммонера:* 1) все пов'язане зі всім; 2) все повинне кудись подітися; 3) природа знає краще; 4) ніщо не дається задарма або за все доводиться платити. До коммонеровських законів екології звично додають ще одне положення про необхідність об'єктивної і правдивої інформації про екологічну ситуацію у різних регіонах («правда очищує»).

Екологічна інформованість громадян та залучення їх до процесу прийняття владних рішень сприяє формуванню та розвитку громадянського суспільства в країні. З цих причин важливим кроком українського суспільства до демократії є ратифікація міжнародної Конвенції *«Про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень і доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища»*. Вона підписана Україною у 1998 р. в Оргусі (Данія) разом з іншими 26 країнами Європи.

*Закон внутрішньої динамічної рівноваги* відноситься в рівній мірі як до екосистемних законів, так і до законів природокористування, оскільки з цього закону випливають важливі для практики наслідки, тобто він є вузловим положенням в природокористуванні. Суть закону зводиться до наступного: речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем (в тому числі і екосистем) і їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-які зміни одного з цих показників викликають супутні функціонально-структурні кількісні і якісні зміни, які зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей систем, де ці зміни відбуваються, або в їх ієрархії. Цей закон є одним з дороговказних в управлінні природокористуванням. Дія його доводиться практикою нераціонального природокористування і характером екологічних катастроф (Приаралля, Азовське море, Кара-Богаз-Гол та ін). Із цього закону випливає декілька наслідків.

Будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей ЕС) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть у бік нейтралізації зробленої зміни або формування нових природних систем, утворення яких при значних змінах середовища може прийняти безповоротний характер. Під ланцюговою реакцією в природі розуміється ланцюг природних явищ, кожне з яких спричиняє за собою зміну інших, пов'язаних з ним явищ. Наприклад, вирубання лісу в басейні ріки, яка впадає в озеро, призводить до усихання малих річок, зниження рівня ґрунтових вод, зменшення вологості ґрунту, зниження рівня води в річці і озері, а це разом з іншими факторами веде до нестачі води в місті, загибелі риби, розвитку синьо-зелених водоростей та інших гідробіонтів, до евтрофікації водних об'єктів тощо. Будівництво дамби з метою накопичення води в річці і іригаційній мережі для нормального зволоження ґрунтів не вирішує проблеми підтримки рівня ґрунтових вод; навпаки, витрата води на випаровування в зрошувальних системах і з поверхні водосховища посилює нестачу річкового стоку в озеро, затримує твердий стік, спричиняє заболочування місцевості, а іригація – додаткове засолення ґрунтів і подальші негативні впливи іригаційних вод на водні об'єкти. У відповідності з принципами Ле Шательє-Брауна речовинно-енергетичні, інформаційні і динамічні зміни відбуваються в напрямі, що забезпечує збереження загальної їх суми, тобто її стійкості. Якщо антропогенне навантаження перевищить здатності екосистем до саморегуляції і принцип Ле Шательє-Брауна перестане діяти, то це може привести до загибелі всієї екосистеми (наприклад, вважається, що для підризу стійкості біосфери досить втратити 20-30% видів). При

зовнішньому впливі, що виводить систему з стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в тому напрямі, при якому ефект зовнішнього впливу ослаблюється. Дія принципу Ле Шательє-Брауна в наші дні глибоко порушена. Якщо наприкінці XIX ст. ще відбувалося збільшення біологічної продуктивності у відповідь на зростання концентрації  $CO_2$  в атмосфері, то з початку XX ст. це не відбувається. Навпаки, біота викидає  $CO_2$ , а її біомаса автоматично знижується. У цих умовах відновлення принципу можливе лише за рахунок скорочення антропогенно змінених площ.

Взаємодія речовинно-енергетичних екологічних компонентів (енергія, гази, рідини, субстрат, організми), інформації і динамічних якостей природних систем кількісно нелінійна, тобто слабкий вплив або зміна одного з показників може викликати сильні відхилення в інших (і у всієї природної системи загалом). Наприклад, незначні відхилення в складі газів атмосфери, її забруднення  $SO_2$  і  $NO_x$  приводять до утворення кислотних опадів, а останні – до змін в екосистемах суші і водного середовища. Незначне збільшення концентрації  $CO_2$  веде до парникового ефекту.

Зміни в великих природних системах відносно безповоротні. Проходячи по їх ієрархії знизу вгору, від місця появи до біосфери загалом, вони міняють глобальні процеси і тим самим переводять їх на новий еволюційний рівень (згідно із законом безповоротності еволюції Л. Долло).

Будь-яке місцеве перетворення природи викликає в біосфері і її найбільших підрозділах реакції, що приводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу (правило «трипкіна кафтану»), збільшення якого можливе лише шляхом значного зростання енергетичних внесків (згідно зі законом зниження енергетичної ефективності природокористування). Штучне зростання еколого-економічного потенціалу обмежене термодинамічною (тепловою) стійкістю природної системи (згідно з правилом одного процента). Як образно відмічає М.Ф. Реймерс, «чим більше пустель ми перетворимо на квітучі сади, тим більше квітучих садів ми перетворимо на пустелю».

*Закон відповідності між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом суспільного прогресу.* Кризові ситуації виникають не тільки при дисбалансі продуктивних сил і виробничих відносин, але і при дисбалансі продуктивних сил і природно-ресурсного потенціалу. Це в результаті служить зовнішньою причиною суспільного розвитку, який неодноразово зазнає екологічних випробувань. Як відмічає М.Ф. Реймерс, перша антропогенна екологічна криза була кризою перепромислу великих тваринних, друга – перепромислу рослинного матеріалу, а сучасна екологічна криза – кризою редуцентів (на рівні з рисами всіх попередніх криз). Редуценти не спроможні розкласти весь спектр забруднювачів, що виробляються людством, особливо тих, що не мають природних аналогів, а тому не мають і мікроорганізмів для їх утилізації і перетворення в початкові хімічні елементи.

*Правило інтегрального ресурсу.* Конкуруючи в сфері використання конкретних природних системах галузі господарства неминуче завдають збитку один одному і тим сильніше, чим значніше вони змінюють екологічний компонент, що спільно експлуатується, або всю екосистему загалом (прямий наслідок закону внутрішньої динамічної рівноваги). У

рамках розподілу ресурсів на природні, трудові і матеріальні, правило інтегрального ресурсу охоплює всі згадані групи. При цьому трудові ресурси виявляються залученими до інтеграції як біологічно (людина – одна з консументів), так і соціально-економічно – через ресурси підтримки екологічної рівноваги і рекреаційні ресурси, а також блок матеріальних ресурсів. В свою чергу матеріальні ресурси тісно пов'язані з природними і трудовими ресурсами, оскільки все, що отримується людством у вигляді матеріальних цінностей, в кінцевому результаті витягнуте з природи шляхом докладання праці. У той же час природа служить джерелом інформації, яка нерідко втрачається при нерациональному природокористуванні.

*Закон зниження ефективності природокористування.* Діє він в рамках закону падіння природно-ресурсного потенціалу. У процесі еволюції людства при отриманні з природної системи корисної продукції на її одиницю затрачується все більше енергії, а енергетичні витрати на життя однієї людини весь час зростають. Витрата енергії (в тис. ккал за добу) в кам'яному віці була порядку 4, в аграрному суспільстві – 12, в індустріальну епоху – 70, в сучасних розвинених країнах – 23-250, тобто приблизно в 60 разів більша ніж у наших далеких предків. З початку ХХ ст. кількість енергії, що затрачується на одиницю сільськогосподарської продукції в розвинених країнах світу, зросла в 8-10 разів, а на одиницю промислової продукції в 10-12 разів. Загальна енергетична ефективність сільськогосподарського виробництва в промислово розвинених країнах приблизно в 30 разів нижча, ніж при примітивному землеробстві. Наприклад, у США 1 склянку молока отримують за рахунок витрати 0,5 склянки дизельного палива (вкладають 10 ккал, а отримують 1 ккал корисної продукції). Практичний висновок із закону, що розглядається: зростання енергетичних витрат не може продовжуватися нескінченно. Щоб запобігти можливій термодинамічній кризі, необхідні нові технології і оптимальні методи природокористування.

*Закон оптимальності і правило міри перетворення природних систем.* Згідно зі законом оптимальності, з найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких характерних для неї просторово-часових межах, тобто жодна система не може звужуватись або розширюватись до нескінченності. Розмір системи повинен відповідати функціям, що виконуються нею («характерний» розмір системи). Наприклад, щоб літати, птах не може бути дуже великим; щоб народжувати живих дитинчат і годувати їх молоком, самиця ссавця не може бути ні мікроскопічною, ні гігантською; імперії, що страждають «синдромом динозавра», приречені на розпад. Екологічна криза

посилюється за рахунок спроб докорінних перетворень природних систем за допомогою технічних пристроїв. При цьому не дотримується закон оптимальності і правило міри перетворення природних систем, яке витікає з нього, а також і обмежень, що диктуються окремими закономірностями і властивостями природних утворень. При цьому провокуються неминучі ланцюгові реакції технічного управління природними процесами.

*Принцип природності.* Крім природних ланцюгових реакцій, «жорстке» техногенне управління викликає до життя дію принципу природності або правила «старого автомобіля»: згодом еколого-соціально-економічна ефективність технічного пристрою, що забезпечує «жорстке» управління природними системами і процесами, знижується, а економічні витрати на його підтримку зростають. Застарілий технічний пристрій робиться непотрібним і, хоча минулі економічні витрати амортизовані фізично і морально, нефункціональний об'єкт «повисає» на суспільстві. Наприклад, старі іригаційні системи вимагають реконструкції, і чим вони ширші, тим значніші кошти необхідні для цього; знищення або реконструкція зброї вимагає іноді більше коштів, ніж її первинне виробництво.

*Правило «м'якого» управління природою.* Суть правила «м'якого» управління природними процесами – системне спрямування їх в необхідне русло з урахуванням законів природи, що набагато ефективніше від грубих техногенних втручань. Таке управління побудоване на ініціації корисних природних ланцюгових реакцій, в тому числі процесів відновлення, поновлення ресурсів (наприклад, біологізовані методи сільського господарювання, вибіркова вирубка лісу, культивування полежахисних лісових смуг та інші).

*Закон максимальної урожайності.* При найсприятливішому поєднанні обставин на даному сільськогосподарському полі цей закон буде складений правилами територіальної і компонентної екологічної рівноваги та законом оптимальності. Вище за рівень, що диктується цими закономірностями, урожай отримати неможливо при будь-якому хитруванні, якщо не перейти від відкритих систем господарювання до закритих типів.

*Закон максимуму.* Суть закону максимуму зводиться до наступного: в даному географічному місці за існуючих природних (а частіше за природно-антропогенних) умов, екосистема може утворити біомасу і мати біологічну продуктивність не вищу за властиву – найпродуктивнішим її елементам в їх ідеальному поєднанні. Подальше стимулювання веде лише до руйнування її структур. Перенапруження будь-якої екосистеми в кінцевому підсумку веде до її саморуйнування.



Проводячи аналогію з посудиною, потрібно зазначити, що не можна її наповнити вище максимального об'єму.

**Правило територіальної екологічної рівноваги.** Тільки природні екосистеми забезпечують стабільність, стійкість і надійність біосфери і її складових. У роботах Ю. Одума, Г. Одума (1972) показано, що макси-мальний урожай (а ширше, еколого-соціально-економічний ефект), може бути отриманий при певному поєднанні площ, перетворених людиною, і природними екосистемами. Доцільна екологічна рівновага (100% цінностей, що отримуються) виникає при співвідношенні 40% площ перетворених і 60% площ природних екосистем. Очевидно, як мінімум, співвідношення перетворених і практично незмінених площ повинне бути 1:1. Правило територіальної екологічної рівноваги складає єдиний логічний блок із законом оптимальної компонентної доповненості (максимум біопродуктивності і урожаю лімітований оптимальним поєднанням екологічних компонентів). Будь-який допінговий вплив ефективний доти, поки є доповнюючі його сприятливі екологічні чинники. Поза цією взаємодією подальше вкладання енергії, мінеральних добрив і т.д. руйнують екосистеми і не дають позитивних результатів.

**Закон граничної урожайності** (К. Пратт, 1965). Згідно з цим законом, зайве внесення добрив веде не до збільшення, а до зниження урожайності (підтвердження закону спадальної віддачі А. Тюрго – Т. Мальтуса).

**Закон спадальної (природної) родючості.** Одне з трактувань закону спадальної родючості: в зв'язку з постійними добуваннями урожаю, вимиванням органіки і хімічних елементів (біогенів) з ґрунту, порушенням природних процесів ґрунтоутворення, а також при тривалій монокультурі, внаслідок накопичення токсичних речовин, які виділяються рослинами (самоотруювання ґрунту), на землях, що культивуються, відбувається зниження природної родючості ґрунтів. До такого ж результату веде нераціональна агротехніка, що викликає ерозію ґрунтів, вимивання з них колоїдів і дрібнозема. Хоч деякі культури (кукурудза та інші) не виділяють токсичні для себе речовини, вони погано захищають ґрунт від ерозії. В наш час близько 50% орних земель світу втратило родючість, а з інтенсивного сільськогосподарського обороту вибуло стільки ж земель, скільки зараз обробляється (в 80-ті рр. XX ст. втрачалось 7 млн. га на рік).

**Закон зниження природоємності готової продукції.** Збільшення наукоємності і енергоємності суспільного виробництва приводить в дію два позитивних процеси, що формуються у вигляді цього закону: питомий вміст природної речовини в усередненій одиниці суспільного

продукту історично неухильно знижується. Діє в землеробстві, оскільки відбувається заміна природної родючості штучною, а відкритого ґрунту закритим; площа полів зменшується, а урожай збільшується. Зростає мініатюризація виробів, відбувається заміна ресурсоемних технологій ресурсозберігаючими.

**Закон збільшення темпів обороту природних ресурсів, що залучаються.** Суть закону: в історичному процесі розвитку світового господарства швидкість оборотності залучених природних ресурсів (вторинних, третинних і так далі) безперервно зростає на фоні відносного зменшення об'ємів їх використання і залучення до суспільного виробництва (відносно зростання темпів самого виробництва). Наприклад, місцями навіть питна вода вже не має природного походження, а є продуктом реутилізації. Збільшення замкненості природних циклів, яке мало місце в процесі еволюції біосфери, охоплює і антропогенну складову. Але виграш в природній речовині гаситься програшем в енергії згідно із законом зниження енергетичної ефективності природокористування. Зниження питомого споживання речовини відбувається в тих ділянках, де різко збільшується наукоємність.

|| \* Такі головні екологічні закони і правила, де сформульовані об'єктивні і реальні екологічні особливості, закономірності, які повинна наслідувати людина на Землі.

Екологія як комплексна наука використовує досить широкий арсенал методів, які на перший погляд властиві іншим фундаментальним наукам. Завдяки широкому арсеналу методів екології відбувається тісний зв'язок екології з іншими науками. Згідно з Ю.А. Злобіним (1998), методи екології можна розділити на три основні групи:

**Методи збору інформації.** Класичні методи дослідження стану екологічних об'єктів (включають у себе всі методи, які застосовують природничі науки), що спрямовані на накопичення фактичного матеріалу про складові компоненти досліджуваної ділянки екосистеми, біосфери.

**Методи обробки отриманої інформації.** Ця група методів спрямована на узагальнення отриманої інформації шляхом систематизації певних параметрів складових компонентів досліджуваної ділянки екосистеми. Сучасна обчислювальна техніка дає можливість обробляти велику кількість фактичного матеріалу, що, в свою чергу, робить великий фактичний матеріал більш доступним для узагальнення. Слід відмітити, що при певних екологічних дослідженнях статистична обробка є необхідною умовою достовірності отриманих результатів.

**Методи інтерпретації отриманих результатів. Методи моделювання.** Важливим етапом будь-яких екологічних досліджень є здатність аналізу отриманих результатів, побудова певної моделі стану екосистеми. Такий підхід дає змогу прогнозувати зміни, які можуть відбуватися на досліджуваній ділянці під впливом певних екологічних факторів або під впливом діяльності людини. На основі абстрагування результатів досліджень можна робити словесні описи екосистем (*вербальні моделі*), побудувати схеми взаємозв'язків компонентів (*графічні моделі*), робити спробу опису екосистеми за допомогою математичних формул (*математичні моделі*). Безпелляційне вживання методів моделювання неможливе через непередбачуваність процесів, які відбуваються в екосистемах, залежність від “великих” та “малих” циклів, як правило, планетарної природи. Тільки після накопичення достатньої кількості інформації про закономірності існування Всесвіту, побудовані моделі будуть найбільш наближені до реального стану екосистем. Введення змінних величин не дає можливості вирішити даної проблеми, математичні формули стають більш ускладненими. Спрощення та вилучення змінних компонентів веде до втрати достовірності самої моделі.

#### 1.4. Коротка історія становлення екології як науки

Як і всі інші біологічні науки, екологія розвивалася безперервно, але нерівномірно. Як і більшість наук, екологія має свою передісторію. Нагромадження відомостей про спосіб життя, залежність від навколишніх умов, характеру розподілу тварин і рослин почалось дуже давно. Праці древньогрецьких філософів-природознавців *Гіппократа*, *Арістотеля*, *Теофраста Ерезійського* містять відомості екологічного змісту. Звичайно, вони не називаються відомостями екологічними, оскільки сам термін “*екологія*” є нещодавнього походження. Отже, в історії екології, як і біології, можна виділити певні періоди розвитку, які в часовому відрізку нерівноцінні. Так званий *описовий етап* тривав досить довго. Це період накопичення інформації про багатство тваринного та рослинного світу на нашій планеті, період відкриття нових континентів, кругосвітніх подорожей. Впродовж півтора тисячоліття накопичилась велика кількість інформації, яка потребувала узагальнення. Отже, настає другий етап розвитку – систематики, який пов'язується з іменами таких відомих вчених, як *К. Лінней* та *О. Гумбольдт*.

Вперше сам термін “*екологія*” згадується у праці *Ернста Геккеля* “*Загальна морфологія організмів*” у 1866 р. і “*Природнича історія*

*світотворення*” (1868), де вчений вперше спробував дати визначення суті цього терміна. Однак, ще до Геккеля багато науковців епохи Відродження (XVII – XIX ст.) внесли свій вагомий вклад у цю науку, яку ще в ті часи екологією не називали. Зокрема, *А. Левенгук* у XVIII ст. відомий як основоположник вчення про трофічні взаємовідносини та про регуляцію чисельності популяцій; французький вчений *Ж. Бюффон* порушив вперше проблему впливу зовнішніх умов на будову тварин. Відомий еволюціоніст, автор першого еволюційного вчення *Ж.Б. Ламарк*, вважав, що вплив “зовнішніх обставин” – одна з найголовніших причин пристосувальних змін організмів, еволюції тварин та рослин. Важливим етапом становлення екології як науки стала поява у 1859 р. книги *Ч. Дарвіна* “*Походження видів шляхом природного добору або збереження обраних порід у боротьбі за життя*”. У своїй праці Дарвін чітко вказав на роль навколишнього середовища (“боротьба за існування” у природі) у природному доборі, як одного з основних рушійних сил еволюції.

Після виходу у світ праць Геккеля термін “*екологія*” поступово прижився і набув загального визнання. Друга половина XIX ст. характерна вивченням способу життя тварин та рослин та їх пристосування до кліматичних умов, і, також дякуючи роботам *К. Мебіуса*, становленням нової галузі екології – біоценології.

Отже, третій етап розвитку теоретичних засад екології розпочався з другої половини XIX ст., хоч як самостійна наука екологія сформувалась та набула наукового визнання лише на початку XX ст. На цей час сформувались екологічні школи гідробіологів, ботаніків, зоологів, у кожній з яких розвивались певні сторони науки екології. У 20-х рр. XX ст. в Європі та Америці були організовані екологічні наукові товариства, засновані журнали, а екологію почали викладати в університетах. У 30-х роках сформувалась нова галузь екології – *популяційна екологія*, основоположником якої є англійський вчений *Ч. Елтон*. Увага звертається на популяцію як самостійну одиницю. Центральними проблемами популяційної екології стали проблеми внутрішньовидової організації і динаміки чисельності. З початку 40-х рр. в екології виник принципово новий підхід у дослідженнях. У 1935 р. *А.Тенслі* висунув поняття екосистеми, а у 1942 р. *В.Сукачев* обґрунтував уявлення про біогеоценоз. Живі організми почали вивчатися у їх відношенні до сукупності абіотичних факторів, з урахуванням закономірностей, що лежать в основі зв'язку всього угруповання й навколишнього середовища – кругообігу речовин та перетворення енергії.

Розвиток екосистемного аналізу привів до появи вчення про біосферу.

Біосфера перед нами постає як глобальна система, стабільність та функціонування якої ґрунтується на екологічних законах забезпечення балансу речовини та енергії. Автором цієї теорії був *В.Вернадський*.

У наш час екологія – це розгалужена система наук. *Об'єктами її вивчення є популяції організмів, види, угруповання, екосистеми та біосфера в цілому.*

Сучасну екологію слід чітко розділяти на теоретичну та практичну (рис. 1.3.).

Зв'язок екології з практикою надзвичайно тісний через те, що важко знайти сферу діяльності людини, де б не було зв'язку з середовищем існування. За останні десять років з'являються все нові напрямки практичної екології (медична екологія, екологія космічного простору тощо) і процес цей триває по сьогоднішній день і, як наслідок, повинні відокремитись напрямки, які будуть формувати новий підхід до вивчення закономірностей існування живого на нашій планеті.

Екологію подеколи поділяють на аутоекологію та синекологію. Розділи екології, які вивчають пристосованість популяцій окремих видів організмів до факторів навколишнього середовища, називають аутоекологією або екологією видів (АУТОС – сам + екологія).

Синекологія – розділ екології, який вивчає життя угруповань різних видів організмів та їх взаємодію (син – разом + екологія).

Отже, за короткий період з середини ХІХ ст. до 60-х рр. ХХ ст. екологія як наука зайняла своє місце серед інших природничих наук, було сформульовано основні теоретичні засади науки про взаємозв'язки живих організмів з навколишнім середовищем та між собою. Слід відмітити, що стрімкий розвиток екології зумовлений значними досягненнями інших фундаментальних наук, таких, як фізика, хімія, математика. Зв'язок з цими науками настільки щільний, що подекуди напрямки екології (утилізація, промислова екологія тощо) приймають за екологію в цілому. На жаль, в останні десятиріччя, при аргументованому підвищенні уваги до науки екології, помітним є намагання представити наукові досягнення інших, небіологічних, наук як розвиток екології. В таких випадках результат втілення таких наукових напрацювань далекий від основних завдань екології. Крім того, нерідко проводяться спроби перенесення лабораторних результатів на об'єкти в природному середовищі, при цьому повністю ігнорується необхідність комплексного аналізу екосистеми.

Друга половина ХХ ст. продемонструвала, що більшість екологічних проблем виникає завдяки людині. Синтез нових речовин, які відсутні в природі, призвів до глобальної проблеми накопичення полімерних

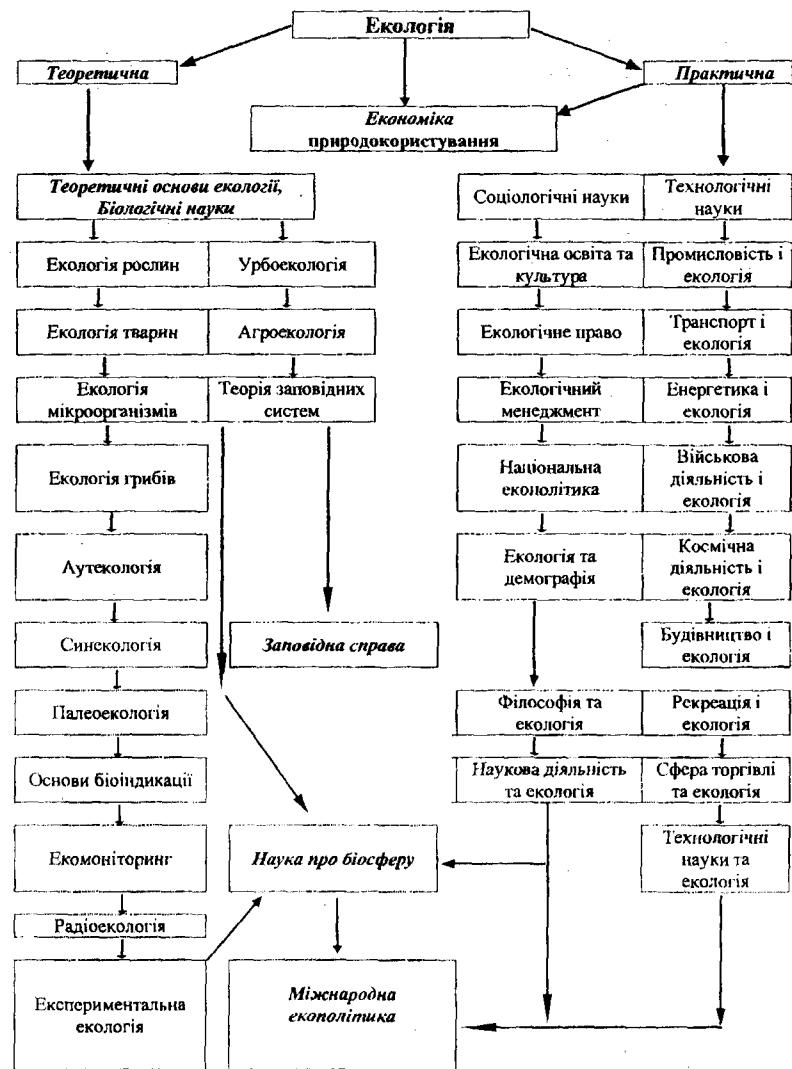


Рис. 1.3. Структура сучасної екології.

матеріалів, до цього часу реальних механізмів утилізації цих матеріалів не розроблено. Приборкання “мирного атому” призвело до катастроф на ядерних електростанціях, і, як і у випадку з полімерами, не розроблено ефективних механізмів ліквідації наслідків радіаційного забруднення.

Прикладів можна наводити багато, але висновок залишається один: екологія – наука про живі системи, вивчає закони існування не одного організму, а комплексу їх різноманітності в залежності від умов існування. Відокремлення одного фрагменту або властивості якогось елементу не може вважатись екологією.

Екологія за останні десять років стала настільки популярною, що рідко які періодичні видання та засоби масової інформації не публікують “екологічні” матеріали. Нерідко екологічні проблеми є складовою політики, і використовуються в різних напрямках. В переважній більшості людей слово “екологія” асоціюється із природою або її охороною. Це вкрай неправильно, оскільки охорона природи – тільки напрямок сучасної екології, яка використовує усі надбання екології як науки.

Екологія як наука на перший погляд загальнодоступна, кожен може дискутувати про екологічні проблеми. Разом з тим, часто відбувається обмеження функції біологічної науки екології тільки тваринними або рослинними організмами, що безумовно є великою помилкою. Отже постає нагальне питання екологічної освіти широких верств населення та підняття екологічної культури. Даний напрямок екології отримав великий поштовх у своєму розвитку після низки екологічних катастроф на планеті Земля в кінці ХХ ст.

- ! *Стимулом для прогресу екологічної науки виявився загальний громадський інтерес до неї.*

### 1.5. Екологія – теоретична база заходів з охорони природи

Екологія стає важливою наукою, яка має давати відповіді на питання, які виникають перед людиною у її співжитті з навколишньою природою. Завдяки системному підходу (обов'язково включає в себе аналіз комплексу факторів навколишнього світу) екологія стає єдиною безальтернативною теоретичною базою природокористування. Після 1992 р., коли в Ріо-де-Жанейро переважною більшістю країн світу було прийнято основні засади існування людства, до екології все частіше звертаються як до науки, яка вивчає комплекс взаємозв'язків між людиною та навколишнім природним середовищем.

Практика показала, що ігнорування законів природи призводить до різних, переважно негативних, наслідків. Достатньо згадати проблему кроликів в Австралії. В даному випадку було повністю проігноровано закони функціонування природних екосистем і, як наслідок, протягом десятиліть людина намагалась боротись зі звичайним кроликом, до

боротьби з яким залучались навіть регулярні військові підрозділи. Наступним прикладом можуть служити намагання людини інтродукувати деякі види рослин і тварин. При цьому, ігноруючи прості екологічні закони, разом з бажаним видом на нові території завозяться їх паразити (колорадський жук – картопля), як наслідок, ми маємо проблему боротьби з новими видами шкідників тощо.

Як правило, наслідком ігнорування законів існування природи є зникнення виду або навіть цілої екосистеми. Достатньо згадати віддалені острови Індонезії та Полінезії, де внаслідок геологічних епох сформувався свій тип екосистем, а після активного заселення супутніми та бажаними для людини видами, на цих територіях зникає аборигенна фауна та флора, коефіцієнт біологічного різноманіття різко падає і різко знижується ступінь стійкості природних екосистем. На жаль, процес деградації природних екосистем охопив на сьогоднішній день всю Європу, Північну Америку, Південну Америку, Північну Африку, Індонезію, Південну Азію. Найбільш порушеними є Європа та Північна Америка. Отже, людство вимушено звертається до екології з питанням: “як бути?”, і на сьогоднішній день екологія – єдина природнича наука, яка здатна дати відповідь на дане питання.

Екологія досить тісно межує із соціальною сутністю людини. Кожна людина хоче пити чисту воду, споживати екологічно чисті продукти харчування, дихати чистим повітрям. Слід відзначити, що вирішення цих питань далекі від ідеального. Поряд із вимогами до стану навколишнього середовища людина не в змозі відмовитись від благ цивілізації, навіть при повному розумінні шкідливості цих благ для самої себе. В даному контексті ідеальним є втілення концепції безперервного (сталого) еколого-економічного розвитку людського суспільства. Сама концепція безперервного розвитку передбачає системний аналіз комплексу параметрів, які б забезпечували існування людини в максимальній гармонії з навколишнім природним середовищем.

### Резюме

- ① Екологія виникла як суто біологічна наука, але в наш час вона трансформувалася і стала наукою про структуру та функцію природи в цілому, наукою про біосферу, наукою, що вивчає місце людини на нашій планеті, оптимізацію взаємин людини з довкіллям.
- ② Основними ланками екологічної структурної ієрархії є організми, популяції та екосистеми.
- ③ Екологічну науку найчастіше поділяють на два основних розділи – загальну й прикладну екологію. Загальну екологію можна умовно поділити на п'ять



великих підрозділів: аутекологію, демекологію, синекологію, біогеоценологію та біосферологію.

- ④ Екологія базується на законах діалектики, законах природничих наук. За оцінкою М.Ф. Реймерса сучасна екологічна наука використовує 250 законів, закономірностей, принципів, правил.
- ⑤ Екологія використовує широкий арсенал різноманітних методів, які можна поділити на три основні групи: збір інформації, обробка, згортання, стиснення та узагальнення, інтерпретація отриманих фактичних матеріалів.
- ⑥ Всі заходи щодо охорони природи здійснюються на основі теоретичних екологічних знань.



### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що означає термін “екологія”?
2. Що вивчає екологія?
3. Коротко розкажіть історію виникнення науки “екологія”.
4. Які підрозділи екології Ви знаєте?
5. Що вивчає аутекологія, демекологія, синекологія?
6. Що Ви можете розповісти про вклад українських вчених у розвиток науки екологія?
7. Назвіть основні екологічні поняття.
8. В чому суть основних екологічних законів?



### План семінарського заняття (2 год.)

1. Коротка історія екології. Виникнення поняття екологія. Предмет екології.
2. Вклад українських вчених у розвиток екології.
3. Підрозділи екології.
4. Основні екологічні поняття і закони.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Становлення екології як науки.
2. Об'єкт, предмет, структура та функції екології.
3. Зв'язок екології з іншими природничими науками.
4. Екологія як теоретична основа заходів з охорони природи і природокористування.



### Завдання, вправи, тести

1. Назвіть види виробництва, що потребують першочергової екологічної конверсії.
2. Визначіть ступінь відповідальності вчених за соціальні та моральні наслідки наукових відкриттів.
3. Розкрийте структуру сучасної екології.
4. Наведіть приклади відомих Вам великих і малих екологічних катастроф та назвіть їх можливі причини.
5. Наведіть приклади великих наукових відкриттів, впровадження яких може суттєво вплинути на біосферу в цілому.
6. На декількох прикладах найбільш відомих Вам біологічних та екологічних систем визначте, до якого виду (відкритих, закритих або ізованих) вони належать; мотивуйте своє рішення.
7. Обговоріть корисність термодинамічного підходу до аналізу екологічних систем.
8. Наведіть приклади, що підтверджують чи заперечують принцип найпростішої конструкції, та сформулюйте своє ставлення до нього.
9. Наведіть та обговоріть низку прикладів, що ілюструють принцип структурно-функціональної єдності.
10. Складіть та обговоріть вербальну модель структури та функціонування листка зеленої рослини.
11. Запропонуйте експерименти, що можуть розкрити значення великих викидів вуглекислого газу великими промисловими підприємствами в життєдіяльності рослин та тварин.
12. Спробуйте скласти концепцію та програму суспільного руху, що спрямований на екологічний захист прісноводних водойм України. Обговоріть їх.
13. Хто перший запропонував термін “екологія” (необхідне підкреслити)?  
а) Шелфорд; б) Тенслі;  
в) Геккель; г) Сукачов.
14. Що означає в дослівному перекладі з грецької екологія?  
а) наука про виробництво;  
б) вчення про живі організми;  
в) наука про дім (помешкання);  
г) наука про охорону природи.

15. Який підрозділ загальної екології вивчає динаміку популяцій?

- а) аутокологія;
- б) демекологія;
- в) синекологія;
- г) біогеоценологія;
- д) біосферологія.

16. Закон суцесивного уповільнення визначає:

- а) обмеженість природних ресурсів;
- б) відповідність між розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом суспільного прогресу;
- в) зниження ефективності природокористування;
- г) суспільність дій природних чинників;
- д) тенденцію процесів, які відбуваються у зрілих урівноважених системах.

17. Поняття біогеценозу обґрунтував:

- а) Тенслі;
- б) Ліней;
- в) Ламарк;
- г) Сукачов;
- д) Дарвін;
- е) Вернадський.

## ТЕМА 2

### Аутокологія

### (факторіальна екологія)



Організм як елементарна частина живого світу в середовищі свого існування перебуває під одночасним постійним впливом кліматичних, едафічних і біотичних факторів, які сукупно називаються екологічними.

### СУТТЄВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:



- класифікацію екологічних факторів;
- закон "мінімуму" Лібіха;
- закон толерантності Шелфорда;
- форми біотичних відносин;
- антропогенні фактори.



- розрізняти ресурси та умови існування живих організмів і знати основні їх види;
- навести приклади трофічних ланцюгів, що є у відомих Вам екосистемах та визначити, до якого типу вони належать.



### Ключові поняття та терміни

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| • екологічний фактор   | • повітряне середовище     |
| • аутокологія          | • умови існування          |
| • абіотичні фактори    | • екологічна ніша          |
| • біотичні фактори     | • закон "мінімуму"         |
| • антропогенні фактори | • "закон толерантності"    |
| • лімітуючі фактори    | • форми біотичних відносин |
| • кліматичні фактори   | • стенобіонтні види        |
| • середовище           | • еврибіонтні види         |
| • водне середовище     | • гігрометричний індекс    |
| • ґрунтове середовище  |                            |

## □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 2.1. *Поняття середовища існування. Водне, ґрунтове, повітряне середовище.*
- 2.2. *Екологічний фактор. Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми.*
- 2.3. *Лімітуючі фактори. “Закон мінімуму” Лібіха.*
- 2.4. *Взаємодія екологічних факторів. “Закон толерантності” Шелфорда.*
- 2.5. *Біотичні фактори. Форми біотичних відносин.*
- 2.6. *Антропогенні фактори.*

### 2.1. Поняття середовища існування. Водне, ґрунтове, повітряне середовище

Як відмічає Ю.Злобін (1998), при аналізі умов, в яких проходить реальна життєдіяльність рослин і тварин та існує людина, широко застосовуються поняття середовища, навколишнього середовища, природного середовища і т.п. Середовище – це найбільш загальне поняття, цим терміном позначається усе, що оточує даний об’єкт.

■ *\* Під середовищем (життя) живих організмів мається на увазі вся сукупність конкретних абіотичних та біотичних факторів, в яких живе дана особина, популяція або вид. Іншими словами, термін «середовище життя» означає все оточення, в якому відбувається діяльність людини та розвиток живої та неживої матерії.*

Вислів “навколишнє середовище” має той же зміст, але він менш вдалий, оскільки саме слово «середовище» вже має на увазі оточення об’єкту.

Слід відрізнити середовище життя рослин та тварин від середовища життя людини. Середовище життя людини включає в себе всі території та акваторії, що є місцем перебування і виробничої діяльності людини. По суті, до середовища життя людини входять всі компоненти біосфери, вся сукупність створених людиною технологічних об’єктів, а також всі соціальні феномени людського суспільства. У зв’язку з цим загальне середовище життя слід розділяти на природне та соціальне. Природне середовище включає в себе об’єктивно існуюче природне середовище будь-якого живого організму, включаючи людину.

■ *\* Соціальне середовище – це сукупність оточуючих людину суспільних, матеріальних та духовних умов її існування та діяльності. Це*

■ *середовище, по суті, включає в себе всю суспільно-економічну систему, в межах якої знаходиться людина.*

Природні компоненти середовища життя людини досить різноманітні. Оскільки людина є біосоціальною істотою, то вони відіграють важливу роль у її добробуті. Фізичні компоненти середовища, такі, як географічне положення місцевості, наявність та якість таких природних ресурсів, як вода, повітря – все це є умовою нормальної життєдіяльності. До природного середовища входять і всі живі організми, що оточують людину.

Важливим параметром оцінки якості природного середовища є його стійкість, стабільність усіх режимів та станів природних факторів. Різкі відхилення природного середовища від звичайного його стану, як правило, розглядаються як стихійне лихо й катастрофа. Вони включають в себе виверження вулканів, повінь, урагани, пожежі і т.п.

Середовище життя є динамічним комплексом. Воно розвивається само по собі, а також під впливом всіх живих організмів та людини зокрема. Тому одноразово отримана інформація про особливості середовища не створює повної картини щодо умов існування живих істот. Моніторинг середовища обов’язково повинен включати інформацію про динаміку зміни цього середовища.

Викривлення об’єму поняття «середовище життя», вихолощування з нього екологічного змісту доволі небезпечним. Воно створює ілюзію, що природне середовище змінюється менше, ніж це є насправді, під впливом наслідків господарської діяльності людини.

Екологія, як наука, що вивчає взаємовідносини організмів з навколишнім середовищем, чітко визначає поняття середовища, при цьому акцентується, що середовище існування може мати відмінні за хімічними та фізичними властивостями умови.

**Водне середовище.** Вода, в якій розпочалося життя на Землі, – це важливий екологічний фактор, що визначається її фізичними властивостями, зокрема, прозорістю, щільністю, теплопровідністю і теплоємністю, а також текучістю. Остання зумовлює циркуляцію в озерах і ставках.

Водне середовище однофазне – в ньому різко переважає рідка фаза. Одночасно природна вода, яка утворює гідросферу, становить складну полідисперсну систему, що складається з водних розчинів і зависі частинок неорганічних і органічних речовин, а також із живих органічних тіл, котрі втримуються в системі за рахунок різниці співвідношень маси, постійного перемішування і переміщення водних мас або активної

протидії силі тяжіння з боку живих організмів.

В поняття гідросфери включають і дно водоймища (тверда фаза), і приводний шар повітря (газоподібна фаза). Велике значення мають площини контактів цих фаз: дно-вода, вода-повітря. Це складні біогоризонти, насичені живими організмами. Відомо, що основну масу гідросфери Землі утворюють води Світового океану (95,5% за об'ємом), які містять величезну кількість органічної речовини, в тому числі незначну частку живих організмів – не більше 3 млрд. т, або 0,15%.

Головним джерелом тепла, яке надходить у водні шари, є сонячна енергія. Сонячне проміння, проникаючи крізь водну поверхню, поглинається і розсіюється водою, розчиненими в ній речовинами і зваженими частинками. Поширення радіації у воді підпорядковується загальному закону послаблення радіації.

Сонячне тепло, завдяки малій теплопровідності води, майже не передається на глибину. Переміщення теплих мас з поверхні на глибину відбувається за рахунок вертикального переміщення (вітрового, конвективного, турбулентного у прісних порівняно мілководних водоймищах), а також за рахунок глибинних течій у морських водах. Прогрівання шарів води, як у внутрішніх водоймах, так і в морях, має сезонний характер.

Важливими фізичними властивостями води є її висока щільність, яка послаблює земне тяжіння, що дає змогу гідробіонтам мікроскопічних розмірів перебувати у зваженому стані. Більші за розміром гідробіонти для полегшення плавання знижують свою щільність, включаючи до складу тіла велику кількість води (медузи), жирових крапель (діатомові водорості), повітря (ламінарії і моллюск наутилус), а також, утворюючи різні відростки.

Водне середовище сформувало планктонні організми з характерною формою тіла, що дає можливість їм легко утримуватись “на плаву” або “ширяти” у водному просторі (медузи, лангусти, моллюски). Цьому також сприяє розмір організмів: невеликі тіла зоопланктону мають теж здатність “ширяться” у водній товщі.

До прісних вод належать стоячі та проточні води. Рух води приводить до вирівнювання температури у всій її товщі, а також до збагачення киснем. Текучі води в процесі адаптації формували тіло риб, яке, наприклад у форелі, в поперечному розрізі є округле, тоді як у риб стоячих вод (ставків, озер) воно плоске (короп, карась, окунь). Своєрідним для тварин швидко текучих вод є екологічне пристосування – *реотронізм*: тварини приймають певне положення відносно течії і намагаються подолати її.

У воді в розчиненому стані присутні гази і мінеральні солі. Велике екологічне значення має кількість розчиненого у воді кисню. У солоній воді розчинність кисню на 20% нижча, ніж у прісній. Перенасиченість киснем можна спостерігати у водах озер і ставків, багатих на рослинність, що містить хлорофіл.

Залежно від кількісного вмісту і розподілу у воді стоячих водойм кисню, а також характеру і чисельності у них організмів, що населяють їх, водойми поділяють на три групи:

✧ *оліготрофні* (небагаті на корм) – глибоководні озера з низькою температурою в нижніх шарах водної товщі, багатої на кисень. У цій воді добре розвиваються лососеві, форель (озера – Пісочне на Поліссі, Синевир у Карпатах). Тут повільніше розкладається органічний відпад і вода в них голуба і прозора;

✧ *еутрофні* (багаті на корм) – неглибокі, придонні води мають більшу температуру, ніж оліготрофні. Тут добре розвиваються різноманітні організми, а також добре перебігають процеси їх відпаду і розпаду. Вода в таких водоймах зелена. Риби тут задовольняються невеликою кількістю кисню;

✧ *дистрофні* (бідні на корм). В їхніх водах нагромадилась велика кількість гумінових кислот, що робить їх кислими і коричневатими (Янівське озеро біля Львова).

У прісній і особливо морській воді значно більша кількість вуглекислого газу. Наприклад, у морській воді його міститься від 40-50 см<sup>3</sup>/л (у вільній або зв'язаній формі, що в 150 разів перевищує його концентрацію в атмосферному повітрі). Вуглекислий газ відіграє значну роль у забезпеченні процесу фотосинтезу водних зелених рослин, а також формуванні вапняних утворень (раковин, панцирів) безхребетних.

У природних водах концентрація солей різна. Наприклад, у прісних водах вища карбонатність (близько 80%), у морських – більше хлоридів (в Чорному морі їх 80,7%), а в Аральському і Каспійському морях, крім хлоридів (близько 60%), присутні сульфати (30%).

Важливою складовою прісних вод є кальцій, який часто відіграє роль обмежуючого фактора. Розрізняють води “м'які” (кальцію 9 мг/л) і “жорсткі” (понад 25 мг/л).

*Ґрунтове середовище.* Ґрунт, як жодне інше середовище, – густо заселений різними тваринами і мікроорганізмами, залишаючись при цьому основним життєвим субстратом для рослин. Ґрунтова фауна, або *едафон*, включає представників багатьох найвищих за рангом таксонів. Вважається, що близько 90% видів комах на тих чи інших стадіях свого



онтогенезу пов'язані з ґрунтом. В особливо сприятливих для життя умовах на 1 м<sup>2</sup> шару ґрунту і підстилки налічується до 1,5 більйона найпростіших, до 20 млн. нематод. Ґрунт став місцем проживання не лише безхребетних. У земляних сховищах багато хребетних навіть виводять нове потомство. Серед них і земноводні, і птахи, і ссавці. На окремих лісових ділянках порожнини нір крота становлять до 15% площі. Кроти, утворюючи в ґрунті численні ходи, спускають ґрунт, покращують його фізичні і водні властивості. В земляних нірках гніздяться берегові ластівки, рибалочки, сиворакші.

Різноманітний і багатий органічний світ ґрунту відіграє важливу роль у його трансформації. Прискорюючи розклад і загальний кругообіг речовин, ґрунтові редуценти, тобто тварини, які живляться мертвими органічними речовинами, що розкладаються, збагачують ґрунт органічними сполуками, покращують його фізичні властивості: структуру, водопроникність, аерацію, а, отже, умови мінерального і водного живлення, росту і кореневого дихання рослин.

За хімічним складом ґрунт суттєво відрізняється від своєї материнської породи. Він складається з мінеральних, органічних і органо-мінеральних речовин. Головною особливістю хімічного складу ґрунту є присутність у ньому специфічної групи органічних речовин – гумусових. Визначальним для генезису ґрунтів і їх родючості є ґрунтовий розчин, який бере участь у процесах перетворення (руйнування і синтез) мінеральних і органічних речовин, переміщення вертикальними профілями різноманітних продуктів ґрунтоутворення, а головне – у живленні рослин. Тому дуже важливо знати його склад та властивості (реакцію, буферність, осмотичний тиск) і динаміку.

**Повітряне середовище.** Повітря як середовище існування малоприсадибне для існування в ньому живих організмів, насамперед через свої фізичні властивості. Тільки незначна кількість живих організмів пристосувалась до існування в специфічних умовах повітряного середовища. Переважна більшість організмів використовує повітряне середовище для пересування, а птахи та деякі комахи пристосувались до пересування в повітрі найдосконаліше.

Разом з тим, повітряне середовище є необхідною складовою навколишнього середовища і має певні фізико-хімічні параметри.

Чисте і сухе повітря становить суміш газів: основні з них – азот (78,08%), кисень (20,95%), аргон (0,93%) та вуглекислий газ (0,03%). Решта газів представлена незначними частками. Повітря майже ніколи не буває сухим, в ньому завжди присутня водяна пара, частка якої в

повітрі сягає 4%, а деколи – лише 0,01% загального об'єму. Крім того, у ньому часто присутні фізичні домішки природного і антропогенного походження: пилок і спори рослин, пил, сажа тощо. Тому повітряне середовище вважається двофазним (повітря + твердий субстрат). У перезволоженому повітрі “народжуються” кислотні дощі. Атмосферні гази діють на рослини неоднаково. Наприклад, у глинистих ущільнених ґрунтах нестача кисню веде до руйнування фізіологічного процесу і навіть до морфогенезу. Брак азоту у повітрі може призвести до зниження продуктивності азотобактерій – бульбашкових бактерій, для яких він є продуктом споживання. Однак кисень і азот не відіграють такої ролі як вуглекислий газ. Навіть незначні коливання його вмісту є дуже важливими для фотосинтезу. Деяке збалансування вуглекислого газу в повітрі зумовлює підвищення ефективності фотосинтезу, але вже при його вмісті понад 26,5% асиміляційний процес послаблюється або ж зовсім припиняється. До речі, під час інтенсивної вегетації (червень, липень) вміст вуглекислого газу в повітрі лісу менший, ніж восени. Вночі його кількість є більша, ніж у сонячний день. Повітряне середовище створює сприятливі умови для розвитку ґрунту, який визначає можливість відносно замкнутого кругообігу речовин в екосистемах навіть малого масштабу.

Важливу роль у житті рослин відіграє вітер. *Bimex* – це переміщення мас повітря вздовж поверхні Землі, під час якого вирівнюється концентрація окремих його частин, посилюється газообмін в атмосфері і ґрунті. Вітер посилює випаровування і приносить вологу. Вплив вітру на рослинні організми може бути прямим і опосередкованим. До прямого слід віднести обламування гілок і сучків, викривлення стебел, зривання листя і плодів тощо. Водночас вітер відіграє значну роль у фізіологічній діяльності організмів: прискорює транспірацію, а разом з нею посилює поглинання поживних речовин із ґрунту. Вітер підносить з нижчих приземних шарів до крон дерев вуглекислий газ, посилюючи асиміляційні процеси. У холодних зонах з бідною фауною комах вітер відіграє домінуючу роль у запиленні рослин. Сильні протяжні вітри, особливо в горах та на узбережжях морів і океанів, впливають на форму і положення дерев.

Вітер відіграє також важливу роль в *анемохорії* – поширенні організмів. Спори мохів переносяться вітрами на віддаль понад 2000 км. Деякі бабки можуть за допомогою вітру подолати відстань близько 900 км. Павуки, підвішені на нитках “бабиного літа”, трапляються на віддалі 400 км від ближньої суші. Поширене переміщення рослин вітром у вигляді перекошів степовими і сніговими просторами. В Альпах

цей тип переміщення трапляється в 61 виду мохів. Вітер, якщо його швидкість є незначною, переносить запахи, які вловлюють тварини. Відоме дослідження *В.М. Беклемішева* про поширення малярійного комара. Виявляється, що вдень він “відсипається” у вологих старицях річок, а ввечері, коли волога стікається долинами і ярами з віддалених місць, комахи одержують нюхову інформацію про розташування людей чи худоби, кров’ю яких вони живляться. Цей трофічний канал є одночасно каналом перенесення малярії.

Є й інші класифікації середовищ існування організму, але вище перераховані присутні у всіх дослідників. Поділ на типи середовища відбувається насамперед залежно від фізико-хімічних властивостей складових середовища, які забезпечують існування живого організму. Живий організм обумовлений наявністю речовин, які здатні забезпечувати йому всі необхідні елементи для росту і розмноження. Тобто для існування живого організму необхідний весь спектр **екологічних факторів**.

## 2.2. Екологічний фактор. Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми

**\* Екологічний фактор** – будь-який фактор середовища, що здатен в тій чи іншій мірі, прямим або непрямим способом впливати на живі організми, в період хоча б однієї фази індивідуального розвитку.

Саме у визначенні екологічного фактору і знаходиться системний підхід до вивчення закономірності функціонування як організму, так і їх сукупності. Так, відсутність якогось фактору у визначений період існування може гальмувати процес відтворення (відомо, що відсутність належних умов може призупинити розвиток гонад і, отже, організм не розмножується) або ріст (рослини проростають тільки при визначеній сукупності факторів). Опосередкованість впливу екологічного фактору визначається залежністю одного організму від іншого. На перший погляд важко собі уявити залежність хижаків від екологічного фактору Сонця, але вивчення трофічних взаємовідносин вказує, що хижаки непрямым чином залежать від даного екологічного фактору, так як кількість їжі, яку він споживає, знаходиться в залежності від кількості і якості організмів, що споживає його жертва.

Екологічні фактори середовища, якими зв’язаний будь-який живий організм, поділяються на дві категорії: **рабіотичні** (фактори неживої природи) та **рбіотичні** (фактори живої природи). Існує певна умовність поділу і взаємовпливу абіотичних та біотичних факторів, оскільки живі

організми здатні призвести до змін, які ведуть за собою і зміни абіотичних факторів (ліс, знищений шкідниками). Отже, сучасна екологічна наука розглядає наступні фактори навколишнього середовища, які впливають на функціонування як живих організмів, так і систем в цілому.

**\* Абіотичні фактори** – сукупність кліматичних, ґрунтових (едафічних), а також топографічних факторів. Сюди також відносять потоки, хвилі і т.д.

**\* Біотичні фактори** – сукупність взаємовпливу життєдіяльності одних організмів на інші. Біотичний компонент можемо розділити на автотрофні та гетеротрофні організми.

В останні десятиріччя деякі вчені відокремлюють ще одну групу екологічних факторів, які можуть і змінюють умови існування та функціонування екосистем – **антропогенні фактори**. З точки зору сучасного впливу людини на процеси, що відбуваються в навколишньому середовищі, таке відокремлення є виправданим, хоча, з точки зору біоекології, людина є таким самим організмом, як і всі інші. Фізіологічно, фізично, хімічно, біологічно людина не відрізняється від інших живих організмів, тому виділення даної групи є скоріше визначенням ролі людини як екологічного фактору стосовно до інших живих організмів та середовища існування.

Існує декілька класифікацій екологічних факторів, де до уваги беруться або умови існування (класифікація *Ніколсона – Швердт-фегера*), або реакції живих організмів, що були під впливом різних екофакторів (класифікація *Мочадського*), або розподіл екофакторів до простих фізичних, кліматичних, трофічних та біотичних умов існування живого (класифікація *Р. Дажо*).

Усі класифікації екологічних факторів, поряд з певними відмінностями між собою, мають певну єдність в тому, що сукупність фізичних та хімічних параметрів середовища творять кліматичні умови існування живих організмів.

Отже, до **абіотичних** факторів належать: кліматичні, едафічні, орографічні, гідрологічні, геологічні (рис. 2.1).

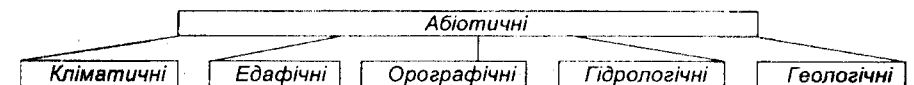


Рис. 2.1. Складові абіотичних факторів.



Розглянемо ці фактори більш детально, а також проаналізуємо реакції організму на дію того чи іншого кліматичного фактору.

**Енергія сонця.** Сонце є єдиним джерелом енергії на нашій планеті. Світло, у всіх його проявах, необхідне для життя. Нам відомо, що світло є невід'ємною умовою процесу фотосинтезу, але разом з тим є інші аспекти його впливу на живі істоти. Розглядаючи ці аспекти, слід відзначити, що вони залежні від *інтенсивності світла, довжини хвилі, кольору та фотоперіоду*. Всі ці властивості світла залежать від кута падіння сонячних променів на земну поверхню. Якщо на екваторі довжина світлового дня (фотоперіод) більш менш постійна (близько 12 годин), то у вищих широтах вона залежить від пори року і змінюється циклічно. Зрозуміло, що в таких умовах життєві цикли живих організмів, синхронізовані відповідно до конкретної пори року (фотоперіоду). Ця синхронізація проявляється у різних формах пристосування, таких як сплячка, діапауза комах, приліт відліт птахів і т.п.

Кількість променистої енергії, яка проходить через атмосферу, є постійною величиною: 1,98 до 2 кал/см<sup>2</sup>Ххв., або  $5 \times 10^{20}$  Ккал в рік на всю поверхню земної кулі. Цю величину називають *сонячною сталою*.

**Освітленість земної поверхні**, як фактор, що впливає з попереднього, має більш концентровану форму впливу на живий організм. Освітленість земної поверхні виражена у тих системах, де ярусність рослинного покриву, а також топографія земної поверхні зумовлює адаптацію живих організмів (тіньовитривалість, світлолюбивість). Яскравим прикладом пристосування до різних параметрів освітленості є ярусність, коли залежно від кількості сонячного випромінювання організми закономірно займають певний ярус в системі.

*\* Отже, організми можна розділити на світлолюбиві та тіньовитривалі. Знання вимог організму до освітленості та енергії сонячного випромінювання має неабиякий практичний інтерес. Аналіз параметрів освітленості є основою до впровадження нових сільськогосподарських культур, сортів.*

Дія освітленості як фактору поширюється як на сушу, так і на водні екосистеми. (колір, редукція органів зору тощо). У цьому випадку слід враховувати, що водне середовище значно відрізняється від повітряного насамперед за своїми фізичними властивостями. Світло набагато важче проникає через товщу води, чим зумовлене зосередження живих організмів переважно у верхніх шарах води.

**Температура.** Якщо живий організм у змозі адаптуватись до дефіциту освітленості і у нього виникають певні пристосування, то до температури живі організми більш вибагливі. Кожен окремий організм пристосований до конкретних температурних умов і може існувати тільки в певних межах, до яких пристосовані його метаболізм та структура. Пониження температури нижче точки замерзання в клітині веде до фізичного розладу самої структури клітини і її загибелі. У цьому випадку працюють насамперед фізичні параметри води. При зниженні температури вода збільшується в об'ємі і тим самим призводить до руйнування клітини. Більше обмеженого максимуму, температура веде до денатурації основних білкових компонентів, а отже, до смерті. Живий організм здатний регулювати температуру в певних межах, але різкі перепади температурного режиму можуть призвести до розладу функціонування організму, а інколи навіть до загибелі. Наведене свідчить, що живий організм може існувати тільки в певних температурних межах. У живих організмів є цілий ряд пристосувань, які дають їм змогу втримувати температуру в певних межах. До таких слід віднести: потовиділення, товщина жирового відкладу, густина шерсті (зимою – густіша, літом – рідша), аперії та птерилії у птахів, діапауза комах, циклічність розвитку рослин, і т.д. Слід відзначити, що коливання температури водного середовища проходить менш помітно, оскільки водне середовище має більш високу теплоємність. На температурний режим системи значною мірою може впливати і рослинний покрив (температура в лісі, полі), у такому випадку біотичний компонент є важливим фактором утворення мікроклімату. Цей факт був здавна помічений людиною і активно використовується в лісовому господарстві. Змішані насадження хвойних та листяних порід сприяють кращому виживанню останніх.

**Вологість.** Вода необхідна для життя і нерідко виступає лімітуючим фактором в наземних екосистемах. Слід відмітити, що вода є єдиним розчинником на нашій планеті, завдяки воді відбувається транспорт речовин із навколишньої, неживої природи до живих організмів. На планеті Земля вода одночасно перебуває в трьох агрегатних станах – рідкому, твердому і пароподібному. В природі існує безперервний кругообіг води, так званий гідрологічний цикл (рис. 2.2).

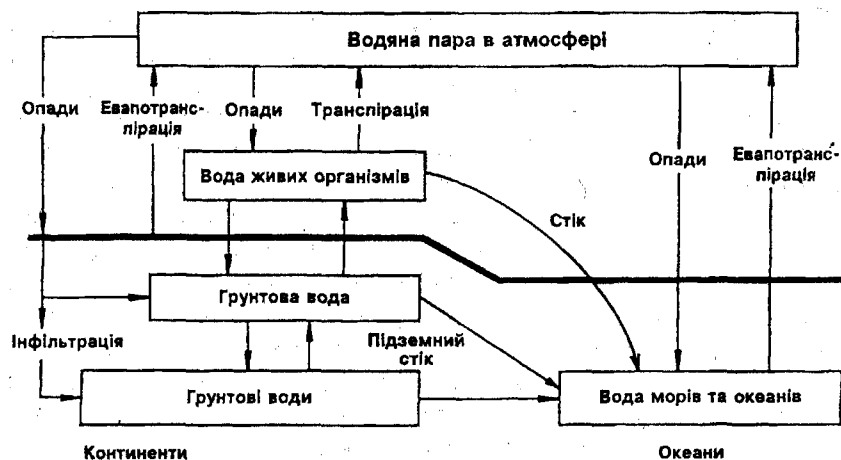
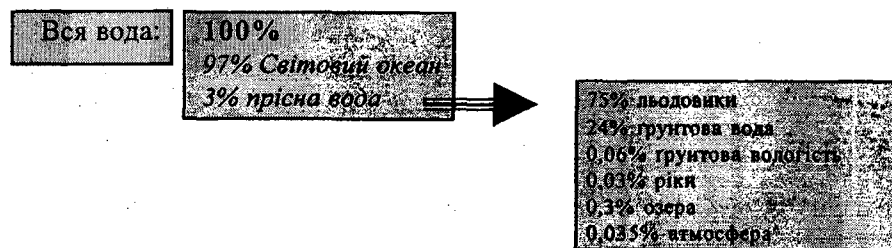


Рис.2.2. Біогідрологічний цикл води (Злобін, 1998).

Слід відзначити, що на планеті Земля існує певна рівновага між кількісними параметрами води в повітрі, Світовому океані та на суші. Разом з тим не вся вода, яка є на нашій планеті, доступна живим організмам. Всі живі організми використовують насамперед прісну воду, хоч значна їх кількість використовує води Світового океану як середовище існування. Якщо проаналізувати відсоткове співвідношення води, то ми наглядно побачимо, чому питання прісної води є найактуальнішим на сьогоднішній день.



Волога настільки важлива, що в типових екосистемах України влітку після кожного дощу вся природа "оживає". Дощ є механізмом, що забезпечує початок весняного проростання насіння ряду рослин. Таке насіння вміщує інгібітори, що гальмують їхнє проростання в несприятливий час. Весняні дощі вимивають ці інгібітори з насіння і воно починає проростати. Але не всі опади корелюють з біомасою і,

зокрема, з врожаєм культурних рослин. Опади у вигляді злив погано утримуються ґрунтом та мало використовуються рослинами. Незначним буває ефект від опадів на легких піщаних ґрунтах.

Водний режим екосистем визначається не тільки кількістю опадів як таких, але й співвідношенням його до режиму випаровування води. Оцінюючи цей параметр, треба враховувати температуру, оскільки вона в першу чергу впливає на інтенсивність випаровування. Сумарним показником режиму зволоженості в екосистемі може бути гігрометричний індекс:

$$H = \frac{PT}{(t_h - t_c)},$$

де  $P$  – кількість опадів на рік,  $T$  – середньорічна температура,  $t_h$  – середня температура найтеплішого місяця та  $t_c$  – середня температура найхолоднішого місяця.

Повітря має сильну висушувальну дію, тому у рослин та тварин спостерігається велика кількість цікавих пристосувань щодо зниження випаровування. Одночасно живим організмам доводиться підтримувати певний оптимальний режим втрати пароподібної вологи, оскільки випаровування – це найефективніший спосіб самоохолодження організму в умовах високої температури повітря. У тварин для такого охолодження за допомогою випаровування служать потові залози (у собаки їх на тілі немає, тому в спекотливий час доводиться висовувати язика), а в рослин вода випаровується через чисельні прорихи на листках.

Джерелами поступлення води на поверхню суші є – дощ, сніг, град, роса, що в сукупності формують поверхневі води. Значний відсоток "грунтової води", за винятком людини, недоступний живим організмам. Отже, для живих організмів залишається в розпорядженні тільки незначний відсоток прісної води.

Залежно від здатності утримувати вологу або витримувати без води, рослини поділяють на:

- ⇒ **ксерофіти** – які здатні довгий час витримувати без води;
- ⇒ **мезофіти** – із середньою витривалістю;
- ⇒ **гідрофіти** – які не можуть витримувати без води і вода для них є основним лімітуючим фактором.

Пристосування живих організмів до нестачі чи надлишку води надзвичайно різноманітні.

#### Пристосування до зменшення втрати води:

⇒ **Рослини:** листя, перетворені у голки, листя, згорнуті в циліндр,

товста воскова кутикула, опушені листки, скидання листя при засушливих періодах, збільшена коренева система і глибоко проникаюче коріння (кактуси, альпійська флора).

♣ **Тварини:** виділення азоту у вигляді сечовини (птахи, комахи, деякі рептилії), дихальні органи прикриті клапанами (комахи), тварини ховаються в норах і активні переважно вночі (пустельні види), тканини витривалі до високих температур (верблюд). Запас води: у вигляді жиру (в цьому випадку вода – продукт окислення: верблюд, пустельний пацюк).

#### **Фізіологічні пристосування до нестачі води:**

➤ при несприятливому періоді видимі ознаки обезводнення не призводять до загибелі (мохи, лишайник, деякі папороті);

➤ зменшення маси тіла при послідовному різкому її збільшенні при наявності води (верблюд може втратити до 30% маси тіла).

Проблеми з водою можуть бути і у організмів, які населяють водні системи. Тут значний вплив на водний режим має насамперед її хімічний склад, фізичні умови, які можуть призводити до зміни гідрорежиму водойми та організму. У цьому випадку слід увагу звернути на такий, на перший погляд простий і нешкідливий забруднювач, як тепла вода. Довгий час вважалось, що тепла вода не є забруднювачем. Пізніше з'ясувалось, що, зокрема, для закритих водойм даний вид забруднення має надзвичайно концентрований вплив, оскільки під впливом теплої води змінюється інверсія води з верхніх шарів у нижні і навпаки, за рахунок чого змінюється кисневий режим водойми. У цьому випадку слід враховувати, що найбільша питома вага води при 4°C і збільшення температурних параметрів води веде до перебудови обміну киснем.

**Газовий склад атмосфери та тиск.** Атмосфера є важливою частиною екосфери, з якою вона пов'язана біогеохімічними циклами, які включають газоподібні компоненти. Це, насамперед, кругообіг азоту, кисню, води. Велике значення мають також фізичні властивості атмосфери, повітря створює незначний опір руху і не в змозі бути опорою для наземних тварин. Але разом з тим існують групи тварин, які використовують політ як спосіб пересування, добування їжі (клас птахи, тип комахи, деякі ссавці).

В атмосфері проходить постійна циркуляція повітряних мас, енергією для якої є Сонце. Результатом циркуляції є перерозподіл водяної пари. Захоплюючи її в одному місці та переносячи в друге, проходить захоплення різних елементів і перенесення їх в інше місце. Важливою атмосферною змінною є тиск, який зменшується з висотою. Дія тиску має відносно невелике значення для сухопутних організмів, так як під

час підйому на висоту 5000 метрів над рівнем моря тиск складає 50% від норми. Високігріні організми відчувають нестачу кисню, і, як наслідок, у них підвищений вміст еритроцитів та гемоглобіну у крові. Значення тиску як лімітуючого фактору більше виявляється у глибоководних організмів, де, високий тиск поряд із низькою температурою та недостатністю світла є необхідністю. При цьому у живих організмів, що населяють глибоководні ділянки, існує цілий ряд пристосувань, що дозволяють їм витримувати підвищений тиск. Це, насамперед, окостеніння покривів тіла і утворення панцирів. Яскравим прикладом таких пристосувань є риби химери. Пристосування також торкаються фізіології функціонування цих істот.

**Едафічні (грунтові) фактори.** Едафічні (від грецьк. *едафос* – ґрунт, земля) фактори – це ґрунтові умови, що впливають на життя і поширення живих організмів. Як відомо, живі організми існують не лише в ґрунті, а й у місцях, де його ще немає: скелі, дюни, терикони, кар'єри. Тому під едафічним фактором уявляється значно ширше коло умов, ніж ґрунт.

Ґрунт як субстрат існування рослин та об'єкт землеробства цікавив ще античних дослідників. У творах *Арістотеля* і *Теофраста* ґрунти поділені на чудові, добрі, родючі, прийнятні, виснажені, бідні і безплідні.

Наприкінці XVIII ст. і в першій половині XIX ст. у Західній Європі виникло дві концепції про ґрунт: *агрогеологічна* й *агрокультурхімічна*. Прихильники першого напряму розглядали ґрунт як крихку гірську породу, яка утворюється зі щільних гірських порід під впливом вивітрювання. Рослинам відводилась пасивна роль перехоплювачів елементів живлення, які вивільнилися під час вивітрювання. Агрокультурхімічний напрям пов'язаний з працями *А. Теєра*, *Ю. Лібіха* та ін., які розглядали ґрунт лише як джерело живлення. Теєром була висловлена гіпотеза, що рослини живляться органічними речовинами (так звана гумусова теорія). Лібіх розглядав ґрунт не як природне утворення, а лише як масу поза процесом її виникнення і розвитку.

Лише у 1883 р. *В.В. Докучаєв* вперше довів, що **ґрунт – самостійне природне тіло, і його формування є складним процесом взаємодії п'яти природних факторів ґрунтоутворення: клімату, рельєфу, рослинного і тваринного світу, ґрунтоутворюючих порід і віку**. Він показав, що ґрунт безперервно змінюється в часі і просторі. Вчення про ґрунт *В.В. Докучаєва* одержало завершення в біосферній теорії *В.І. Вернадського*, який припустив, що навіть гранітні скелі мають біологічне походження.

|| \* Отже, становлення ґрунту відбувається завдяки взаємодії організмів, материнської породи, сонячного випромінювання і опадів.

Едафічний фактор, на відміну від інших, має своєрідний характер. *По-перше*, він не лише впливає на організми, але одночасно служить середовищем існування для багатьох видів мікробів, рослин і тварин, тобто належить до факторів, які формують середовище. *По-друге*, ґрунт є продуктом динамічної взаємодії між гірською породою, кліматом і органічним світом, а сьогодні також і з людським суспільством. Таким чином, ґрунтові організми разом з абіотичними факторами створюють своє середовище проживання. І, нарешті, *по-третє*, едафічний фактор межує з абіотичними і біотичними факторами.

Едафічний фактор мінливий у просторі. Це явище добре ілюструє географічна зональність ґрунтів, відкрита В.В. Докучаєвим. Однак, навіть в умовах однієї зони трапляється мозаїчне розмаїття ґрунтів, тобто так званих едафотопів.

Вчення В. В. Докучаєва заклало підвалини сучасної науки про ґрунт – *ґрунтознавство*. Згідно з Докучаєвим, існує п'ять **ґрунтоутворюючих факторів**:

- > клімат;
- > геологічна основа (материнська порода);
- > топографія (рельєф);
- > живі істоти;
- > час.

Отже, одне з визначень ґрунту звучить наступним чином:

**Ґрунт** – шар речовини, який знаходиться поверх гірських порід кори Землі.

#### В склад ґрунту входить

- мінеральна основа (як правило, 50-60% загального складу)
- органічна речовина (до 10%)
- повітря (15-25%)
- вода (25-35%)

\* **Мінеральна основа** – неорганічний компонент, який утворився з материнської породи в результаті її вивітрювання.

\* **Органічна речовина** – утворюється при розкладі мертвих організмів і їх частин (листя, тварини).

\* **Повітря** – знаходиться в порах ґрунту і необхідне для існування кореневої системи рослин.

\* **Вода** – необхідна всім ґрунтовим організмам як розчинник речовин, які потребують рослини. Вода також приймає участь у перетворенні материнської породи.

## 2.3. Лімітуючі фактори. “Закон мінімуму” Лібіха

Зрозуміло, що потреби у різних видів у кожних конкретних умовах різні. Однак, разом з тим, існує мінімум факторів, які необхідні для існування живого організму. При так званому стаціонарному стані (стан системи більш менш стабільний і не є перехідним) лімітуючою буде та речовина, кількість якої буде найбільш близька до необхідного мінімуму. Вперше питанням мінімальної кількості необхідної речовини займався **Ю. Лібіх**, який в 1840 р. на основі вивчення мінерального живлення рослин вивчав залежність їх росту від тих чи інших хімічних елементів або речовин. На основі своїх досліджень Ю. Лібіх вивів “**Закон мінімуму**”. Лібіхом було відмічено, що ріст рослин залежить не стільки від наявності всіх речовин, скільки від мінімальної кількості певної речовини, відсутність якої в свою чергу веде до затримки росту. Компенсація нестачі одного елементу іншим не проходить.

|| \* Речовиною, яка знаходиться в мінімальних кількостях, регулюється урожай і визначається величина і сталість його в часі.

В подальшому до цього закону були внесені певні доповнення, але вони не змінювали суті самого закону (температура, час і т.д.), а значно ускладнювали застосування встановленої закономірності. Разом з тим, з часу встановлення Ю. Лібіхом цього закону вченими було відмічено, що сам закон при застосуванні на практиці потребує уточнення. **Ю. Одум** (1975), для застосування закону мінімуму пропонує користуватись допоміжними принципами. Згідно з Ю. Одумом, їх повинно бути два.

|| \* **Перший допоміжний принцип** – обмежуючий принцип: закон Лібіха можна застосовувати без уточнень тільки до умов стаціонарного стану, тобто тоді, коли притік енергії та речовин регулюється її витоком, тобто система знаходиться у стані рівноваги.

Перший допоміжний принцип Ю. Одума є обмежуючим. Акцентуючи увагу на ньому, Ю. Одум звертає увагу на те, що система характеризується динамікою і тому, на його думку, введення обмежуючого принципу обмежить похибки, які виникають при довготривалих дослідженнях екосистем.

|| \* **Другий допоміжний принцип** торкається взаємодії факторів. Було відзначено, що в певних умовах висока концентрація або доступність певної речовини, або дія другого, не лімітуючого, фактору, може змінювати потребу у мінімальній кількості речовини.

Прикладом може бути заміна використання молюсками кальцію стронцієм, або така закономірність: рослинам, які ростуть на сонці,



необхідність у цинку є меншою і цинк перестає бути лімітуючим елементом.

Другий допоміжний принцип, введений Ю. Одумом, вказує на неможливість аналізу стану системи на основі невеликої кількості елементів. Саме другий допоміжний принцип вказує на необхідність комплексного аналізу при будь-якому екологічному дослідженні.

## 2.4. Взаємодія екологічних факторів. “Закон толерантності” Шелфорда

Як показали дослідження Лібіха, існування живого організму зумовлено не тільки недостатністю того чи іншого фактору, але також і їх надлишком. Отже, кожен організм має свої межі, які знаходяться між мінімумом та максимумом, тобто оптимум, який забезпечує існування організму. Для кожного виду існують свої межі. Уяву про лімітуючу роль максимуму та мінімуму та необхідність оптимальних умов для існування виду ввів В.Шелфорд (1913) – **закон толерантності**.

- ! Природним обмежуючим чинником існування організму може бути як мінімальний, так і максимальний екологічний вплив, діапазон між якими
- визначає величину витривалості (толерантності) організму до цього чинника.

Ю. Одум (1975) вводить ряд доповнень до закону Шелфорда, які стосуються неоднорідності впливу екологічних факторів та реакції на них живих організмів:

- § організми можуть мати широкий діапазон толерантності до одного фактору і вузький до іншого;
- § організми із широким діапазоном толерантності, як правило, широко поширені;
- § якщо умови існування, визначені одним екологічним фактором, змінюються за межі оптимуму, то змінюються діапазон толерантності до інших екологічних факторів;
- § в природі організми часто попадають в умови, далекі від оптимально встановлених в лабораторних експериментах;
- § період розмноження, росту, як правило, є критичним, межі толерантності організму в цей час набагато вужчі, ніж у дорослої особини.

Роз'яснення, подані Ю. Одумом, багато в чому допомагають при з'ясуванні причин неоднорідності отриманих результатів під час проведення екологічних досліджень. Отже, при будь-якому екологічному дослідженні є необхідність детального аналізу не тільки фізико-хімічних умов середовища або степені впливу живих організмів одне на одного, але і фаз існування організму.

Наглядно вплив оптимальних умов на ріст, розмноження та існування

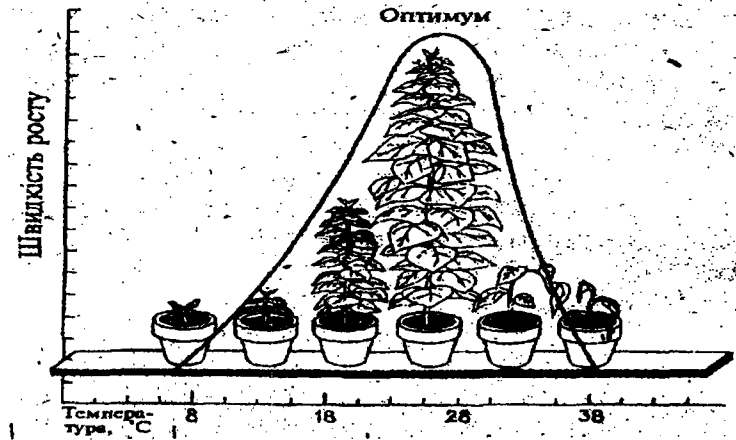


Рис. 2.3. Відношення рослини до температури.

організму бачимо на рис. 2.3. (Назарук, Сенчина, 2000).

Для характеристики амплітуди толерантності видів в екології використовується ряд термінів. До екофактору, відношення якого характеризує вплив на живий організм, додаються два слова:

<b>Стено</b> (гр. <i>стенос</i> ) – вузький	<b>еврі</b> (гр. <i>еврос</i> ) – широкий
Стенотермний – евритермний	по відношенню до температури
Стеногідричний – евригідричний	по відношенню до води
Стенофагний – еврифагний	по відношенню до їжі
Стеногалінний – евригалінний	по відношенню до солоності
Стеноойкний – евриойкний	по відношенню до місця проживання

**Приклад:** розвиток ікри різних риб проходить при різних температурах. Якщо ікра лосося розвивається при температурі від 0 до 14°C при оптимумі 4°C, то по відношенню до ікри жаби вона буде стенотермна, оскільки температурні межі розвитку ікри жаби – від 0 до 30°C при оптимумі 22°C.

Взаємодія основних екологічних факторів може залежати від змін, які проходять у системі, тобто від взаємодії абіотичних і біотичних факторів.

Зміна сонячного випромінювання (світло, як ми знаємо, належить до головних кліматичних факторів) призводить до зміни освітленості земної поверхні, що в свою чергу може призвести до зміни фотоперіодизму у житті тварин і рослин. Зміна освітленості також може призвести до зміни температурного режиму і вологості даної системи. Підвищення вологості поряд із сонячним випромінюванням може змінювати температурний

режим тощо. Яскравим прикладом взаємодії факторів може бути ліс, де ярусність і зміна певних біотичних та абіотичних факторів добре виражені. Для Закарпаття, зокрема, для гірської частини області, характерним є перевипас скота і, як наслідок, ми бачимо швидке порушення функціонування лісових ділянок, де гілки і листя обглодані до певної висоти, а доростання відсутнє. Нерідко людина виступає основним біотичним елементом екосистеми і завдяки її діяльності з'являється новий тип системи. Наглядним прикладом в цьому відношенні є високогірні луки Карпат. Довгий час вважалося, що високогірні луки (полонина Руна, Красна, Тяпіш і т.п.) – це природні утвори. На хибність такої думки вказує експеримент проф. С.С. Фодора. Ним було помічено, що сукупність екофакторів окремих ділянок високогір'я не є характерним для субальпійських лук. Щоб переконатись у правильності свого припущення ним було започатковано експеримент на полонині Руна (1428 м. н. р. м.) по відновленню верхньої межі лісу. Протягом 35 років велись спостереження за штучними насадженнями хвойних дерев. Усі дерева, насаджені в даному місці, прекрасно себе почувають, тобто комплекс екофакторів забезпечує їм оптимальні умови існування.

❗ **Висновок** – переважна більшість полонин Карпат штучні, створені людиною. Кожен вид або видове угруповання обирає умови, які б забезпечували йому оптимальні умови існування, тобто розподіляється до градієнту умов.

В основу екологічної характеристики організмів покладено їх реакцію на вплив факторів середовища. Організм здатний вижити лише в діапазоні мінливості даного фактора, який ще називають *амплітудою*. Як дуже високі (максимальні), так і дуже низькі (мінімальні) значення факторів середовища можуть бути згубними для організму. Порогове значення даного фактора, вираженого в цифрах, вище або нижче якого організм не може існувати, називають *критичною точкою*. Між цими критичними значеннями і розташована *зона екологічної толерантності* (мал. 2.4.).

У межах зони екологічної толерантності напруженість факторів середовища є різною. Поряд з критичними точками розташовані *песимальні зони*, в яких активність організму значно обмежена дією зовнішніх умов. Далі розташовані *зони комфорту*, в яких спостерігається чітке зростання екологічних реакцій організму. В центрі знаходиться *зона оптимуму*, яка є найсприятливішою для функціонування організму.

Схема стосунків в діапазоні екологічної толерантності була

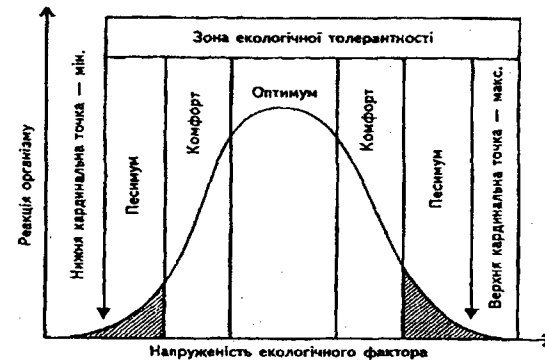


Рис. 2.4. Стосунки у діапазоні екологічної толерантності.

запропонована в 1924 р. німецьким екологом і зоогеографом Р. Гессе, який назвав її *валентністю* екологічних факторів. Варто зазначити, що крива, яка представляє екологічну валентність у межах зони толерантності, не завжди має симетричний вигляд із оптимальною зоною, розташованою в центрі. Наприклад, для прісноводних організмів оптимум знаходиться в нижній межі вмісту солі у воді, тоді як у морських організмів – на протилежному кінці мінливості фактора – в зоні толерантності, де вміст солі найвищий.

## 2.5. Біотичні фактори. Форми біотичних відносин

У природному середовищі на кожний організм або групу організмів діють не тільки абіотичні чинники, але і живі істоти, які є невід'ємною частиною середовища проживання і відносяться до категорії біотичних чинників. Їх дія на організми може бути як прямою (харчування тварин, запилення комахами, паразитування одних організмів на інших), так і непрямою (зміна абіотичних чинників середовища). Представники кожного виду здатні існувати у такому біотичному оточенні, де зв'язки з іншими організмами забезпечують їм нормальні умови життя. Основною формою цих зв'язків є трофічні (харчові) взаємовідносини, на базі яких формуються складні ланки і ланцюги харчування. Крім харчових і угрупованих рослин і тварин, виникають просторові зв'язки. Все це є базою формування біотичних комплексів, у яких різноманітні види об'єднуються не в будь-якому поєднанні, а тільки при умові пристосування до спільного проживання.

Біотичні чинники, які впливають на рослинні організми як первинні продуценти органічної речовини, класифікують на зоогенні і фітогенні.

**Зоогенні чинники.** Безпосередньою і відчутною формою впливу представників тваринного світу на рослини є споживання рослинної маси для харчування (фітофагія). Практично всі класи тварин мають представників, які відносяться до типових фітофагів. Серед фітофагів виділяються: великі тварини – лосі, олені, косулі, кабани; дрібні звірі – зайці, білки, мишеподібні гризуни; різноманітні птахи; багаточисельні представники комах, шкідників тощо.

За характером споживання рослинної маси для харчування фітофаги поділяються на монофагів, олігофагів і поліфагів. *Монофаги* – рослиноїдні тварини, які харчуються лише певними рослинами (коларадський жук, тутовий шовкопряд і ін.). *Олігофаги* споживають для харчування групу близьких видів рослин (горіхотворки галові, пильщики, попелиця та ін.). *Поліфаги* з'їдають рослинну масу багатьох видів (копитні, мишеподібні гризуни, гриби-паразити та ін.).

Велике значення має *механічний вплив тварин на рослини*. Найбільш помітно це виражається у руйнуванні і пошкодженні рослин при поїданні їх відповідних морфологічних частин і тканин копитними, гризунами, а також при витоптуванні.

**Фітогенні чинники.** Рослини, які переважно входять у склад рослинних угруповань, відчувають вплив сусідніх рослин і при цьому впливають на них. Форми взаємовідносин досить різноманітні і залежать від способу і ступеня контактів рослинних організмів, різноманітних чинників. Нижче перераховані основні взаємовідносини між видами (згідно з класифікацією *В.М. Сукачова* і *М.В. Диліса*). Взаємодія організмів (рослинних і тваринних) може бути корисною або, навпаки, шкідливою, залежно від того, стимулюється чи обмежується життєдіяльність кожного з них. Власне саморегулюючі процеси, в основі яких лежить взаємодія організмів, є, як правило, відповідальними за стан динамічної рівноваги з зовнішнім середовищем. Розглянемо форми біотичних відносин.

#### **Форми біотичних відносин:**

|| **\* Конкуренція** – такий тип міжвидових і внутрішньовидових взаємовідносин, за якого популяція або особини у боротьбі за харчування, місце проживання і інші необхідні для життя умови, діють один на другого від'ємно.

Виділяють ⇒ внутрішньовидову, ⇒ міжвидову, ⇒ пряму і ⇒ непряму конкуренції.

**\* Хижацтво** – відносини між хижаком і жертвою. Хижаки – це тварини або рослини, які ловлять і поїдають один одного як об'єкт харчування. Посуті, хижаками є консументи всіх порядків, як травоядні, так і ті, котрі споживають тваринну їжу.

**\* Паразитизм** – форма біотичних зв'язків організмів різних видів, за якої один живе за рахунок іншого, знаходячись у середині або на поверхні його тіла.

При цьому організм-споживач використовує живого господаря не тільки як джерело харчування, але як і місце постійного або тимчасового проживання. До них належать паразитичні комахи (оводи, кліщі, комарі), паразитичні рослини, паразитичні черв'яки (аскариди).

**\* Аменсалізм** – форма біотичної взаємодії двох видів, за якої один з них чинить шкоду іншому і не отримує при цьому відчутної користі для себе (деревні рослини і трав'яниста рослинність під їх кронами).

**\* Симбіоз (мутуалізм)** – представляє собою тривале, нероздільне і взаємовигідне співжиття двох або більше видів організмів (мікориза деяких грибів і коренів дерев).

**\* Коменсалізм** – тип біотичних взаємовідносин між двома видами – коменсалами, коли діяльність одного з них постачає харчування або притулок (коменсалу). (Рибка-прилипало пересувається на великій відстані, прилипаючи до акул).

**\* Алелопатія (антибіоз)** – хімічний взаємовплив одних видів рослин на інші за допомогою продуктів метаболізму (ефірних масел, фітонцидів).

Сюди можна віднести «цвітіння води» за участю синьо-зелених водоростей, явище «червоного моря» – виділення гігантськими скупченнями мікроорганізмів токсичних речовин, які викликають загибель риби.

Проте, деколи два види, які мають однакові кормові потреби, живуть на одній території і не конкурують один з одним. *Р. Дажо* наводить приклад такого співжиття двох видів англійських бакланів – арістотелівського і карбо, які живуть на одних і тих самих скелях, однак, як виявляється, виловлюють різний корм. Наприклад, баклан карбо пірнає глибоко і виловлює глибоководних камбалових риб і креветок, а баклан арістотелівський полює в поверхневих водах на оселедцевих риб і піскарів (кобликів).

Чому ж тут не спостерігається кормова конкуренція? А тому, що кожний із видів в процесі еволюції пристосувався до своєї екологічної ніші, поняття якої буде розглянуто в наступній темі.

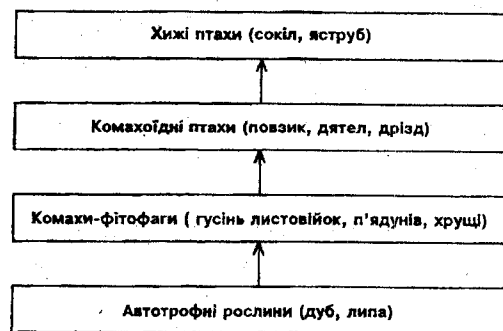


Рис. 2.5. Спрощена схема трофічних рівнів (Злобін, 1998).

Місцезростання – це адреса мешкання виду, а екологічна ніша – це система занять в тій системі видів, до якої він належить. Іншими словами, знання екологічної ніші дає можливість відповісти на питання як, де і чим живиться вид, чим, здебільше, є сам, яким чином і де він відпочиває і розмножується, які для нього необхідні умови середовища (температура, вологість і т.д.).

Ю. Одум

### Закони термодинаміки в живій природі:

1. Енергія ні з чого не утворюється, а може тільки перейти із одної форми у другу.
2. При виконанні роботи енергія не може передатись на 100%, втрата неминуха, яка виділяється у формі тепла.

В екології ці закони більш відомі як закон вічності матерії: "...ніщо в природі не зникає безслідно". Розуміння цих законів є необхідністю при оцінці харчових рівнів та трофічних зв'язків, які існують в живій природі. В екосистемі органічні речовини утворюються автотрофними організмами, які в свою чергу служать кормом для гетеротрофів (рис. 2.5.). Кожен компонент трофічного ланцюга називається трофічним рівнем.

Основою для функціонування трофічного ланцюга є енергія Сонця, тобто зовнішнє джерело, енергія якого акумулюється всіма живими організмами.

Перший трофічний рівень представлений автотрофами, або, як їх прийнято називати в екології – **продуцентами**. Це переважно нижчі та вищі рослинні організми. Продуцентами є не тільки фотосинтезуючі організми. Незначну частку продуцентів складають хемосинтезуючі організми, які використовують енергію хімічних реакцій для синтезу речовини. Разом з тим, роль хемосинтетиків у функціонуванні системи незначна, тому що головна роль у енергетичній єдності системи належить фотосинтезуючим організмам.

Другий трофічний рівень представлений гетеротрофними організмами – **консументами**. Залежно від кількості енергії, яка акумулюється продуцентами, кількість рівнів консументів може бути різною. Саме консументи творять видову різноманітність системи. Отже, розрізняють консументів першого, другого, третього, N-ного рівнів.

Серед консументів існує група організмів, які виділяються в окремий трофічний ряд, оскільки їх сукупність творить окремий трофічний ланцюг. До цієї групи належать організми-деструктори – **редуценти**, послідовна низка яких творить детритний харчовий ланцюг.

\* Отже, бачимо, що в екосистемі весь біотичний компонент пов'язаний між собою і навколишнім середовищем, тобто всі живі організми системи пов'язані енергією, що проходить через систему і трансформується і використовується самими живими організмами.

## 2.6. Антропогенні фактори

Різноманітність форм людської діяльності, які змінюють біотичні й абіотичні елементи природи, багато вчених об'єднують під загальною назвою **антропогенні впливи**, або **антропогенні фактори**.

Український еколог О.О. Лантєв, зокрема, розглядає антропогенні фактори як породжені соціальним обміном речовин і енергії тіла, речовини, процеси і явища, які впливають на природу одночасно з природними факторами. Більшість ботаніків – В.М. Сукачов, Є.М. Лавренко, С.Є. Коровін, П.Д. Ярошенко, Б.М. Міркін, Г. Сукопп (Sukopp, 1969), – вважають, що вплив людини на рослинність – це ті ж зовнішні причини, які можна розцінювати як суму **своєрідних екологічних факторів**.

До антропогенних факторів належать усі види створюваних технікою і безпосередньо людиною впливів, які пригнічують природу: **забруднення** (внесення в середовище не характерних для нього нових фізичних, хімічних чи біологічних агентів або перевищення наявного природного рівня цих агентів); **технічні перетворення й руйнування** природних систем ландшафтів (у процесі добування природних ресурсів, будівництва тощо); **вичерпання природних ресурсів** (корисні копалини, вода, повітря та ін.); **глобальні кліматичні впливи** (зміна клімату в зв'язку з діяльністю людини); **естетичні впливи** (зміна природних форм, несприятливих для візуального та іншого сприймання).

\* Взагалі, *антропогенні фактори* – це впливи людини на екосистему, що зумовлюють у її компонентів (абіотичних і біотичних) суттєві відгуки (реакції). Вони можуть бути фізичними, хімічними, кліматичними, біотичними, а за характером зв'язків – *вітальними і сигнальними*, за часом дії – *постійними і періодичними, ледве помітними і катастрофічними*. Будучи за характером впливу екзогенними, вони діють на ендогенні фактори і, завдяки їм, “зсередини” – на екосистему або на її компоненти.

Вплив людини на природу може бути як свідомим, так і стихійним, випадковим. Користуючись знанням законів розвитку природи, людина свідомо виводить нові високопродуктивні сорти рослин і породи тварин, усуває шкідливі види, творить нові біоценози. Проте нерідко вплив людини на природу має небажаний характер. Це, наприклад, непередбачене розселення рослин і тварин у нові райони, хижацьке винищення окремих видів, а також розорювання перелогових земель, внаслідок чого зникають стійкі високоорганізовані біоценози, зменшується видовий склад рослин і тварин.

До випадкових належать впливи, які є наслідком діяльності людини, але не були наперед передбачені або заплановані: випадкове завезення насіння бур'янів і тварин (завезення з Північної Америки колорадського жука в Європу та кролів в Австралію). Сюди слід віднести випас худоби, розорювання земель, рекреаційні деградації тощо.

Особливої шкоди природі завдають урбогенні та техногенні процеси, які часто діють сумісно. Великі міста, як правило, мають промислові зони, транспортні магістралі, щільну забудову і, отже, творять великі площі мертвої підстилаючої поверхні, яка акумулює додаткове тепло. Над містами здійснюються “*гарячі острови*” з пилу та сажі, а також газові викиди, які погіршують якість життєвого середовища, роблячи його шкідливим для здоров'я людей.

Антропогенні едафічні і кліматичні фактори витісняють природну рослинність, збіднюють тваринний світ, обмежують діяльність мікроорганізмів-деструкторів. Тому екосистеми великих міст та індустріальних центрів є енергетично субсидовані, їх діяльність часто повністю залежить від втручання людини (газони, квітники, сади, сквери, захисні смуги, агрокультури).

*Основними урбогенними негативними факторами є теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні тощо.* Часто в містах вони діють одночасно, особливо це стосується транспортних магістралей із високою інтенсивністю руху. Однак не лише

у великих містах діє цей комплекс антропогенних факторів. Якщо звернути увагу на лісові Карпати, то побачимо, що і в цьому віддаленому регіоні транспортні, електро- і нафтогазові магістралі, потужні трактори й автомобілі на трельованні лісу і лісовивезенні завдають непоправної шкоди лісовим екосистемам. Зникають окремі види рослин і тварин, руйнується ґрунт, порушується екологічна рівновага.

Однак не можна всю антропогенну діяльність вважати негативною: впливи, які оптимізують екосистеми, є позитивними. *Інтродукція, фіто-меліорація, біологічні методи боротьби зі шкідниками рослин і тварин* – це *позитивна антропогенна діяльність*, яка в умовах ноосферного управління повинна переважати. Згідно з висловом відомого російського еколога С.С. Шварца, прогноз розвитку науки на найближчі десятиліття включає в себе суттєві зміни структури біоценозів Землі, створення здатних до самовідновлення і саморегулювання специфічних біогеоценозів. Учений відзначає антропогенні ландшафти, які будуть вирізнятися підвищеною стабільністю і підвищеною здатністю до біологічного очищення. Загальний баланс біосфери має підтримуватися на рівні, що забезпечуватиме оптимальний розвиток людського суспільства.

На Конференції ЮНЕСКО “*Середовище і розвиток*”, яка відбулася в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро, прийнято два фундаментальні документи: “*Декларація з Ріо в справах середовища*” та “*Глобальна програма дій – Агенда 21*”, в яких викладена ідея екологічного розвитку сучасної цивілізації. Про актуальність цієї ідеї свідчить те, що вона стосується всіх галузей життя: ⇒ наукової, ⇒ господарської діяльності, ⇒ міжнародних стосунків та ⇒ побуту. Від уміння розв'язувати екологічні проблеми залежить наше майбутнє.

## Резюме

- ① *Середовище* – все оточення, в якому відбувається життєдіяльність живого організму.
- ② На живих істот, які мешкають на нашій планеті, постійно діють фактори, які називають екологічними факторами.
- ③ Існують три групи факторів:
  - а) абіотичні;
  - б) біотичні;
  - в) антропогенні.
- ④ Живі організми мають різну екологічну валентність.
- ⑤ Кожний вид живих організмів займає свою екологічну нішу.



## Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Назвіть основні абіотичні чинники.
2. Що таке кліматичний чинник?
3. Назвіть основні едафічні чинники.
4. Охарактеризуйте вплив на організми гідрологічних чинників.
5. Дайте характеристику явища констеляції.
6. Наведіть приклади закону оптимуму.
7. Які види називають еврибіонтними і стенобіонтними?
8. Що вивчає фенологія?
9. Поясніть дію закону толерантності.
10. В чому полягає суть закону Лібіха?
11. В чому суть поняття фотоперіодизму?
12. Які типи біотичних чинників Ви знаєте?
13. Назвіть основні форми біотичних відносин.
14. Обґрунтуйте роль харчових ланцюгів у розвитку основних форм біотичних відносин.
15. Наведіть приклади (позитивні і негативні) антропогенного впливу на довкілля.



## План семінарського заняття (2 год.)

1. Поняття середовища існування (грунтове, водне, повітряне середовище).
2. Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми.
3. Абіотичні фактори.
4. Біотичні фактори.
5. Антропогенні фактори.
6. Взаємодія екологічних факторів.



## Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Поняття про екологічний фактор.
2. Головні фактори клімату.
3. Фактори водного середовища.
4. Особливості едафічного фактору.
5. Біотичні фактори і явище коакцій.
6. Антропогенні фактори середовища.



## Завдання, вправи, тести

1. Наведіть приклади впливу кліматичних чинників та поглинаючої здатності поверхні на організми.

2. Закон оптимуму. Поясніть на прикладах принцип його дії.
3. Охарактеризуйте взаємозв'язок різних едафічних чинників.
4. Розгляньте тести і обґрунтуйте правильну відповідь.

а) Еврибіонтні організми – це організми:

- з широким діапазоном пристосування;
- з вузьким діапазоном пристосування;
- у стані фізіологічного оптимуму.

б) Стенобіонтні організми – це організми:

- з широким діапазоном пристосування;
- з вузьким діапазоном пристосування;
- у стані фізіологічного оптимуму.

в) У порівнянні з іншими видами характеризується (колардський жук, миші, вовки, форель, орхідеї, далекосхідний рябчик):

- з широким діапазоном пристосування;
- з вузьким діапазоном пристосування;
- з нейтральним діапазоном пристосування.

5. Охарактеризуйте абіотичні чинники, які визначають вертикальну поясність гірських біоценозів Карпат, Кримських гір.

6. Обґрунтуйте і дайте відповідь, яка з рослин світлолюбна, а яка тіньовитривала, якщо відомо, що в 1 кг свіжих листків міститься така кількість хлорофілу: у подорожника – 1,8 г; аспідистри – 4,0 г.

7. Який з чинників життя зелених рослин (температура, світло, вода, кисень, елементи живлення) найчастіше знижує врожай культурних рослин у південних областях України, де дуже родючі ґрунти?

8. Визначте, до якої екологічної групи, стосовно температури, належать названі види: сосна, каштан, береза, дуб, банан.

Евротермні	Стенотермні

9. Визначте, до якої екологічної групи, стосовно температури, належать названі види тварин: ведмідь бурий, шимпанзе, вовк, засіч-біляк, їжак, ховрах.

Евротермні	Стенотермні

10. Дайте характеристику пристосування рослинності до різних



кліматичних умов на території Земної кулі і України.

11. Проаналізуйте розподіл життєвих форм рослин для основних біомів Землі та залежно від широтної серії.

12. Дайте характеристику одного з типів взаємовідносин організмів.

13. Наведіть приклад антропогенного впливу на середовище.

14. Охарактеризуйте явище констеляції на прикладі екосистеми Вашого місця проживання.

15. Визначте і охарактеризуйте форми біотичних взаємовідносин, які відображені у наступних прикладах:

- клітини водоростей живуть у коралах, постачаючи їм органічну речовину;
- рибка-прилипало біля акули, водорості, які живуть у шерсті лінивця;
- бактерії, що розкладають клітковину, живуть у кишківнику багатьох хребетних і безхребетних тварин, перетворюючи клітковину в доступні для тварин сполуки;
- комарі, кліщі смокчуть кров від 2 хв. до 8 діб;
- запилення комахами, птахами і летючими мишами квіток;
- хижі мурашки живуть у стовбурах мірмекофільних рослин (мімози, акації тощо), живляться тільцями (белтами), багатими на поживні речовини, захищають дерева від мурашок, листогризунів.

## ТЕМА 3

### Демекологія (екологія популяцій)



Головні дійові особи в будь-якому біогеоценозі — це сукупність видів, що його населяють, — популяції. Саме на рівні популяцій відбуваються процеси засвоєння, трансформації й передавання енергії ланцюгами живлення.

#### СУТТЄВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:



- що таке популяції;
- основні популяційні параметри;
- просторову, вікову, статеву та ієрархічну структури популяцій;
- фактори, що спричиняють коливання чисельності популяції.



- дати визначення популяції та назвати критерії виділення популяцій;
- пояснити різницю між біотопом популяції та екологічною нішею;
- визначити чисельність популяції.



#### Ключові поняття та терміни

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| • демекологія         | • смертність            |
| • популяція           | • динаміка популяцій    |
| • структура популяції | • чисельність популяцій |
| • народжуваність      |                         |

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 3.1. Організація на популяційному рівні.
- 3.2. Динаміка популяцій. Загальні уявлення та поняття.
- 3.3. Структура популяцій.
- 3.4. Типи взаємовідносин між популяціями.
- 3.5. Коливання та регуляція чисельності популяцій.
- 3.6. Зростання чисельності популяції, криві зростання та виживання.

### 3.1. Організація на популяційному рівні

При будь-якому біологічному дослідженні виникає необхідність розмежування матеріалу, який ми маємо вивчити на певні одиниці, далі яких розподіл уже не проводиться. В генетиці – це ген, в систематиці – вид, при вивченні екосистем біогеоценозу, характеристику якого ми будемо вивчати в наступних темах – це *популяція*, яка володіє певними характеристиками системи. Популяція є цеглиною, з якої і розпочинається власне екологія організмів будь-якої екосистеми, є першою надорганізмовою біологічною системою.

Термін “популяція” запозичений з демографії В. Йогансеном у 1905 р. на позначення групи особин одного виду, які здатні до вільного схрещування, населяють певний простір протягом життя багатьох поколінь і відокремлені від інших подібних угруповань. Найістотнішими параметрами популяцій є динаміка чисельності особин, структура – вікова, статевая, просторова, ієрархічна і густина населення.

У найзагальніших рисах під популяцією розуміють реально існуючу в природі групу організмів одного біологічного виду, що займає певну територію та відрізняється наявністю серед цих організмів функціональних зв'язків та спільності структур

Ю. Злобін

Як і більшість понять екології, термін “популяція” неоднозначний. Спеціалісти різного профілю, виділяючи популяції у природі, користуються різними критеріями.

У генетиці популяції розглядають як структурні одиниці, що утворюють таксономічний вид. Обов'язковою умовою виділення окремої популяції в цьому випадку є наявність вільного обміну генами серед усіх особинами даної популяції, що забезпечує спільність генофонду. Такі популяції називають *менделівськими*. Вони невеликі за розмірами. Річ у тім, що у рослин при вітрозапиленні та при запиленні комахами пилок розноситься, як правило, на невеликі віддалі. У вітрозапилюваних чагарників та дерев вона не перевищує 100 – 150 м. В ентомофільних рослин комахі можуть розносити пилок на віддалі, не більші за 1 – 3 км, але звичайно взяток береться в радіусі всього декількох сот метрів. Невеликі шлюбні території й у тварин. У менделівських популяціях особини теоретично повинні бути повністю ідентичні. Але звичайно це не спостерігається. Така ідентичність має місце лише тоді, коли живі організми розмножуються нестатевим шляхом або автогамно. Так

формуються популяції кореневищної рослини пирію, гермафродитних тварин типу паразитичного цїп'яка або партеногенетичних скельних ящірок.

У ботаніці критеріями виділення популяції служать її розміщення в межах певного біоценозу. Такі популяції називають *ценотичними*. Розміри ценопопуляцій можуть бути різними. У невеликих ценозах вони невеликі, а в монотонно-однорідних типу тайгового лісу можуть охоплювати території у сотні та тисячі гектарів і складатися з багатьох мільйонів особин.

В екології та зоології популяції частіше виділяють за ознаками їхнього розподілу на певній території та достатній відмежованості від популяцій того ж виду. У цьому випадку популяцію називають *локальною*.

Механізми ізоляції окремих популяцій бувають двох типів: ⇨ *територіальні* та ⇨ *репродуктивні*. У першому випадку межами між популяціями виступають певні бар'єри: гірський хребет, річка і т.п. У другому випадку ізоляцією є неможливість схрещування між особинами різних популяцій. Наприклад, особини конюшини гірської на південному та на північному схилах одного й того ж пагорба можуть належати до різних популяцій, оскільки на північному схилі цвітіння починається тоді, коли цвітіння на південному схилі вже пройшло.

Вивчення популяційної структури виду має надзвичайно важливе теоретичне і практичне значення при здійсненні заходів з раціонального природокористування. Важливо знати загальні біологічні властивості виду, а також як впливає зовнішнє середовище на його формування. Знання екології популяцій особливо необхідні під час цілеспрямованої інтродукції. Досвід попередніх років показує, що навіть “корисні” види, їх інтродукція може призвести до повної перебудови екосистеми та зникнення аборигенних видів. Як класичний приклад можна згадати інтродукцію кролика, який за короткий період став основним конкурентом усім трав'янистим тваринам на Австралійському континенті. Слід відзначити, що це явище краще прослідкувати на тваринах і набагато складніше на рослинах. Разом з тим, рослини-інтродуценти є не менш активними чинниками при деструктивних змінах екосистем. Як правило, інтродукований вид є агресивніший по відношенню до аборигенних видів, йому на початкових етапах людина створює більш сприятливі умови.

|| \* Отже, штучно скорочується час адаптації виду до нових умов. Нерідко нові види привносять з собою і види, які трофічно з ними

пов'язані, але, як не дивно, нерідко шкодять більше аборигенним видам. Вивчаючи популяцію, ми визначаємо не тільки її сучасний стан, але намагаємось провести аналіз стану цієї популяції в минулому та провести прогноз її зростання під впливом різних факторів.

### 3.2. Динаміка популяцій. Загальні уявлення та поняття

Розглянемо, які фактори впливають на чисельність популяції – загальну кількість особин, які належать до однієї популяції на певній території або в певному об'ємі. Повінь, пожежа, град, раптові морози, посуха, бурелом, надмірне застосування хімпрепаратів, реконструкція ландшафту, вселення нових видів хижаків, паразитів, епідемії – все це може призвести до багаторазового скорочення чисельності популяції; навіть до повної її загибелі. Загибель або різке скорочення чисельності популяції, як правило, викликає ланцюгову реакцію в біоценозі і може спричинити коливання чисельності популяцій інших видів. Аналіз причин загибелі окремих видів свідчить про те, що зникнення одного виду рослин викликає загибель від 3-4 до 20-30 і навіть більше видів тварин.

При зниженні чисельності популяції зменшуються можливості обміну генетичною інформацією, що призводить до зниження життєздатності. Тому пізнання закономірностей динаміки чисельності популяцій має першочергове значення. У кожний конкретний момент будь-яка популяція складається з певної кількості особин, але ця величина досить динамічна. Часто вона залежить від народжуваності і смертності у популяції.

**\* Народжуваність** – кількість нових особин, які з'явилися за одиницю часу у процесі розмноження.

**\* Смертність** – кількість особин, які загинули за одиницю часу. Відтворення потомства – головне джерело поповнення популяції. У рослин – це кількість насіння, у риб – ікринок, у птахів – яєць і т.п.

Швидкість зростання популяції визначається біотичним потенціалом. **Біотичний потенціал** – це кількість нащадків, яку здатна дати одна материнська особина. В одних видів біотичний потенціал може перевищувати мільярд, в інших – обмежуватись кількома десятками. Види, що живуть у сприятливих умовах і добре пристосовані до виживання, мають низький біотичний потенціал; і навпаки, висока смертність зумовлює надзвичайну плодовитість. Наприклад, риби, які не турбуються про потомство, відкладають тисячі і навіть мільйони ікринок. Біотичний потенціал деяких видів риб сягає – у місяць – до 3

млрд., а в акул, для яких характерне яйцеживонародження, він обмежений десятками. Більшість шкідливих комах здатні плодити від кількох сот до тисячі особин. Для стабілізації чисельності популяцій достатньо, щоб до розмноження доживало стільки потомків, скільки було батьків. Якщо відсоток виживання вищий за відсоток рівноваги, популяція зростає, якщо нижчий – зменшується. Це необхідно враховувати як при боротьбі із шкідниками, так і при охороні зникаючих видів. Чисельність будь-якої популяції коливається під впливом дії біотичних і абіотичних факторів. Існує поняття **мінімальної чисельності** популяції, нижче якої популяція перестав існувати. В деяких випадках (рослинні угруповання) доцільно використовувати не показники кількості особин у популяції, а їх біомасу.

При характеристиці популяції часто використовують поняття **щільності**, тобто кількості особин певного виду на одиницю площі. Особливо активно цей аспект використовується в лісовому господарстві, де показник щільності кормових рослин використовується для визначення параметрів ємності мисливських угідь по відношенню до мисливської фауни.

### 3.3. Структура популяцій

Як вказувалось, структура популяції є однією з ознак популяції. Виявлення структурних елементів популяції дало змогу більш чітко сформулювати сучасні уявлення про популяцію. Крім того, виділення структурних елементів популяції дає змогу проводити більш ефективний аналіз стану популяції того чи іншого виду. Особливо це стосується видів, які перебувають у стані волі, але експлуатуються людиною.

**\* Просторова структура** – закономірне розміщення особин даної популяції в просторі в певний період часу існування популяції. Аналіз будь-якої популяції показує, що особини розміщуються по-різному.

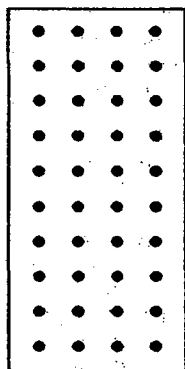
У рослинних угрупованнях просторова структура популяцій виявляється через характерне розміщення особин даного виду: вони можуть виступати поодинокі, парами, групами або ж скупченнями. Їх розміщення залежить від біологічних особливостей виду, стадії розвитку популяції, умов місцезростання. Щодо тварин, то тут важливим фактором є пора року (лялечка зимує в лісовій підстилці, гусениця живе в кроні дерева).

В багатьох випадках трапляється скупчення особин одного виду у біогрупи або парцели. В грабово-буковому лісі таку горизонтальну структуру творять береза, граб, липа, жостір, а з трав'яних рослин –

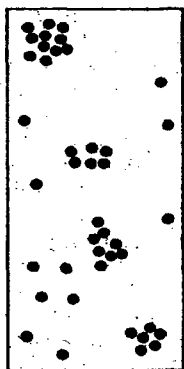
яглиця, печіночниця, копитень, плющ, осока волосиста. Таке скупчення особин дає їм можливість витримати дію несприятливих умов середовища, а також міжвидову конкуренцію.

Розподіл особин популяції може бути:

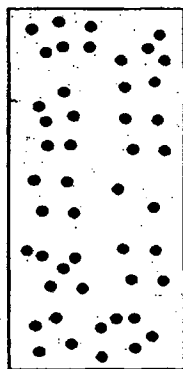
**рівномірним**



**груповим**



**випадковим**



\* **Випадковий** розподіл в природі зустрічається дуже рідко тільки в тих випадках, коли середовище однорідне, а організми не намагаються об'єднатися в групи.

\* **Рівномірний** розподіл може зустрічатись там, де між особинами дуже сильна конкуренція або існує антагонізм, який сприяє рівномірному розподілу в просторі.

\* **Груповий** – якщо особини в популяції намагаються утворити групи певного розміру. Деколи така структура нагадує випадковий розподіл. Такий розподіл зустрічається доволі часто при утворенні пар, скупчень.

Такі скупчення виникають:

- як наслідок змін умов середовища (передміграційні скупчення, міграційні скупчення);
- як реакція на добові та сезонні зміни погоди;
- у зв'язку з процесом розмноження.

Будь-яке із таких скупчень має велике біологічне значення. У особин, які об'єднуються у певну групу, порівняно з самотніми особинами, спостерігається зниження смертності завдяки здатності групи протидіяти (певним чином) несприятливим умовам середовища.

Важливою ознакою територіальної структури популяції є здатність особини займати певну ділянку, яка є індивідуальною ознакою і для кожного виду різна. Підтримання меж ділянки досягається завдяки **територіальності**. Вважається (Ю. Одум), що територіальність це будь-який метод підтримання меж ділянки, яка необхідна для

Таблиця 3.1.

Вікові групи дерев у буковому лісі у Центральній Європі

Група із діаметром стовбура понад 10 см	Кількість дерев на 1 га		
	бук	смерека	ялиця
Молодий ліс, 60 екз			
11-15	20	12	—
16-20	16	8	4
21-25	—	4	—
26-30	4	4	—
31-35	4	4	—
Ліс середнього віку 72 екз			
36-40	4	4	8
41-45	16	4	—
46-50	4	4	—
51-60	24	—	4
Старий ліс, 64 екз			
61-70	16	16	4
71-80	—	4	4
81-90	4	4	—
91-100	4	8	—
Понад 100	—	—	—
Разом	116	76	24

повноцінного функціонування особини. Існують різні механізми підтримання територіальних меж. У нижчих рослин і тварин це переважно **алелопатія**, у вищих тварин – **захист території**. Яскравим прикладом територіальності є спів птахів, мічення території ссавцями і т.п. Явище територіальності сприяє регуляції чисельності популяції на рівні, який є нижчим від рівня насичення. При збільшенні щільності включаються регулюючі механізми – зниження репродуктивної активності, агресивність, безпліддя тощо. Цікавим фактом є те, що навіть штучне підтримання харчового ресурсу (в лабораторних умовах це можливо) не може компенсувати явище територіальності.

|| \* **Вікова структура** – закономірне співвідношення різних вікових груп популяції.

При аналізі вікових категорій виявляється, що це явище має певну закономірність і стосується переважно організмів, яким властиве статеве розмноження. Разом з тим, реально існуючими є і одновікові популяції штучних систем – агроєкосистем, де людина висіваючи певні культури створює одновікові популяції. В природі (при врахуванні віку насіння) такого не існує. Наглядно вікову структуру популяцій різних видів певної ділянки бачимо на табл. 3.1. (Кучерявий, 2000).

Порушення вікової структури веде до зниження репродуктивних

властивостей популяції як наслідок зниження чисельності. Нехтування віковою структурою популяції веде до деструктивних змін системи (вітровали, ерозії, зсуви, міграції і т.п.).

|| \* **Статева структура** – закономірний розподіл особин певної групи по статі.

Теоретично співвідношення статі однакове (1:1), але в природі рідко зустрічається таке співвідношення. Загалом, вік особини популяції можна розділити на три періоди: дорепродуктивний, репродуктивний, пост-репродуктивний. Показники співвідношення статі є індивідуальною характеристикою популяцій різних видів. Помічено, що статева структура знаходиться у взаємозв'язку із віковою структурою. Тобто, якщо ми розмежуємо популяцію за віком, то різні вікові групи будуть представлені різним співвідношенням статі (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2.

Співвідношення чисельності різних вікових груп та співвідношення статі популяції фазана мисливського в Т.М.Р. "Хантер" Закарпатської області (середні показники за 5 років).

Вік	Чисельність	Період	Співвідношення статей	
			Самці	Самки
0-1	1023	До-репродуктивний	504	519
1-3	308	Репродуктивний	98	210
3-5	127		37	90
5-8	68	Пост-репродуктивний	30	38

Отже, на наведеному прикладі бачимо, що при загальній чисельності 1526 особин різних вікові групи представлені різним співвідношенням статей. В дорепродуктивний період воно близьке до співвідношення 1:1, але в репродуктивний період воно наближається до співвідношення 1:3 і в пострепродуктивний період – близьке 1:1.

Основна функція підтримання чисельності особин лягає на особин репродуктивного періоду. Завдяки цьому забезпечується відносна сталість чисельності популяції. Зростання чисельності популяції може відбуватись при збільшенні кількості особин репродуктивного віку, але потім в такій популяції, в певний період свого існування, буде йти затримка зростання чисельності, зростання смертності і тільки по встановленню оптимального співвідношення статі чисель-

ність особин даної популяції буде коливатись в певних межах.

**Ієрархічна структура** – проявляється у степені домінантності особини та функціональних обов'язках, які виконує ця особина. Взагалі, питання ієрархічної структури багатьма дослідниками відкидається. Однак, разом з тим, будь-яку популяцію можна розмежувати за ієрархічною ознакою, оскільки кожна особина в популяції виконує свою, тільки їй властиву, функцію. Ієрархія популяції проявляється у формі організації популяції: *поодинокий спосіб життя, сімейний спосіб життя, зграя, стадо, колонія, прайд*. Як відмічав К.Лоренц, батько етології (науки про поведінку), ієрархія популяції побудована на принципі домінантності та підпорядкованості. Всі особини популяції підпорядковані цьому принципу, а при вибуванні особини якоїсь ланки іде швидка перебудова ієрархічної структури популяції. Багато організмів мають дуже складну ієрархічну структуру (бджоли, мурашки і т.д.). Знання ієрархічної структури популяції дає людині потужний механізм управління популяцією.

|| \* Знання про **структуру популяцій** є основою для раціонального природокористування. Контроль за віковими, статевими, ієрархічними показниками популяцій в природі дозволяє експлуатувати природний ресурс без істотних змін чисельності особин. На жаль, слід відзначити, що в багатьох випадках аналіз структури популяції виду є поверховим і, як наслідок, іде перевикористання і наступне пригнічення популяції та реконструкція системи, складовим елементом якого і є популяція.

### 3.4. Типи взаємовідносин між популяціями

Дуже рідко біолог чи еколог вивчає тільки динаміку однієї популяції. Практично вивчення однієї популяції веде до вивчення популяцій вищих і нижчих трофічних рівнів. Існує цілий ряд добре вивчених типів відносин між популяціями різних видів (міжвидові взаємовідносини). На певному трофічному рівні це може бути **міжвидова конкуренція**, тобто конкуренція між особинами різних видів за доступні ресурси їжі і простір. Візьмемо, наприклад, систему водно-болотних територій. Міжвидова конкуренція між птахами тут проходить за трофічні можливості досить непомітно. Кулики, які добувають їжу по береговій лінії, не створюють конкуренції качиним, які добувають їжу іншим способом (цідять воду). Але, разом з тим, ми можемо помітити конкуренцію серед самих качиних. Вид, кількість якого буде досить великою, буде більш пластичним, тобто здатним використовувати широкий спектр їжі, і буде конкурентом менш пластичному виду, який має більш вузький діапазон

використання. Для водно-болотних угідь Паннонської (Середньо-дунайської) низовини цим видом є крижень, чисельність якого найбільша. Популяції інших видів знаходяться ніби в пригніченому стані і, порівняно з популяцією крижня, менш чисельні. Популяції, які знаходяться на різних трофічних рівнях, також взаємодіють одна на одну. У цьому випадку ми маємо справу з трофічною залежністю популяцій окремих видів. Як було сказано вище, в екосистемі між популяціями можуть виникнути конкурентні відносини за будь-який із широкого спектру ресурсів (їжу, простір, світло і т.п.). Якщо два види будуть знаходитись на одному трофічному рівні, то між ними обов'язково буде присутня конкуренція за їжу. В процесі еволюції організми навіть одного трофічного рівня адаптуються, а точніше, відбувається більш вузька спеціалізація кожного виду, за рахунок чого конкуренція зводиться до мінімуму. Ю.Одум, аналізуючи взаємодії двох популяцій, наводить 9 типів зв'язків:

- ↪ **нейтралізм** – популяції не діють одна на одну;
  - ↪ **конкуренція взаємного подавлення** – обидві популяції чинять тиск одна на одну;
  - ↪ **конкуренція за ресурси** – популяції негативно впливають одна на одну, борючись за їжу;
  - ↪ **аменсалізм** – одна популяція чинить тиск на іншу, при цьому сама не зазнає негативних змін;
  - ↪ **паразитизм, хижацтво** – одна популяція негативно діє на іншу шляхом активного або пасивного нападу, при цьому залежить від стану другої;
  - ↪ **коменсалізм** – одна популяція, об'єднуючись, бере з цього користь, інша не зазнає змін (наприклад, Риба-лоцман – акула);
  - ↪ **протокооперація** – обидві популяції мають користь;
  - ↪ **мутуалізм, симбіоз** – зв'язок двох популяцій, необхідний для існування (наприклад, Рак-самітник – актинія, лишайник, мікориза).
- Розглянемо деякі з них.

**Взаємовідносини “хижак – жертва”.** Хижацтво – це спосіб добування їжі. Екологічна група хижаків має цілу низку морфо-анатомічних пристосувань для нападу, умертвіння та поїдання жертви. Взаємовідносини хижак – жертва найбільш доступні для спостереження і дослідження. Знаходячись на вершині трофічного ланцюга, чисельність хижака знаходиться в певній залежності від чисельності жертви. Якщо прослідкувати криві зростання чисельності хижака і його жертви, то помітним є зміщення вершини фаз максимальної чисельності хижака і його жертви (рис. 3.1).

Таке зміщення максимальних точок легко пояснити: зростання

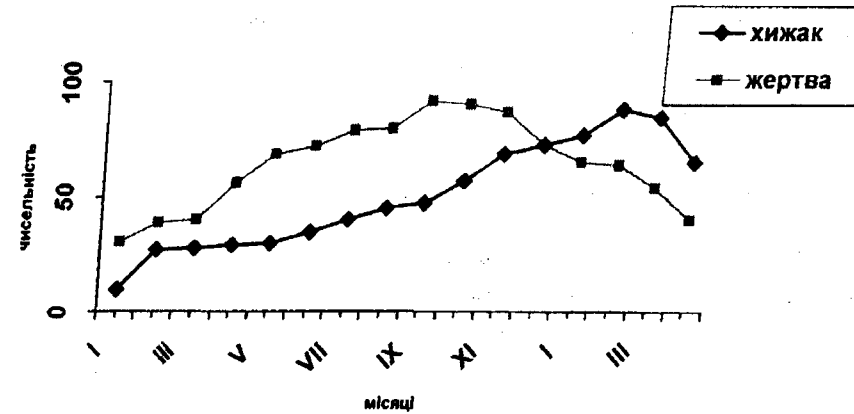


Рис. 3.1. Коливання чисельності популяцій хижака та жертви.

кількості жертви веде до збільшення кількості хижака, оскільки є основою його харчового раціону. Через деякий час кількість жертви зменшується, що в свою чергу веде за загибелі хижака у зв'язку з відсутністю достатньої кількості харчового ресурсу. Важливо відмітити, що роль хижака у цьому випадку не треба переоцінювати, але і не відкидати. В окремих випадках чисельність популяції залежить від іншого типу взаємовідносин: “**господар – паразит**”. Паразитизм – специфічний тип взаємовідносин між організмами. Стратегія паразита спрямована на якомога довше використання свого господаря, але при надмірному зараженні особини паразитами знижуються імунні властивості організму і особина гине. Отже, паразит сприяє загибелі особини, але не є причиною смерті. Якщо прослідкувати закономірності коливання чисельності

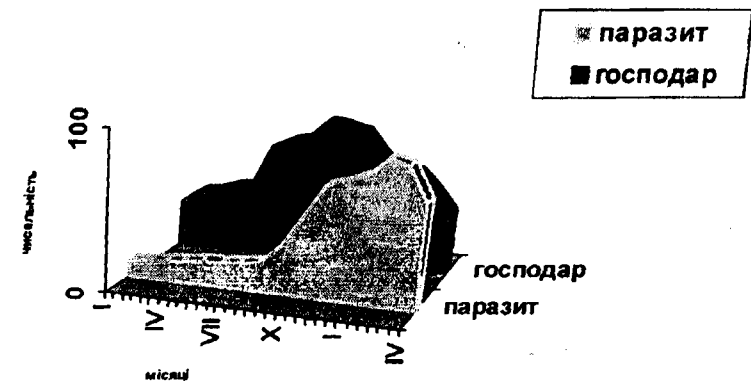


Рис. 3.2. Динаміка чисельності популяцій хазяїн та паразит.



господаря і паразита, то, як і у випадку з взаємовідносинами хижак – жертва, відзначається зміщення точок максимальних чисельностей паразита і господаря (рис.3.2.).

### 3.5. Коливання та регуляція чисельності популяції

Розміри популяції можуть зростати в результаті імміграції (додаються особини ззовні) або за рахунок розмноження особин. На коливання чисельності суттєвий вплив мають кліматичні умови, які ми з вами розглядали в попередньому розділі (факторіальна екологія – температура, вологість і т.д.). Нерідко лімітуючим фактором, як ми розуміємо, виступають вороги, їжа і т.п. Коливання чисельності проходить циклічно і їх можна назвати циклами. Але дослідження таких циклів вимагає довгого періоду часу і залежить від того коливання, популяції якого виду ми намагаємось встановити. Якщо врахувати період настання статевої зрілості, вагітність, то ми побачимо, що у кожного виду вона різна. У маленької тваринки, такої, як бурозубка, ці періоди будуть набагато коротшими від таких, як у копитних, слонів. Тобто, щоб прослідкувати цей процес, екологу необхідно володіти інформацією за той відрізок часу, за який проходить багаточисельна зміна генерацій (поколінь) і знати умови існування цієї популяції. Набагато простіше цю інформацію можна здобути в лабораторних умовах, де в процесі постановки експерименту дослідник інколи штучно, а деколи і підсвідомо створює сприятливі умови існування (пацюк, дрозofiла і т.д.). Коливання чисельності графічно можна зобразити у вигляді синусоїди (мал. 3.3.), для побудови якої необхідно проводити дослідження протягом довгого періоду часу. Ця синусоїда буде складатись із фрагментів, що можуть відхилятися від ідеальної кривої. Важливим моментом є той факт, що коливний процес буде відбуватись навколо уявної лінії, яка і буде ідеальним графічним вираженням чисельності популяції. Також слід відзначити, що коливання

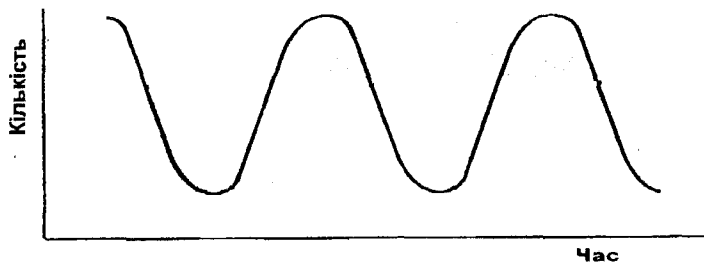


Рис. 3.3. Циклічне коливання чисельності популяції.

чисельності особин популяції можливе в певних межах, тобто, існує поняття мінімальної чисельності популяції. Якщо чисельність особин сягає показників, нижчих від мінімальної чисельності, то вона зникає.

Розміри популяції можуть бути непостійними в результаті зміни плідності, смертності, а нерідко і того, й іншого. При вивченні розмірів популяції і їх змін завжди намагаються встановити **ключовий фактор** – фактор, який відповідає за найбільшу частину змін, які відбуваються при зміні поколінь. Як правило, цей ключовий фактор впливає на смертність.

*\* Слід розуміти, що коливання розмірів популяції проходить не хаотично. Насправді є низка факторів, які втримують стан популяції в певних межах. Ці фактори, які знижують чисельність і сприяють смертності та найкраще діють при збільшенні щільності. Такими факторами можуть бути недостатня кількість їжі, збільшення кількості ворогів тощо.*

### 3.6. Зростання чисельності популяції, криві зростання та виживання

Якщо народжуваність у популяції буде перевищувати смертність, то така популяція буде зростати. Яскравим прикладом такого явища є зростання народонаселення Землі. Було підраховано, що тільки за період ХХ ст. відбулося зростання народонаселення більш ніж удвічі. Тобто, внаслідок якісного стрибка людства, науково-технічного прогресу людство створило певні умови, які і призвели до такого різкого зростання.

Загальний хід зміни чисельності особин в популяції визначається рівнянням:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E,$$

де  $N$  – чисельність особин в популяції,  $B$  – народжуваність,  $D$  – смертність,  $I$  – імміграція,  $E$  – еміграція,  $t$  – час. Розміри популяції можуть зростати або за рахунок великої народжуваності, або за рахунок високої імміграції, або за рахунок поєднання обох цих факторів. Знижує розмір популяції смертність та еміграція особин за її межі.

Щоб ясно собі уявити закономірності зростання популяції, доцільно розглянути модель зростання популяції дріжджів, які потрапили на свіжу культурну речовину (мал. 3.4.)

В такому новому та сприятливому середовищі умови для зростання популяції оптимальні і буде спостерігатись експоненціальне зростання популяції. Після попадання у свіже поживне середовище зростання буде

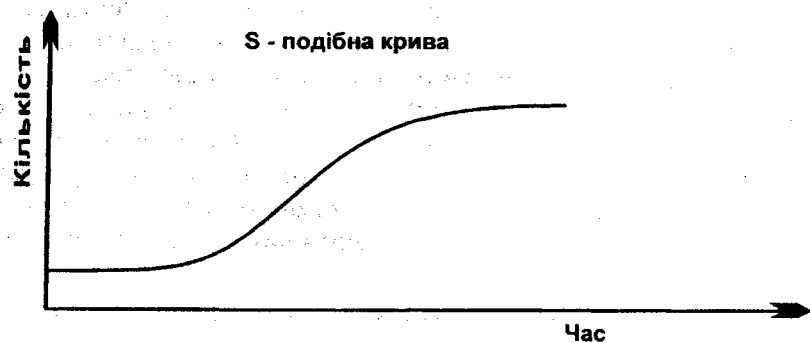


Рис. 3.4. Модель зростання чисельності популяції дріжджів.

йти поступово, досягаючи максимальної чисельності. Затримка зростання популяції на початкових етапах пов'язана із адаптацією до нових умов середовища. Намальована нами крива – це експоненціальна або логарифмічна крива. В наступних етапах життєдіяльності популяції настає період, коли експоненціальний розвиток неможливий. Таке може відбуватись з різних причин зменшення ресурсів живлення, накопичення продуктів метаболізму тощо. Як наслідок – процес зростання популяції поступово уповільнюється і крива зростання набуває S-подібну форму.

Існує й інший тип зростання чисельності популяції, коли експоненціальне зростання продовжується до раптового зменшення кількості організмів (рис. 3.5.).

Це явище може відбуватись за рахунок різкого зменшення ресурсу, території тощо. Такий тип кривої зростання дістав назву J-подібної кривої. Слід відзначити, що в обох випадках експоненціальне зростання відзначається на початкових етапах зростання.



Рис. 3.5. Модель росту чисельності популяції.

Отже, ми розглянули дві моделі зростання популяції. Разом з тим, слід відзначити, що побудова таких кривих можлива тільки за умови більш менш стабільного існування екосистеми. Тобто, там, де чинники системи не діють як лімітуючі на зростання популяції. Змальовані нами моделі в чистому вигляді, як правило, в природі не існують. Якщо з деякими подібностями ми можемо зустрітись в природі при розселенні і освоєнні видом нових територій, що наглядно можна проілюструвати розселенням горлиці кільчастої в Центральній Європі, то на територіях, де види-інтродуценти вже ввійшли до складу екосистем, такого спостерігатись не буде. Разом з тим, такі моделі дають нам змогу розуміти закономірності зростання чисельності популяцій, прогнозувати поведінку виду в нових умовах, управляти і корегувати чисельність "корисних" і "шкідливих" видів.

Одним із основних факторів, які впливають на розміри популяції, є процент особин, які гинуть до досягнення ними статевої зрілості. Для того, щоб чисельність популяції залишалась сталою, в середньому тільки два потомки кожної пари повинні доживати до репродуктивного віку. Щоб отримати криву виживання, нам необхідно почати з певної популяції новонароджених особин і потім відмічати кількість особин, що вижили, залежно від часу.

Будуючи криві виживання для окремих видів, ми можемо визначати смертність для особин різного віку і таким чином виявити, в якому віці цей вид найбільш вразливий. Якщо ми встановимо причини смерті, можемо зрозуміти, як регулюється величина популяції.

Криву виживання можна отримати, якщо розпочати з певної популяції новонароджених особин і на майбутнє відмічати число або відсоток особин, які залишаються жити, залежно від часу. Більшість тварин та рослин старіють, що в першу чергу проявляється у зменшенні кількості особин після досягнення репродуктивного періоду (рис. 3.6.). Причинами

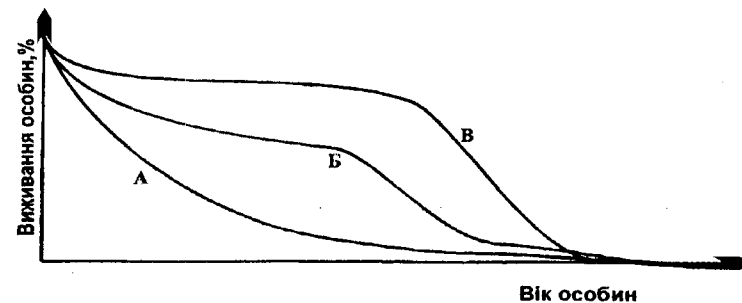


Рис. 3.6. Типи кривих виживання.

цього явища є велика кількість факторів, але, як правило, в пост-репродуктивний період організм поступово втрачає свою захисну здатність. Крива А – характерна для видів, де смертність є більш менш сталою одиницею у всі періоди розвитку. Для більшості безхребетних є типовою така крива. Щось подібне було отримано для “популяції” чашок в кафетерії. Крива Б – характерна для популяцій організмів з високими показниками смертності в ранній дорепродуктивний період. Така крива характерна для муфлонів, гірських кіз. Крива В – близька до ідеальної кривої, оскільки бачимо, що смертність довгий період часу поступається віку, а старіння є головним фактором смертності. Прикладом може бути популяція людей на нашій планеті. Велика кількість людей помирає внаслідок старіння, але середній вік не перевищує 75 років. Невелике відхилення на початкових фазах пов’язано із дитячою (дорепродуктивною) смертністю.

*\* Завершуючи розгляд питань динаміки чисельності популяції, слід відзначити, що процес коливання чисельності неперервний і може змінюватись в часі, як наслідок адаптаційних змін. Зникнення цього явища можливе тільки у зв'язку зі зникненням виду. Питання динаміки популяцій є основою для розуміння більш широких питань, таких, як динаміка угруповання, екосистеми, біосфери в цілому.*

### Резюме

- ① Популяція є цеглиною, з якої і починається власне екологія організмів будь-якої екосистеми, є першою надорганізмовою біологічною системою.
- ② Виділення структурних елементів популяції дає змогу проводити більш ефективний аналіз стану популяції того чи іншого виду.
- ③ Розрізняють три основних типи розподілу особин у популяції: рівномірне, випадкове, групове нерівномірне.
- ④ Динаміку чисельності популяції і механізми її визначення важливо знати для того, щоб керувати розвитком популяцій, особливо корисних або шкідливих для людей.
- ⑤ Розуміння законів життя популяцій досить важливе для екології. Популяції – це саморегульовані біосистеми з певними межами саморегуляції та стійкості. Всі живі організми в природі існують лише у формі популяцій. Популяційна екологія має широке прикладне значення.



### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Які типи розподілу особин у популяції Ви знаєте (наведіть приклади)?
2. Що таке парцели, чим вони характеризуються?
3. Що таке етологія?
4. Якими критеріями визначається екологічна ємність середовища?
5. Від чого залежить вертикальна структура популяції?
6. Які типи розміщення популяцій у середовищі Ви знаєте?



### План семінарського заняття (2 год.)

1. Популяції та їх основні параметри.
2. Структура популяцій.
3. Типи взаємовідносин між популяціями.
4. Динаміка популяцій.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Причини стабільної чисельності популяції рослин та тварин у природних екосистемах.
2. Методи біологічної боротьби зі шкідниками сільського господарства.
3. Популяція як об'єкт використання, моніторингу та управління.
4. Типи взаємовідносин між популяціями.



### Завдання, вправи, тести

1. Охарактеризуйте просторову, вікову, статеву та ієрархічні структури відомих Вам популяцій.
2. Визначіть фактори, що спричиняють коливання чисельності популяції.
3. Термін “популяція” запозичений:
 

а) з філософії;	б) з генетики;
в) з ботаніки;	г) з демографії.
4. Що таке популяція (потрібне підкреслити)?
 

а) група живих організмів в екосистемі;	б) живі організми на певній території;
в) особини одного виду, здатні до вільного схрещування;	г) організми, які живуть на певній території, не розділеній річкою.
5. Основними параметрами популяцій (потрібне підкреслити) є:
 

а) щільність, вага, зріст, географічне положення;	
---	--

- б) продуктивність, вартість, кількість;  
в) чисельність, щільність, народжуваність, смертність;  
г) вік, стать, об'єм, зріст.

6. Типи розподілу особин у популяції (потрібне підкреслити) – це:

- а) випадковий, послідовний, регулярний;  
б) сліпий, глухий, рівноважений;  
в) випадковий, рівномірний, груповий;  
г) нерівномірний, простий, складний.

## ТЕМА 4

### Синекологія (екологія угруповань)



Аналіз структури і процесів, які відбуваються в біоценозах, є предметом біоценологічних досліджень, які в сфері екології становлять синтетичний розділ, тісно пов'язаний з науками про середовище.

#### СУТТЕВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

Знати

- складові частини біоценозу;
- трофічну, просторову, екологічну структуру біоценозу;
- видовий склад біоценозів;
- типи сукцесій;
- індикативне значення організмів.

Вміти

- дати визначення біоценозу;
- визначити структуру біоценозу;
- виявити видовий склад біоценозів;
- визначити типи сукцесій.



#### Ключові поняття та терміни

- |                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| • біоценоз      | • біотоп                    |
| • угруповання   | • асоціація                 |
| • фітоценоз     | • формації                  |
| • зооценоз      | • трофічний рівень          |
| • мікробіоценоз | • трофічні ланцюги          |
| • фітоценологія | • екотон                    |
| • зоосоціологія | • клімаксий стан екосистеми |
| • флуктуації    | • сукцесії                  |
| • біоіндикатори |                             |

□ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

4.1. Біоценози (угруповання). Їх таксономічний та функціональний склад. Систематика біоценозів.

- 4.2. Трофічна, просторова, екологічна структура біоценозу.
- 4.3. Видова структура угруповань та способи її виявлення.
- 4.4. Концепція біотичного угруповання.
- 4.5. Класифікація елементів угруповання та концепція екологічного домінування.
- 4.6. Поняття про екологічну нішу. Потенційна та реалізована ніші.
- 4.7. Динаміка біоценозу як результат міжвидових взаємовідносин. Типи сукцесій.
- 4.8. Індикативне значення організмів.

#### 4.1. Біоценози (угруповання). Їх таксономічний та функціональний склад. Систематика біоценозів

Популяції різноманітних видів живих організмів, що заселяють спільні місця проживання, звичайно, вступають у певні взаємовідносини, тому що змушені користуватися спільним життєвим простором і харчовими ресурсами. Оскільки стійкі взаємовідносини можливі тільки між популяціями видів, а стабільний характер таких відносин становить результат адаптацій, то після тривалого спільного існування формуються багатовидові угруповання – *біоценози*. Необхідно відзначити, що набір видів у цих угрупованнях не є випадковим, а визначається можливістю підтримки кругообігу речовин. Тільки на цій основі в принципі виявляється можливим стійке існування будь-якої форми життя.

**\* Біоценоз становить сукупність рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що спільно населяють ділянку земної поверхні й характеризуються визначеними відносинами як між собою, так і із сукупністю абіотичних чинників.**

Термін «біоценоз» запропонований німецьким зоологом *К. Мебіусом* в 1877 р.

*Біоценоз – це об'єднання живих організмів, яке відповідає за своїм складом, кількістю видів і особин деяким середнім умовам середовища, де організми пов'язані взаємною залежністю і зберігаються завдяки постійному розмноженню в певних місцях. Якщо хоч одна з умов відхиляється хоч на деякий час від середніх умов, то змінюється і весь біоценоз.*

К. Мебіус

Масштаби біоценотичних угруповань організмів надзвичайно різноманітні – від угруповань на стовбурі дерева або на болотній моховій купині до біоценозу ковилового степу.

Складовими частинами біоценозу є *фітоценоз* (сукупність рослин), *зооценоз* (сукупність тварин), *мікоценоз* (сукупність грибів) і *мікробіоценоз* (сукупність мікроорганізмів). Синонім біоценозу – угруповання.

**\* Ділянка поверхні планети (суші або водойми) з однотипними абіотичними умовами (рельєфом, кліматом, ґрунтами, характером зволоження й ін.), яку займає той чи інший біоценоз, називається *біотопом* (від грецьк. *topos* – місце). Біотоп, з яким пов'язані організми, що тут живуть, і умови їхнього існування, зазнає змін під впливом біоценозу.**

Однорідність кліматичних умов біоценозу визначає *кліматоп*, ґрунтових – *едафотоп*, зволоження – *гідротоп*. При польових дослідженнях межу біоценозу встановлюють за фітоценозом, який легко розпізнати. Наприклад, лугове угруповання легко відрізнити від лісового, ялинові ліси – від соснових, а верхове болото – від низинного.

З екологічної точки зору, критеріями виділення біоценозів є видовий склад флори і фауни, часова тривалість системи та просторових меж. Угруповання можна назвати біоценозом лише тоді, коли воно відповідає таким критеріям:

☞ *Має характерний видовий склад.* Існує дві характерні групи видів:

а) домінантні види, які творять зовнішній вигляд біоценозу (очеретовий, сосновий, ковиловий, сфагновий, вересковий), причому кожен з них має свою особливу, неповторну зовнішність;

б) субдомінантні види, які хоч і не виділяються так виразно, як перша група, але, як правило, їх присутність говорить про умови місцезростання.

Характерні види вказують на ці специфічні умови середовища, хоча часто не є видами-домінантами. Наприклад, коли ми згадуємо про барвінок, то бачимо діброву, в якій домінує дуб.

☞ *Має необхідний набір видів.* Біоценоз є системою, в межах якої реалізується обіг матерії й енергії, який здійснюється між компонентами біоценозу і середовища. Тому біоценозом може називатися лише така система, яка містить усі елементи, необхідні для реалізації обігу матерії. Першочерговим джерелом такого обігу є автотрофи, або продуценти. До другої групи належать гетеротрофи, які живляться продукцією рослинами чи тваринами органічною матерією (рослиноїди, хижаки і паразити). Третю групу становлять деструктори – організми, які перетворюють органічні зв'язки в неорганічні. Відсутність окремих членів у тій чи іншій системі не дає права називати її біоценозом.

☞ *Характеризується певною тривалістю в часі.* Біоценоз з його видовим складом є системою стійкою і довговічною, однак його мешканці мають різну тривалість життя. Наприклад, у мікробів вона триває хвилини, в дрібних безхребетних – дні, в крупних – роки, а лісові дерева живуть сотні років. Окремі біоценози тропічних лісів вирізняються геологічною історією, тоді як на місцях згаринч чи евтрофних озер розвиваються цілком інші біоценози.

✧ *Має свою територію і межі.* Простір, на якому функціонує окремий біоценоз, вирізняється однорідністю й особливістю умов біотопу. Малі біоценози можуть існувати на кількох метрах квадратних (джерело з його особливим тваринним і рослинним світом), тоді як діброви, наприклад, простяглися на сотні квадратних кілометрів зі сходу до заходу України. Головним у визначенні межі біоценозу є повночленність і реалізація обігу матерії.

Виділити межі між двома біоценозами нескладно, якщо їх абіотичні та біотичні чинники помітно відрізняються (озеро і лука, ліс і поле, болото і лука річної заплави). Однак і в межах цих біоценозів, якщо уважніше їх дослідити, можна побачити дрібніші повночленні утворення. Найчастіше межі біоценозу визначаються з урахуванням характерних життєвих форм (дерева, чагарники, лісові, лучні чи степові трави). Фітоценози вивчає молода наука *фітоценологія*, а зооценози – *зоосоціологія*. Складність у вивченні біоценозів полягає в тому, що тваринні організми можуть мігрувати у сусідні фітоценози, і тому не можна стверджувати, що певному рослинному угрупованню обов'язково відповідає якесь одне угруповання тварин. Одне рослинне угруповання може служити кормовою базою для кількох видів консументів, і навпаки, один вид тварин може годуватися в декількох різнотипних рослинних угрупованнях. Тому вивчення біоценозів вимагає глибоких досліджень не лише флори і фауни, але і функціонування окремих чинників біоценотичної системи.

Отже, будь-який біоценоз можна розділити на структурні елементи, а саме – на основі трофічних зв'язків (*трофічна структура*), на основі просторового розміщення компонентів (*просторова структура*), на основі особливостей функціонування окремих біоценозів в конкретних умовах (*екологічна структура*).

Будь-яка система складається з компонентів, які в сукупності об'єднуються за якимись спільними ознаками. Кожному біотопу властиві свої ценотичні зв'язки. Для визначення спільного і відмінного між ними потрібна класифікація. При вивченні будь-якої системи найбільш доступними для виявлення є рослини, а оскільки всі тварини прямо або опосередковано залежать від продукції рослин, для класифікації використовують систематику геоботаніки.

Екологи користуються наступними таксономічними одиницями: *асоціація*, *група асоціацій*, *формація*, *група формацій*, *клас формацій*, *біоценотичний тип*.

✧ *Асоціація* – найменша типологічна одиниця, відзначається однорідним видовим складом, однаковою структурою й однотипними абіотичними умовами.

✧ *Група асоціацій* – об'єднання подібних асоціацій, в яких склад усіх ярусів, крім одного, подібні (ялиник із чорницею, ялиник з квасницею).

✧ *Групи асоціацій об'єднуються у формації.* До формації відносять групи асоціацій із спільним едифікатором формації ялинових лісів).

✧ *Група формацій* – об'єднання формацій, в якому едифікатори представлені однією життєвою формою (ялинові та ялицеві ліси утворюють групу формацій темнохвойних лісів).

✧ *Біоценотичний тип* – утворення класів формацій хвойних і листяних лісів, які мають риси екологічної подібності (лісові системи).

## 4.2. Трофічна, просторова, екологічна структура біоценозу

*Трофічна структура біоценозу.* Будь-який біоценоз можна розглядати як складну сукупність трофічних ланцюгів між видами, що входять до складу цього угруповання.

Завдяки кормовим взаємостосункам у біоценозах здійснюється трансформація біогенних речовин, акумуляція енергії і розподіл її між видами (популяціями). Чим багатший видовий склад біоценозу, тим різноманітніші напрями і швидкість потоку речовин і енергії.

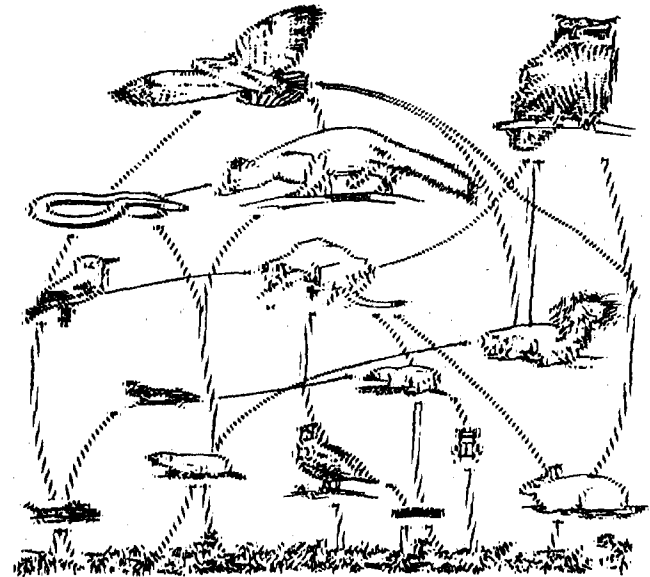


Рис. 4.1. Трофічна структура біоценозу.

! Ланцюги живлення, або канали живлення, якими постійно перебігає енергія, прямо чи опосередковано об'єднують всі організми в єдиний комплекс (рис. 4.1.).

Перший трофічний рівень представлений первинними продуцентами, або автотрофами. До них належать зелені рослини, які здатні використовувати сонячне проміння для утворення хімічних сполук, багатих на енергію. Первинні продуценти – це найважливіша частина біоценозу, тому що практично решта організмів, що входять до його складу, прямо чи опосередковано залежать від постачання енергії, якою запаслися рослини.

Крім первинних продуцентів до складу біоценозу входять *гетеротрофи* (від грецьк. *гетеро* – інший, *трофе* – корм) – організми, які використовують для споживання (корму) готові органічні речовини, представлені консументами і деструкторами. Перша група утворює ланцюги поїдання, а друга – ланцюги розкладу.

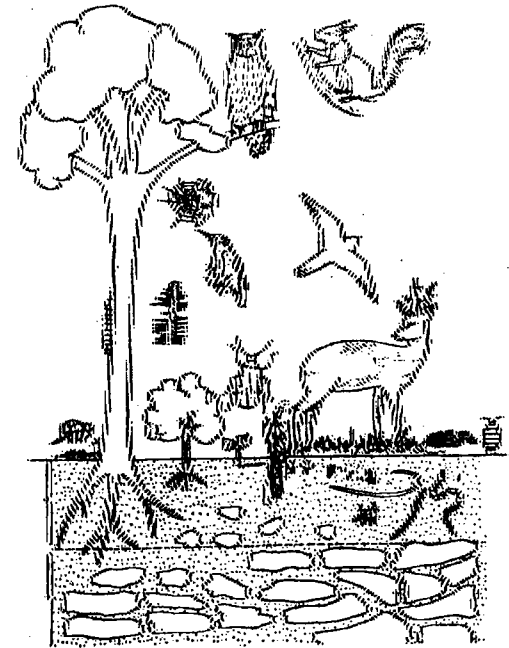
Другий трофічний рівень утворюють травоядні тварини, яких називають первинними консументами. М'ясоїдних, які живляться травоядними, називають вторинними консументами, або первинними хижаками; вони перебувають на *третьому трофічному рівні*.

Хижаки, які живляться первинними хижаками, в свою чергу, становлять *четвертий трофічний рівень* і називаються третинними консументами. Тварин, що споживають вторинних хижаків, називають третинними хижаками, або ж четвертинними консументами, і т.д.

Оскільки чимало тварин всеїдні (живляться як рослинами, так і тваринами), тобто, одночасно одержують енергію з декількох різних трофічних рівнів, їх неможливо віднести до відповідного рівня. Звичайно вважають, що такі організми входять відразу до декількох трофічних рівнів, а їхня участь в кожному рівні пропорційна складу вживаної ними їжі.

Окрему ланку кормового ланцюга утворюють так звані *деструктори*, або *біоредуктори* – організми, які розкладають органічні речовини. Це переважно мікроорганізми (бактерії, дріжджі, гриби-сапрофіти), які поселяються на трупах і екскрементах і поступово їх руйнують. Завдяки їхній діяльності відбувається повернення в мінеральне царство елементів, які містяться в органічних речовинах.

Гриби, наприклад, в основному беруть участь у розкладі клітковини рослин, а бактерії розкладають трупи тварин. Мікроорганізми-деструктори виконують й інші функції: вони продукують інгібітори (наприклад, антибіотики) або навпаки – речовини-стимулятори (наприклад, деякі вітаміни), екологічне значення яких дуже важливе, однак ще мало вивчене.



Мал. 4.2. Спрощена схема вертикальної структури біоценозу (ярусне розташування організмів).

**Просторова структура угруповання.** Під *просторовою структурою* біоценозу слід розуміти закономірне розміщення структурних елементів угруповання по відношенню одне до одного. Ще в працях *Мебіуса* відмічалось, що кожен організм угруповання займає тільки йому властиве місце, яке базується на вимогах організму та взаємовідносинах даного елементу біоценозу, як до інших організмів так і до топічних умов.

Така неоднорідність біоценозу зумовлена насамперед неоднорідністю умов, абіотичних факторів зокрема. Значний вплив на просторову структуру угруповання мають динамічні процеси, що відбуваються в біоценозі. Як правило, організми угруповання розміщуються в просторі у відповідності до кількості сонячної енергії, яка їм необхідна для повноцінного функціонування. У більш концентрованому вигляді це проявляється у водних екосистемах, хоч властиве, безумовно, і екосистемам суші. Яскравим прикладом просторового розміщення складових угруповання є ярусність лісу (мал. 4.2.).



Залежно від типу лісового насадження і видової різноманітності, можна виділити різні вертикальні рівні біоценозу.

|| \* **Надземна ярусність** – це результат добору видів, спроможних проростати спільно, використовуючи горизонти надземного середовища з різною інтенсивністю світла.

Ярусність добре помітна в лісах помірного поясу. Наприклад, у широколистяному лісі виділяється 5-6 ярусів: *перший* (верхній) ярус утворюють дерева першого розміру (дуб, липа, береза); *другий* – дерева другого розміру (горобина, дикі яблуні і груша); *третій* ярус складає підлісок (ліщина, шипшина, жимолость); *четвертий* і *п'ятий* яруси, утворені відповідно високими (чистець лісовий, багно) і низькими (яглиця, журавлина) травами і чагарниками; у *шостому* ярусі – низькі приземні трав'янисті рослини (мохи, копитень). Є також відповідна кількість між'ярусних рослин – водорості, лишайники на стовбурах і гілках, типові епіфіти й ліани. Ярусність виявляється й у трав'янистих угрупованнях (лука, степу та ін.). Різна глибина проникнення та розміщення активної частини кореневих систем забезпечує відповідну ярусність і підземним органам. До того або іншого ярусу рослинності переважно пристосовані також тварини, що входять до складу біоценозу.

Хоч ярусність більше пов'язує з фітоценозом, це явище притаманне і тваринам. Екологи, що вивчають зооценоз, виділяють наступні екологічні групи тварин у вертикальній структурі біоценозу: *кронники* – тварини, які більшу частину життя проводять у кронах дерев (птахи, що будують свої гнізда у кронах дерев, специфічна ентомофауна крон і т.п.); *тварини середніх ярусів* – сюди належать всі дуплогніздники та інші тварини, які не піднімаються у найвищий ярус; *наземно-поверхневі* – види, які населяють найнижчі горизонти на поверхні угруповання (копитні, хижі, наземно-гніздні птахи тощо); *підземники* – тварини, які більшу частину життя або все життя проводять під землею (кріт, сліпак, кільчасті черви тощо).

\* **Підземна ярусність** біоценозу відбиває вертикальний розподіл кореневих систем рослин фітоценозу. Так, у степах виділяються три підземних яруси: *верхній* – з корінням однолітніх рослин, бульбами і цибулинами, *середній* – з корінням злаків і *глибокий* – із стрижнекореновими системами рослин. Наявність підземної ярусності фітоценозу забезпечує продуктивніше використання ґрунтової вологи: у тому самому місці ростуть рослини різноманітних екологічних груп – від ксерофітів до гігрофітів.

Ярусність має велике екологічне значення. Вона – результат тривалого

й складного процесу міжвидової конкуренції та взаємного пристосування рослин одна до одної. Завдяки їй фітоценоз утворює види, що мають дуже різноманітні життєві форми (дерево, чагарник, трава, мох і т. д.). Для рослин водного середовища, наприклад прісноводних водойм, також характерна ярусність. І вона теж відбиває адаптацію живих організмів до цього середовища з його світловим і температурним режимом. Тварини змінюють ярусне положення протягом дня, року, життя, проводячи в одному з ярусів триваліший час, ніж в інших. З визначеними глибинами ґрунту пов'язані його різноманітні безхребетні мешканці, проте суворой пристосованості до підземних ярусів у них немає.

В угрупованні можна виділити і горизонтальну структуру. Пов'язано це насамперед з тим, що в будь-якому угрупованні можна знайти окремі ділянки, які будуть сильно відрізнятися від самого угруповання. Це є прямим наслідком неоднорідності – мозаїчності поверхні, насамперед, ґрунтового шару, вологості, виходів материнської породи.

**Поняття екотону.** Угруповання дуже рідко представлено неперервними утворами з чітко вираженими межами. На межі різних біоценозів виникає свій особливий тип угруповання, який не схожий на сусідні, але має багато з ними спільного. Просторово-обмежене угруповання, яке утворює перехід між двома іншими чітко відмінними між собою угрупованнями, називають *екотоном* (Клементс, 1928). Для кожного екотону характерний так званий *красвий ефект*. Внаслідок *красвого ефекту* іде не проста сума видів сусідніх екосистем, а їх взаємодоповнення. Типовим прикладом *красвого ефекту* є прибережні ділянки чи узлісся. Як правило, в таких ділянках відмічається більша кількість видів, ніж в утворюючих угрупованнях. Територіально екотон може займати різні за площею ділянки і нерідко, завдяки екотонам, іде процес збільшення меж одного біоценозу за рахунок іншого.

**Екологічна структура біоценозу.** Будь-який із виділених біоценозів буде відрізнятися від іншого цілим рядом параметрів. Це не тільки видовий склад фіто-, зоо-, мікробіоценозів, але і умов навколишнього неживого середовища. Важко знайти у природі однакові за всіма параметрами угруповання, оскільки важко знайти однакові умови формування та функціонування біоценози. Відмінності у різних угрупованнях пов'язані насамперед з екологічними умовами існування біоценозів.

|| \* **Екологічна структура** – це закономірне, типове співвідношення певних видів до умов навколишнього середовища та зв'язок всього угруповання з основним компонентом даного біоценозу.

Цілісність біоценозів зумовлюється дією низки механізмів, але головними серед них вважаються два.

⇒ *Перший* із них полягає в тому, що добір видів у біоценоз будь-якої екосистеми йде на основі спільності їх екологічних вимог щодо середовища. Природно, що на перезволожених ґрунтах будуть оселятися вологолюбні рослини та тварини, а на південних відкритих схилах основу біоценозів будуть складати ксерофітні рослини та теплолюбні тварини. Ресурси та умови існування в цьому випадку виступають як механізм добору видів до біоценозу.

⇒ *Другий* механізм біоценозу зовсім інший за своєю природою. Він полягає в наявності коадаптацій рослин та тварин щодо спільного життя. Співмешкання видів в одному ценозі є результатом того, що один вид потрібен іншому так, що без нього він не може існувати.

Приклади такої взаємної прив'язаності організмів один до одного чисельні. Фітофаги не можуть існувати без відповідних кормових рослин, рослини, запилювані комахами, не можуть розмножуватися в екосистемі, де немає потрібних для їх запилення комах.

Обидва механізми біоценогенезу працюють одночасно та паралельно, це й веде до того, що в кінцевому результаті в кожному біоценозі набір видів рослин та тварин не випадковий, а закономірний. Ще *К. Мебіус* підкреслював, що будь-який біоценоз є стійким угрупованням, яке повторюється в часі та просторі. Стосовно цього для кожного біоценозу характерний свій тип біопродукційного процесу та певний запас біомаси.

### 4.3. Видова структура угруповань та способи її виявлення

Під видовим складом біоценозу розуміють набір рослин, тварин, мікроорганізмів, який є у даному біоценозі, включаючи всі групи організмів (види всіх типів). Для кожного біоценозу характерний свій особливий набір видів та їх певна кількість та співвідношення. Видовий склад для еколога служить інформацією про даний біоценоз і досвідчений еколог по видовому різноманіттю та кількісним характеристикам окремих видів може визначити, про який біоценоз йде мова. Одні біоценози надзвичайно багаті (тропічний ліс), інші – бідні (тундри, пустелі).

Визначення видового складу – це надзвичайно складна і клопітка робота, яка вимагає спеціальних знань і великих трудових затрат. Складність її полягає в тому, що угруповання значно різняться між собою *видовим різноманіттям*, яке є одним з основних показників структури біоценозу. З одного боку, охарактеризувати видовий склад

угруповання нескладно: перелічити види, які в ньому виявлені, скласти їх список і, нарешті, дати оцінку видового багатства. З іншого боку, трудність полягає в тому, що не всі ділянки обстежуваного нами угруповання мають однакові кількісні показники видового складу. Вони одержують ззовні концентровану енергію та біогенні матеріали і живуть лише за рахунок розсіяної енергії сонячного випромінювання (лісі і степи, озера, збагачені стоками, водозбірних басейнів). Видова різноманітність угруповань змінюється в часі й є наслідком складних процесів імміграції й еміграції видів, які відбуваються в кожній екосистемі з більшою чи меншою інтенсивністю.

Для зручності при порівнянні різних біоценозів користуються *ознакою видового насичення*, під яким розуміють кількість видів, яка припадає на одиницю площі.

Залежно від типу біоценозу, видове насичення визначають на 1 м кв., 100 м. кв., 0,25 га або 1 га.

Зрозуміло, що не всі види відіграють однакову роль у біоценозі, яка визначається, насамперед, кількісним співвідношенням між видами. Оцінку кількісного співвідношення між видами в біоценозі можна провести кількома способами:

★ *Методи абсолютного обліку* – враховується кількість особин даного виду без співвідношення до кількості особин інших видів:

- *числові прямого обліку;*
- *шкальні прямого обліку;*
- *непрямий облік.*

*Числовими методами прямого обліку* визначають кількість особин (пагонів), їх вагу на одиницю площі (об'єму) або одиниці об'єму на одиницю площі (об'єм угруповання).

*Шкальні методи* використовують для характеристики виду за шкалами рясності, тобто, встановлення ступенів рясності, до одного з яких належить даний вид.

*Методи непрямого обліку* застосовують для визначення ознаки, пов'язаної з кількісною характеристикою виду. Для рослин – це вкриття ґрунту проекціями рослин, найменша віддаль між рослинами, сума поперечних перетинів стовбурів дерев і т.д., для тварин – кількість нір, гнізд, кормових столиків, викидів ґрунту тощо.

★ *Методи відносного обліку* – встановлюється співвідношення між чисельністю різних видів, що входять до складу біоценозу.

Найточніші результати отримуємо під час абсолютного обліку, але і

вони не дають незаперечних результатів, що пов'язано з низкою суб'єктивних причин, серед яких основною є фаховий рівень облікуючого. Особини в біоценозі не рівноцінні як за масою розмірам, біологічним та екологічним особливостям, так і за роллю того чи іншого виду в даному угрупованні. У рослин, особливо у трав, важко визначити особину, бо вони мають багато пагонів, оскільки і етологічні особливості тварин унеможливають отримання абсолютних даних.

В переважній більшості використовується *бальний метод*. За допомогою цього методу отримується достатня інформація для розуміння ролі того чи іншого виду в біоценозі. Бальний метод найбільш поширений (*Шкала Друде*).

#### 4.4. Концепція біотичного угруповання

Концепція біотичного угруповання – одна з найважливіших для розуміння закономірностей розташування організмів. Організми, що населяють планету Земля, утворюють чітко організовану систему, а не розкидані хаотично.

**\* Біотичне угруповання** – це будь-яка сукупність популяцій, що населяють визначену територію або біотоп (Одум, 1986). Біотичне угруповання є живою складовою екосистеми. Як відзначає Одум (1986), під біотичним угрупованням слід розуміти групи різних розмірів від впадоного стовбура до біоти океану.

Отже, навіть всередині виділеного біоценозу можна виділити біотичні взаємозв'язки, які будуть складовою єдиного біоценозу, але їх можна визначити за низкою параметрів впливу ключового фактора в тій чи іншій ділянці. Прикладом біотичного угруповання може бути лука, яка має різний режим зволоження у різних місцях. У більш вологих ділянках ми будемо відмічати види, які хоч і входять до видового складу біоценозу, але їх типовість приурочена до конкретних умов. В більш посушливих ділянках будуть зустрічатись види, які також характерні для даного біоценозу, але будуть більш типовими для всього угруповання, ніж в попередньому випадку. Отже, системний аналіз дозволяє визначити однорідність умов існування організмів в даному угрупованні та функціональну залежність організму від біотичних взаємозв'язків. Вивчення біотичного угруповання має проводитись з врахуванням всіх складових компонентів біоценозу і має проводитися якомога довший період часу. Ігнорування складовими елементами або надмірна акцентація уваги на фіто- або зооценоз приводить до хибних результатів.

#### 4.5. Класифікація елементів угруповання та концепція екологічного домінування

Для спрощення угруповання класифікують на основі:

✧ *структурних параметрів, таких, як домінуючі види, життєві форми, види індикатори;*

✧ *умов існування угруповання;*

✧ *функціональних особливостей (тип метаболізму).*

При аналізі угруповань в межах певного географічного району або ділянки ландшафту застосовують:

⇒ *зональний підхід* – коли окремі угруповання визначаються, класифікуються і, отже, утворюється контрольний перелік типів угруповань;

⇒ *градієнтний підхід* – який базується на розподілі популяцій по одно – або багатомірному градієнту навколишніх умов. Ступінь градієнту (різниці) і буде визначати тип угруповання.

Не всі організми угруповання відіграють однакову роль у визначенні його типу та функції. З великого переліку видів, який може нараховувати сотні і тисячі видів, як правило, тільки декілька з них визначають його функціонування та тип. Роль того чи іншого виду не залежить від таксономічних відносин, оскільки домінуючі види, як правило, взаємопов'язані і тип їх відносин визначається не конкуренцією, а трофічною залежністю. Отже, в самому біоценозі можна виділити групу організмів, які будуть складати енергетичний стержень і будуть *екологічними домінантами* певного угруповання. Степінь домінування того чи іншого виду буде визначатись показником домінування, який і буде визначати роль кожного виду для угруповання загалом.

Для визначення екологічних домінантів застосовують різні методи, основою для яких є не тільки кількісні параметри організму, але і функціональна залежність певних трофічних рівнів. Тобто, у цьому випадку потрібний аналіз використання ресурсу кожного елемента трофічної структури біоценозу.

#### 4.6. Поняття про екологічну нішу. Потенційна та реалізована ніші

Кожна популяція існує в певному місці, де поєднуються ті чи інші абіотичні та біотичні фактори. Якщо вона відома, то існує ймовірність знайти в даному біотопі саме таку популяцію. Але кожна популяція може бути охарактеризована ще і її екологічною нішею.

**\* Екологічна ніша** – фізичний простір з властивими йому екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму, місце виду в природі, що включає не лише становище його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі та ставлення до абіотичних факторів середовища існування. Екологічна ніша характеризує ступінь біологічної спеціалізації даного виду.

Термін **екологічна ніша** був уперше вжитий американцем Д. Гріннелом у 1917 р. Згодом, у 1933 р., його співвітчизник Ч.Елтон дав нове визначення цього поняття: *екологічна ніша становить не лише певні умови середовища, але й спосіб життя і спосіб добування їжі*. За образним висловлюванням Ю.Одума (1975), місцезростання – “адреса” організму, а екологічна ніша – його “професія”.

В 1952 р. англійський еколог Дж. Хатчинсон увів поняття *багатовимірної ніші*, під якою розумів систему з багатьма координатами екологічного простору в екосистемі, де проживає і відтворює себе особина (або популяція). Американський еколог Е. Піанка (1981) визначає *екологічну нішу* як загальну суму адаптацій організованої одиниці до певного середовища. Як і у випадку терміну “середовище”, ми можемо говорити про нішу особини, популяції або виду. Різниця між оточуючим середовищем і нішою організму полягає в тому, що цей термін відбиває здатність організму засвоювати своє середовище і вказує шляхи фактичного використання.

Екологічна ніша є функціональним поняттям. За уявленнями спеціалістів, які розробили концепцію екологічної ніші, вона є тим діапазоном умов, за яких живе та відтворює себе популяція. При цьому екологічна ніша сприймається не як об’єм фізичного простору, а як характеристика

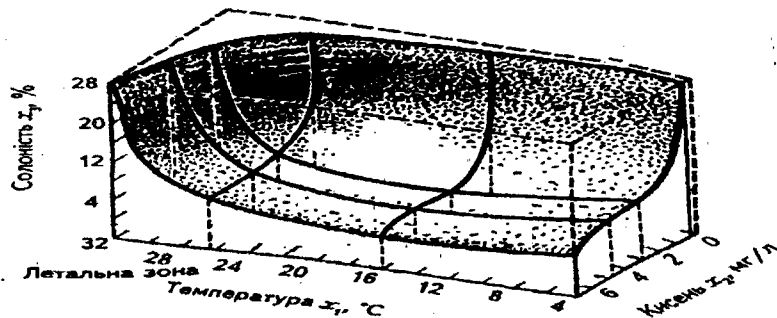


Рис. 4.3. Фрагмент екологічної ніші.

популяції стосовно всієї системи абіотичних та біотичних факторів, при яких вона може існувати.

Щодо кожного конкретного фактору чи умов життя, кожен **вид** має свою амплітуду, при якій він може існувати. Але оскільки факторів існування у тварин та рослин багато, то екологічну нішу можна уявити собі як ділянку в багатомірному просторі факторів, при яких може існувати дана популяція (рис. 4.3.).

Кожній популяції характерна фундаментальна екологічна ніша, що представляє собою комплекс екологічних факторів, необхідних для даного виду при відсутності конкурентів. Цей тип ніші відповідає потенційним можливостям виду. На відміну від цього, реалізована екологічна ніша охоплює ту амплітуду умов, яка доступна виду в присутності його конкурентів. Реалізована ніша, як правило, в тій чи іншій мірі менша від фундаментальної.

Диференціювання за екологічними нішами є дуже важливим механізмом утворення угруповань рослин та тварин. Воно забезпечує співіснування видів в одному і тому ж біоценозі. Видове різноманіття завжди вище тоді, коли процес диференціації ефективний, що простежується в мозаїчних багатих біоценозах. У тварин механізм диференціації за екологічними нішами часто буває досить сильним. Рослини, навпаки, часто мають подібні екологічні ніші, оскільки в принципі у них однакові джерела живлення – сонячна радіація, вода, поживні речовини ґрунту. Але й тут завжди є диференціація: види можуть займати різні яруси, з метою пом’якшення конкуренції за опилувачів, або квітнуть вони в різний час і т.п.

❗ При конструюванні штучних біоценозів прийняття до уваги процесу диференціювання за екологічними нішами забезпечує створення стійких угруповань та отримання більшої кількості біопродукції.

#### 4.7. Динаміка біоценозу як результат міжвидових взаємовідносин. Типи сукцесій

Біоценоз являє собою доволі консервативну природну систему. З року в рік угруповання залишаються незмінними, і навіть якщо змінюється чисельність видів або інші параметри, то цим не порушується рівновага системи. Як правило, чим більша екосистема за розміром і чим багатший та різноманітніший її видовий та популяційний склад, тим вона стійкіша.

Сталість найважливіших екологічних параметрів біоценозу (розмірів, видового складу, біомаси, продуктивності і т.п.) називають **гомеостазом**.

Якщо екосистема стійка й усі її параметри відповідають географічним і кліматичним умовам місцевості, то такий стан називається **клімаксом**. Але іноді бувають відхилення в структурі біоценозу. Якщо вони носять випадковий характер, то такі зміни називають **флуктуаціями**. Причиною можуть бути несприятливі метеорологічні явища, повені, землетруси, що призводять до змін чисельності видів. Пригадайте, як у травні вже на квітучий сад випадав сніг, а землю вкривав іній. Весняні заморозки не тільки ушкоджують квітучі рослини, що позначається на їхньому плодоносінні, а й нерідко служать причиною масової загибелі перелітних птахів. А сильні вітри, повені та землетруси викликають такі порушення в біоценозах, що повернення їх до початкового стану відбувається протягом тривалого часу. Масштабні зміни географічної обстановки або типу ландшафту під впливом природних катастроф чи діяльності людини призводять до послідовних змін стану біогеоценозів місцевості – **сукцесії** (від англ. *succession* – послідовність).

Наприкінці XIX ст. динаміку угруповань вперше описав *Е. Вармінг*. Найповніше розробили теорію сукцесії американські ботаніки *Р. Коулс* і *Ф. Клементс*. Основним принциповим положенням цієї теорії є те, що динаміка угруповання, її зміна в часі – це природна властивість екологічних систем.

Першопричиною зміни фітоценозів *Ф. Клементс* вважав зміну окремих кліматичних чинників або їхнього комплексу. У відповідь на ці зміни, угруповання послідовно змінюють один одного, адаптуючись до нових умов середовища. Завершується цей процес формуванням угруповання, пристосованішого до комплексу кліматичних умов. Таке угруповання *Ф. Клементс* назвав **клімаксом**. Зміну одного біоценозу іншим у ході сукцесії називають **сукцесійними серіями**. *Ф. Клементс* вважав, що всі серії сукцесійних змін угруповань можуть бути тільки прогресивними.

Сучасні вчені вважають, що сукцесія може бути регресивною, якщо вона призводить до збіднення та спрощення угруповань. Так, антропогенні чинники на біоценоз порушують оптимальність умов існування тих або інших видів, деякі з них вимирають, що порушує стійкість екосистем. Отже, не тільки клімат, як думав *Ф. Клементс*, є причиною сукцесії.

Сукцесії поділяються на **первинні** і **вторинні**. Первинні відбуваються на вільних від ґрунту землях – вулканічних туфових і лавових полях, сипучих пісках, кам'янистих розсипах і т.д. Вторинні сукцесії відбуваються на місцеперебуванні зруйнованих угруповань, де збереглися ґрунти та деякі живі організми, й найчастіше носять відновлювальний характер.

|| \* **Первинна сукцесія** – це поступове заселення організмами незайманої суші, що з'явилася, оголеної материнської породи.

Це можуть бути голі скелі або дно моря, що відступило, льодовик або висохле озеро, піщані дюни або застигла лава після вулканічного виверження. Процес сукцесії починається з ґрунтоутворення. Потім з'являються бактерії, лишайники та одноярусна **піонерна рослинність**. В міру розвитку фітоценозу від піонерної до насиченої стадії ґрунт стає родючішим й у біологічний кругообіг утягується все більше хімічних елементів. Зі збільшенням родючості види рослин, що розвиваються на багатих живильними речовинами ґрунтах, витісняють менш вимогливі щодо цього види. Одночасно розвивається тваринний світ. Так система поступово проходить усі стадії розвитку до клімаксового стану. Сильні бурі, повені, пожежі, вирубування лісу, випас худоби й інші причини, як природного, так і антропогенного характеру, можуть призвести до зміни в структурі біоценозу.

|| \* **Вторинні сукцесії** спрямовані на відновлення властивого даній місцевості угруповання після завданих ушкоджень. Не завжди вторинна сукцесія приводить екосистему до початкового клімаксового стану.

Які ж етапи в процесі сукцесії проходить екосистема до клімаксового стану? *Ф. Клементс* визначив такі фази сукцесії:

- ⇒ **фаза оголення** – поява незаселеного простору;
- ⇒ **фаза міграції** – поява перших, піонерних форм життя;
- ⇒ **фаза ецезису** – заселення живими організмами порожнього простору і пристосування їх до конкретних умов середовища проживання;
- ⇒ **фаза змагання** – передбачає конкуренцію з витісненням деяких первинних поселенців;
- ⇒ **фаза реакції** – зворотний вплив угруповання на біотоп і умови існування;
- ⇒ **фаза стабілізації** – остання стадія сукцесії, у результаті якої формується клімаксний біоценоз.

За взаємовідносинами між популяціями та їхнім впливом на середовище проживання розрізняють три моделі сукцесії. Якщо перші живі організми своєю діяльністю змінюють середовище проживання таким чином, що воно стає доступнішим для наступних колоністів, то цей процес розвивається за **моделлю полегшення**. Якщо в результаті конкуренції відбувається добір пристосованіших і стійкіших видів, то сукцесія відповідає **моделі толерантності**. За **моделлю інгібування** всі види угруповання можуть одночасно зайняти нове місцеперебування. Вони

стійкі до конкуренції, але пізніші поселенці збільшують свою чисельність тільки після зникнення (вимирання) когось із перших колоністів.

Розглянемо класичний приклад *первинної сукцесії*. Це формування скельних біоценозів. Цей процес сукцесії починається з поселення на скелях накипних лишайників. Потім з'являються найпростіші, комахи, і почи-нається формування первинного ґрунту. На цьому ґрунті вже можуть оселитися більш складні форми лишайників і мохів. Ґрунт стає багатшим, й на ньому ростуть уже судинні рослини. Пізніше на цій території селяться чагарники й деревні породи, розвивається лісова рослинність. Паралельно розвитку фітоценозу збагачується тваринний світ.

Типовим прикладом *вторинної сукцесії* є відновлення лісового біоценозу після пожежі (або суцільного вирубування). Внаслідок пожежі або вирубування змінюється режим освітлення, температури, вологості й інших чинників, і на освітлених, відносно сухих місцях, що добре прогріваються, формується тимчасове одноярусне угруповання зі світлолюбних трав. Потім починається поступове лісовідтворення: проростають світлолюбні листяні породи (осика, береза, верби й ін.), а також багато видів чагарників. Поява ягідних чагарників приваблює велику кількість видів птахів, а на місцях, що добре прогріваються, поселяються рептилії та гризуни. Ця стадія займає в середньому 2-3 роки. Поступово підрастають дерева, які витісняють чагарники й світлолюбні види трав. Чагарниково-лугове угруповання замінюється листяним. Відповідно змінюється тваринний світ. Через 10-15 років від початку сукцесії видова розмаїтість листяного лісу стає багатшою. Дерев швидко ростуть, ця місцевість затінюється й підвищується вологість. Починається інтенсивне проростання насіння ялини чи сосни. Поступово молоді хвойні породи остаточно глушать трав'янисту рослинність луків. З'являються мохи й лісове різнотрав'я. Через декілька років хвойні дерева виходять у перший ярус, їхні крони зникаються, змінюється світловий режим і вологість, що ще більше пригнічує листяні породи дерев. Зрештою відновлюється вихідний тип лісового угруповання з домінуванням хвойних порід. Відповідно змінюється й зооценоз. Так, у відкритому степу переважають птахи, що гніздяться на землі. У процесі сукцесії вони поступово замінюються видами, що спочатку гніздилися на чагарниках, а пізніше – на деревах. Весь процес вторинної сукцесії від вирубування (пожежі) до формування стійкого вихідного біоценозу займає в середньому 90-150 років. Але не завжди повторна сукцесія доходить до відновлення вихідного біоценозу. Вона може зупинитися на одній з проміжних стадій. Це

залежить від багатьох чинників. Наприклад, надлишкове зволоження може призвести до заболочування місцевості. А якщо на місці пожежі або вирубування починається випас худоби, то це перешкоджає відновленню деревної рослинності, й вихідний біоценоз не зможе відновитися. Надмірний випас худоби змінює фітоценоз, а також призводить до розселення й зростання чисельності сухолюбних видів тварин. На пасовищах збільшується число паразитів домашньої худоби, ростуть популяції хижаків. Це тип так званої зоогенної сукцесії. Прикладом зоогенної сукцесії може бути випадок, коли лосі скупчуються в молодих листяних лісах, об'їдаючи і витоптуючи трави, що негативно позначається на відновленні лісових насаджень.

|| \* *Порушені біоценози, що повертаються до свого вихідного стану, називаються корінними. Якщо на місці вирубування соснового лісу виросте березовий гай, а потім його витіснять хвойні дерева, то такий біоценоз буде корінним.*

Сукцесії бувають *ендодинамічні, ензодинамічні, антроподинамічні*.

\* *Ендодинамічні сукцесії* (внутрішні) пов'язані з розвитком біоценозу, в межах якого одні види вимирають, інші виникають. Життєдіяльність організмів приводить до зміни фітосередовища. Угрупування поступово втрачає стійкість, одні компоненти випадають, замінюються іншими, зникає один біоценоз, утворюється інший, отже, формується нове фітосередовище. Наприклад, у низовому болоті (осоки і злаки) нарастає торф, меншає мінеральної поживи, починають рости мохи – спочатку зелені, потім сфагнові, на них оселяється сосна – утворюється сфагново-соснова асоціація.

\* *Екзодинамічні сукцесії* (зовнішні) бувають пірогенні, гідрогенні, галогенні, зоогенні.

\* *Антроподинамічні сукцесії* (діяльність людини) – лісова дигресія, дигресія лук у процесі скошування трав, перевипас (виснажуються ґрунти, формуються зсуви, селі).

Протягом багатьох сторіч відбувалися фундаментальні великомасштабні сукцесії, що охоплювали цілі геологічні періоди. Такі вікові зміни екосистем відбивають історію розвитку біосфери.

Прикладом історичної зміни екосистем можуть бути зміни угруповань рослин і тварин у міру відступу льодовиків після значних обледенінь. Відомі такі великомасштабні сукцесії, як утворення пустелі в північній частині Середньої Азії в процесі аридизації (зростання посушливості) клімату із широколистяних лісів або ж формування екосистем Каракумів у міру відступу давнього Арало-Каспійського

моря.

Такий самий процес регресивної великомасштабної сукцесії відбувається і в наші дні, тільки її причина має не природний, а антропогенний характер. Саме діяльність людини порушила сформований водний баланс Аральського моря, що призвело до його усихання. До 1960 р. Аральське море справляло помітний вплив на клімат прилеглих територій: пом'якшуючи екстремальні температури, воно стабілізувало умови життя біоценозів Приаралля. У 1960-х роках рівень цього невеликого за площею моря став різко знижуватися. З кожним метром зниження рівня моря відкривалося до 2 тис. км<sup>2</sup> його дна, де переважають солончаково-піщані масиви. Солончаково-піщані рівнини поступово перетворюються на солончакові пустелі, позбавлені рослинності та тваринного населення. Падіння рівня води в морі зумовило зниження горизонту ґрунтових вод – до 4 м в гирлі Амудар'ї і до 6-11 м у Кизилкумах. Цей процес призвів до розширення зони сипучих пісків, а також зростання ступеня аридизації. У цілому йде інтенсивний процес наступу пустелі, зменшується чисельність популяцій і видовий склад угруповань. На жаль, такі зміни позначаються на стані екосистем території, що прилягає до колишнього узбережжя Аралу в смузі до 300 км, охоплюючи території Кизилкумів, Приаральських Каракумів, плато Устюрт. Трагедія Аральського моря – це яскравий приклад нерозумної діяльності людини та її негативного впливу на динаміку природних систем.

Вивчення процесу сукцесії має велике значення в зв'язку з антропогенним впливом на біоценози, який постійно посилюється. Досліджуючи сукцесійні серії, можна прогнозувати утворення природно-антропогенних ландшафтів. А вивчення вторинних сукцесій і чинників, що їх викликають, відіграє важливу роль у вирішенні проблем охорони та раціонального використання біологічних і земельних ресурсів.

#### 4.8. Індикативне значення організмів

Нерідко проведення масштабних екологічних досліджень протягом довгого періоду часу неможливе, існує нагальна необхідність визначити стан угруповання та екосистеми. У цьому випадку перед екологами стоїть завдання пошуку видів, які перші реагують на зміни у біоценозі.

Фактори середовища доволі строго визначають, які організми можуть жити в даному місці, а які не можуть. Враховуючи це, ми можемо використати обернену закономірність і судити про стан середовища організму, який в ньому проживає. Так з'явився метод біоіндикації середовища, який особливо широко використовують для визначення

рівня забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників (ліхеноіндикація), мохів (бріоіндикація) чи грибів (мікоіндикація):

*Ю. Одум* наводить низку суттєвих зауважень, які слід брати до уваги під час використання цього методу.

❖ *Стенотопні види, як правило, є кращими індикаторами, ніж евривиди.*

*Наприклад, копитняк – виражений мезофіт; він трапляється в діброві, де репрезентує багаті умови зростання.*

❖ *Великі види є кращими індикаторами, ніж дрібні, оскільки на даному потоці енергії може підтримуватися більша біомаса або “врожай на коріння” і ця біомаса розподіляється між великими організмами.*

Наприклад, анемона дібровна – вид дібровних умов зростання, який рясно представлений у буковому лісі лише у час цвітіння (весняний аспект). Однак вже в червні годі знайти його сліди. В той час як бук – індикатор родючих бучин – завжди буде представлений і відіграватиме в будь-який час роль індикатора.

❖ *Числове співвідношення різних видів, популяцій і цілих угруповань часто служить кращим індикатором, ніж чисельність одного виду, оскільки ціле краще, ніж частина, відбиває загальну суму умов.*

Наприклад, чисті угруповання сосни високих бонітетів є індикаторами свіжих борових та суборових пісків. Коли говоримо про діброви, то беремо до уваги багаті ґрунти і благодатний клімат. Зарості кропиви дводомної індукують багаті на азот землі.

|| \* *Отже, біоіндикатори – це група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища.*

Біологічну індикацію широко використовують сьогодні для оцінки забруднення навколишнього середовища, яке “усуває” з природних екологічних ніш нестійкі до факторів забруднення види нижчих і вищих рослин, а також представників фауни.

#### Резюме

❶ *Масштаби біоценотичних угруповань організмів надзвичайно різноманітні – від угруповань на стовбурі дерева або на болотній моховій купині до біоценозу ковилового степу.*



② Угрупування можна назвати біоценозом лише тоді, коли воно відповідає таким критеріям:

- 1) має характерний видовий склад;
- 2) має необхідний набір видів;
- 3) характеризується певною тривалістю в часі;
- 4) має свою територію і межі.

③ Будь-який біоценоз можна розглядати як складну сукупність трофічних ланцюгів між видами, що входять до складу даного угруповання.

④ Під просторовою структурою біоценозу слід розуміти закономірне розміщення структурних елементів угруповання по відношенню одне до одного.

⑤ Під видовим складом біоценозу розуміють набір рослин, тварин, мікроорганізмів, який є у даному біоценозі, вимагаючи всі групи організмів.

⑥ Масштабні зміни географічного стану або типу ландшафту під впливом природних катастроф чи діяльності людини призводять до послідовних змін стану біогеоценозів місцевості – сукцесій.

⑦ Біологічну індикацію широко використовують сьогодні для оцінки забруднення навколишнього середовища.



### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що таке біоценози?
2. Назвіть трофічну, просторову, екологічну структури біоценозу?
3. Як визначити видовий склад біоценозу?
4. Які типи сукцесій Ви знаєте?
5. Що таке клімаксий стан екосистеми?
6. Як використовуються організми для біоіндикації?



### План семінарського заняття (2 год.)

1. Біоценози. Їх структура та видовий склад.
2. Динаміка біоценозів. Типи сукцесій.
3. Індикативне значення організмів.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Ґрунтовий біоценоз та функції окремих груп організмів в його існуванні.
2. Біоценоз як природна система.
3. Властивості біоценозів.



### Завдання, вправи, тести

1. Визначіть критерії, за якими угруповання можна назвати біоценозом.

2. В науковий обіг поняття біогеоценозу ввів:

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| а) Тенслі;   | б) Одум;        |
| в) Лавренко; | г) Сукачов;     |
| д) Дипіс;    | е) Вернадський. |

3. Розкрийте зміст поняття “екотон”.

4. Складові частини біоценозу (необхідне підкреслити):

- |   |
|---|
| а) автотрофи, гетеротрофи, редуценти;             |
| б) фітоценоз, зооценоз, мікоценоз, мікробіоценоз; |
| в) мохи, лишайники, трав'яний покрив;             |
| г) ліси, луки, водоймища.                         |

5. Синонім біоценозу (необхідне підкреслити):

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| а) консументи;  | б) популяції;    |
| в) угруповання; | г) різноманіття. |

6. Наука зоосоціологія вивчає (необхідне підкреслити):

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| а) степові трави; | б) чагарники; |
| в) зооценози;     | г) ліси.      |

7. Угрупування, пристосоване до комплексу кліматичних умов називається (необхідне підкреслити):

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| а) сукцесійним; | б) флуктуаційним; |
| в) клімаксным;  | г) піонерним.     |

## Біогеоценологія (вчення про екосистеми)

Екосистеми є основними структурними одиницями, які складають біосферу. Тому поняття про екосистеми надзвичайно важливе для аналізу усього різноманіття екологічних явищ.

### СУТТЕВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

- ☞ поняття “біогеоценоз” (Сукачов) та “екосистема” (Тенслі);
- ☞ складові компоненти біогеоценозу;
- ☞ основні етапи використання речовин та енергії в екосистемах;
- ☞ піраміди чисел, мас та енергії;
- ☞ загальні принципи стійкості екосистем.
- ☞ дати наукове визначення термінам екосистема та біогеоценоз;
- ☞ навести приклади трофічних ланцюгів, що є у відомих Вам екосистемах та визначити, до якого типу вони належать;
- ☞ сформулювати принципи стійкості екосистем.

### Ключові поняття та терміни

- |                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| • екосистема                    | • фітофаги            |
| • біогеоценоз                   | • зоофаги             |
| • фотосинтез                    | • детритофаги         |
| • продуценти                    | • екологічна піраміда |
| • консументи                    | • стенофаги           |
| • редуценти                     | • поліфаги            |
| • екологічний резерв екосистеми | • стійкість екосистем |

### □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 5.1. Співвідношення понять “біогеоценоз” (В.М. Сукачов) та “екосистема” (А. Тенслі).
- 5.2. Складові компоненти біогеоценозу та основні фактори, які забезпечують його існування.

5.3. Основні етапи використання речовин та енергії в екосистемах.

Втрати енергії при переході з одного трофічного рівня на другий.

5.4. Первинна продукція – продукція автотрофних організмів. Екологічна ефективність екосистем.

5.5. Екологічна піраміда. Піраміди мас, чисел та енергії.

5.6. Загальні принципи стійкості екосистем.

### 5.1. Співвідношення понять “біогеоценоз” (В.М. Сукачов) та “екосистема” (А. Тенслі)

У 1935 р. англійський ботанік А. Тенслі уперше ввів в екологію термін «екосистема». Екосистеми бувають різноманітних розмірів, простими і складними, штучними (акваріум, теплиця, пшеничне поле, населений космічний корабель) і природними (озеро, ліс, океан).

☛ **Екосистема** – це комплекс організмів і водночас середовище їхнього існування з усіма взаємозв'язками і взаємодією між ними.

Розрізняють водні і наземні екосистеми. Всі вони утворюють на поверхні планети строкату мозаїку. При цьому в одній природній зоні зустрічається багато схожих екосистем. Вони можуть об'єднуватися в однорідні комплекси або можуть бути розділені іншими екосистемами.

Члени угруповання так тісно взаємодіють із середовищем проживання, що біоценоз часто важко розглядати окремо від біотопу. Наприклад, ділянка землі – це не просто “місце”, але і певна кількість ґрунтових організмів і продуктів життєдіяльності рослин і тварин. Тому їх об'єднують під назвою **біогеоценозу**: «біотоп + біоценоз = біогеоценоз».

Поняття біогеоценозу ввів російський учений В. Сукачов у 1942 р.

☛ **Біогеоценоз** – сукупність на визначеній частині земної поверхні однорідних природних явищ (склад атмосфери, гірських порід, рослинності, тваринного світу та світу мікроорганізмів), які мають свою специфіку взаємодій компонентів і визначений тип обміну речовин та енергії, знаходиться в постійному русі і розвитку.

Отже, біогеоценоз – це елементарна наземна екосистема, головна форма існування природних екосистем.

Незважаючи на те, що біогеоценоз і екосистема, за висловлюванням

Ю. Одума, є синонімами, окремі дослідники вкладають у ці поняття різний зміст і використовують їх довільно, не беручи до уваги сутність цього явища. Це вносить певний безлад у розуміння цих понять, що шкодить як науковцям, так і практикам.

Відзначимо також, що на Заході науку про розвиток рослинного і тваринного світу в зв'язку з умовами їх місцезростання виділяють в самостійну галузь екології – синекологію. Фітоценологію, зооценологію, біогеоценологію там не виділяють в окремі наукові дисципліни, як це робиться в нас, а включають як складові екології. Тому зарубіжні вчені вважають, що термін “екосистема” як одиниця взаємовідносин сукупності живих організмів з неживим середовищем більш зручний для користування. Однак, якщо навіть погодитися з тим, що екосистема є об'єктом вивчення екології, то доведеться визнати, що всі живі організми (рослинного, тваринного і мікробного походження) перебувають у постійній взаємодії як між собою, так і з усіма останніми косними факторами середовища існування. Крім того, вони виконують величезну роботу, пов'язану з обміном речовини і перетворенням її в енергію, що не дає підстав обмежуватися лише констатацією зв'язків живих організмів з косними факторами у вигляді єдиної фізичної системи.

*\* Отже, терміни “біогеоценоз” і “екосистема” можна вважати синонімами лише в тому випадку, коли вони розглядаються як біоценоз, який займає певну ділянку земної поверхні з подібними атмосферними, літосферними, гідросферними умовами і характеризується однорідністю взаємозв'язків і взаємовпливів всередині біоценозу та зв'язків з його середовищем місцезростання, наявністю в цьому комплексі живої і неживої природи кругообігу речовини і енергії.*

Хоча біогеоценоз – це однорідна ділянка земної поверхні, але її однорідність є відносною, оскільки всередині біогеоценозу немає жодної суттєвої біоценологічної, геоморфологічної, гідрологічної і ґрунтово-геохімічної межі. Однак, доволі невизначеною залишається міра цієї відносності: з одного боку, біогеоценози мають певну просторову (вертикально-горизонтальну) структуру і є сукупністю підсистем, з іншого боку, дуже часто біогеоценози не мають різких меж між собою і тому їх дуже важко розмежувати “в натурі”.

Е.М. Лавренко і М.В. Диліс (1968) запропонували дуже влучне визначення: “біогеоценоз – екосистема в межах фітоценозу”. Дійсно, після встановлення меж біогеоценозу цей природний об'єкт можна вивчати як екосистему. Але, як відомо, просторова структура фітоценозу є дуже неоднорідною і строкатою, а тому виділити межі з

сусіднім фітоценозом є непросто. Це пояснюється й тим, що одні фітоценологи вважають рослинний покрив дискретним і виділяють його межі, інші ж схиляються до думки про континуум, або ж неперервність, рослинного покриву і доводять неможливість встановлення цих меж.

*\* Отже, біогеоценоз – це сукупність рослинності, тваринного світу, мікроорганізмів і певної ділянки земної поверхні, які пов'язані між собою обміном речовин та енергії.*

Однією із загальних і обов'язкових ознак біогеоценозу є *взаємодія автотрофних і гетеротрофних ланок*. Науку про біогеоценози називають *біогеоценологією*. Вона вивчає біоценотичні процеси, які відбуваються в кожному конкретному біогеоценозі (екосистемі), зокрема, продуктивність, обмін речовиною і енергією. Положення В.М.Сукачова про те, що обмін речовиною і енергією є такою ж характерною властивістю біогеоценозу, як і склад рослин і тварин, а також специфіка взаємозв'язків і взаємодії між ними має принципове значення, оскільки саме участь усіх взаємодіючих організмів у речовинно-енергетичному обміні функціонально об'єднує їх в єдину систему, яка включає їх і абіотичне середовище. Однак, структура біогеоценозу, тобто склад утворюючих його видів, властивості кожного середовища і особливості взаємодії між ними, визначають специфіку речовинно-енергетичного обміну. Біоценологію (синекологію) від біогеоценології відрізняє передусім те, що остання включає як складову частину досліджуваної системи абіотичний комплекс, біоценологія ж вивчає лише сукупність організмів.

Важливою характеристикою екосистем є розмаїття видового складу. Вчені виявили деякі закономірності в існуванні екосистем різного рівня:

☞ *Чим різноманітніші умови біотопів у межах екосистеми, тим більше видів містять відповідний біоценоз.* Яскравим прикладом є тропічні ліси, де живе найбільше існуючих видів тварин і рослинності.

☞ *Чим більше видів містить екосистема, тим менше особин нараховують відповідні видові популяції.* Так, у системах із малою видовою розмаїтістю (пустелі, степу, тундри) деякі популяції досягають великої чисельності, а в тропічних лісах популяції, зазвичай, нечисельні.

☞ *Чим більша розмаїтість біоценозу, тим більша екологічна стійкість екосистеми.* Так, екосистема моря стійкіша за екосистему озера, тому що її населяють різноманітні види тварин, а рослинний світ її надзвичайно багатий.

☞ *Експлуатовані людиною системи, що представлені одним видом або дуже малим їх числом (агроценози з землеробськими монокультурами) нестійкі за своєю природою і не можуть самопідтримуватися.* Тому людям слід бути особливо дбайливими щодо таких екосистем.

❖ Жодна частина екосистеми не може існувати без іншої. Якщо з якоїсь причини відбувається порушення структури екосистеми, зникає група організмів, вид, то все угруповання може сильно змінитися або навіть зруйнуватися.

## 5.2. Складові компоненти біогеоценозу та основні фактори, які забезпечують його існування

Якщо повернутись до запропонованої нами спрощеної схеми рівнів організації живої матерії то помітно, що сукупність угруповань на визначеній ділянці простору і буде складати екосистему. У такому випадку складовими компонентами екосистеми будуть популяції видів, що населяють певний простір, які, у свою чергу, і створюють угруповання. Разом з тим, вищий рівень організації живої матерії, що знаходиться насамперед у енергетичних зв'язках комплексу абіотичних факторів, значною мірою може впливати на фізико-хімічні умови середовища.

Вивчаючи екосистеми, еколог досліджує складові компоненти, і на основі узагальнення робить висновок про стан екосистеми в цілому. Отже, вивчаються структурні властивості популяцій та угруповань, що створюють дану екосистему. В екосистемології розрізняють три складові компоненти, що у взаємозв'язку з абіотичними факторами і створюють цю екосистему. А саме: *фітоценоз*, *зооценоз*. Складові компоненти екосистеми та взаємозв'язки між ними наведені на рис. 5.1.

Як видно зі схеми, фітоценоз тут представлений блоком первинних продуцентів, зооценоз – макроконсументами, мікроценоз – мікроконсументами та деструкторами. Об'єднані вони в екосистему на основі взаємодії з природним середовищем.

Ю. Одум дещо деталізує структуру екосистеми, виділяючи в ній такі компоненти:

- ⇒ неорганічну речовину ( $C$ ,  $N$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  та ін.), яка включається в кругообіг;
- ⇒ органічні сполуки (білки, вуглеводи, ліпіди, гумінові речовини тощо), які зв'язують біотичну і абіотичну частини екосистеми;
- ⇒ кліматичний режим (температура та інші фізичні фактори);
- ⇒ продуценти – автотрофні організми, головним чином зелені рослини, здатні створювати корм з простих неорганічних сполук;
- ⇒ макроконсументи, або фаготрофи (від грецьк. *fagos* – той, що поїрає) – гетеротрофні організми, головним чином тварини, які поїдають інші організми або частинки органічної речовини;
- ⇒ мікроконсументи, сапрофіти (від грецьк. *sarpo* – розкладати), або осмотрофи (від грецьк. *osto* – проходити через мембрану) – гетеротрофні організми,

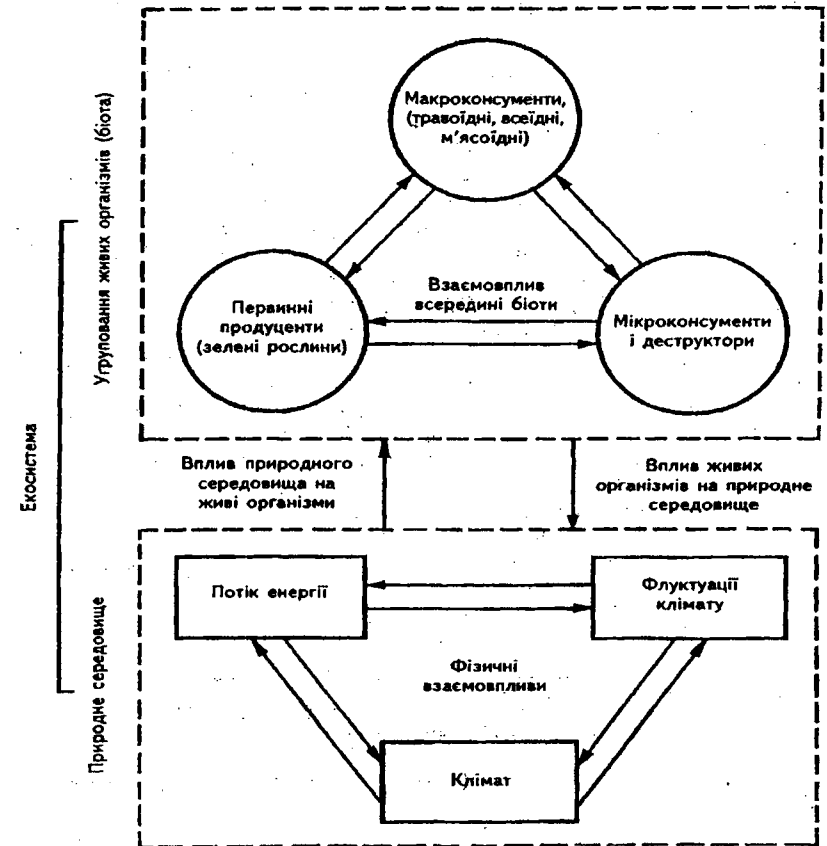


Рис. 5.1. Складові компоненти екосистеми та взаємодія між ними (Кучерявий, 2000).

переважно бактерії і гриби, які розкладають складові сполуки мертвої протоплазми, поглинають деякі продукти розкладу і вивільнюють неорганічні поживні речовини, придатні для використання продуцентами, а також органічні речовини, здатні служити джерелом енергії, інгібіторами чи стимуляторами для інших біотичних компонентів екосистеми.

Перші три групи – неживі абіотичні компоненти, решта ж становить біомасу (живу масу). Характеризуючи екосистему за властивостями складових компонентів, можна виділити трофічну, просторову та видову структуру.

### 5.3. Основні етапи використання речовин та енергії в екосистемах. Втрати енергії при переході з одного трофічного рівня на другий

Живі організми відрізняються від інших природних тіл способом використання енергії. Якщо нежива речовина розсіює енергію, то жива речовина біосфери перейнята нею. Саме завдяки енергії живі організми стають активними, спроможними розмножуватися і здійснювати роботу.

Відомо, що жодний живий організм не може продукувати енергію – він отримує її тільки ззовні.

Перший етап використання й перетворення енергії живими організмами – це **фотосинтез**. Саме завдяки процесу фотосинтезу енергія, отримана у вигляді сонячної радіації, перетворюється в енергію хімічних зв'язків, що і створює речовини, необхідні рослинним організмам для росту. Отже, збільшується маса організму, і ця біомаса рослинних тканин називається **первинною продукцією**. А організми, що перетворюють сонячну енергію в процесі фотосинтезу, називаються **продуцентами-фотосинтетиками**. За приблизними розрахунками, якщо енергію сонячного випромінювання прийняти за 100%, то лише 15% її досягає поверхні Землі й тільки 1% зв'язується у вигляді органічної речовини рослинності. З кількості, зв'язаної в процесі продукції енергії, близько половини витрачається на життєві процеси, а 50% отриманої енергії, що залишилися, йдуть на зростання біомаси. Нагромаджена в результаті фотосинтезу біомаса рослин (первинна продукція) – це резерв, з якого частина використовується як їжа **організмами-гетеротрофами** (консументами I порядку).

Первинними консументами є тварини, що споживають органічну речовину, з'їдаючи рослини. Так починається загальний ланцюг харчування, або **харчовий (трофічний) ланцюг**. Хижаки споживають тканини рослиноїдних тварин і більш слабких м'ясоїдних. За рахунок інших організмів існують паразити, їх використовують надпаразити, харчовий ланцюг закінчується **мікроорганізмами-редуцентами**, що повертають органічну речовину в мінеральний стан. Енергетичний потік, проходячи по трофічному ланцюгу, поступово вичерпується. Засвоєна з їжі частина енергії в основному витрачається на дихання, здійснення роботи й підтримання життєдіяльності, певна частина йде на ріст і розмноження. Деяка частка енергії губиться при відмиранні організмів, а також не засвоюється з їжі.

На **першому трофічному рівні** перебувають **організми-автотрофи**. Організми-автотрофи спроможні утворювати органічну

речовину свого тіла з неорганічних речовин – двоокису вуглецю і води – за допомогою процесів фотосинтезу і хемосинтезу. Фотосинтез здійснюють фотоавтотрофи – усі зелені рослини і мікроорганізми. Хемосинтез спостерігається в деяких хемоавтотрофних бактерій, що використовують як джерело енергії окислювання водню, сірки, сірководню, аміаку, заліза. Хемоавтотрофи в природних екосистемах відіграють відносно незначну роль, за винятком надзвичайно важливих нітрифікуючих бактерій.

Автотрофи складають основну масу всіх живих істот і повністю відповідають за утворення всієї нової органічної речовини в будь-якій екосистемі, тобто є виробниками продукції – **продуцентами екосистем**.

На **другому трофічному рівні** перебувають **організми-гетеротрофи**. Вони споживають готову органічну речовину інших організмів і продуктів їхньої життєдіяльності. Це всі тварини, гриби й велика частина бактерій. У деяких груп бактерій, так само, як і в більшості рослин-паразитів і комахоїдних рослин, поєднуються автотрофні і гетеротрофні функції. На відміну від автотрофів-продуцентів, гетеротрофи виступають як споживачі і **деструктори (руйнівники)** органічних речовин. Залежно від джерел харчування й участі в деструкції, вони також поділяються на декілька категорій: **консументів, детритофагів і редуцентів**.

Слово «консумент» означає «споживач» (від латин. *consume* – споживати, з'їдати). До консументів належать: рослиноїдні тварини (**фітофаги**), які харчуються живими рослинами, м'ясоїдні тварини (**зоофаги**), що поїдають інших тварин. Це різноманітні хижаки (хижі комахи, комахоїдні й хижі птахи, хижі рептилії та звірі), які нападають не тільки на фітофагів, а й на інших хижаків (хижаки другого, третього порядків).

Консументи не спроможні будувати своє тіло, використовуючи неорганічну речовину. Як джерело енергії для різноманітних форм життєдіяльності їм необхідна органічна речовина, яку гетеротрофи одержують у складі їжі. Споживачі первинної продукції, консументи, утворюють декілька (зазвичай, не більше 3–4) трофічних рівнів.

Безпосередніми споживачами первинної продукції є **консументи I порядку**. Це рослиноїдні тварини (фітофаги). Цікаво, як вони адаптувалися до харчування різними видами рослинного корму. В зв'язку з тим, що рослини звичайно прикріплені до субстрату, а тканини їх часто дуже тривкі, у багатьох фітофагів еволюційно сформувався тип ротового апарату, що гризе, і різноманітного роду пристосування до подрібнювання,

перетирання їжі. Деякі тварини пристосовані до харчування соком рослин або нектаром квіток. У тварин, що харчуються таким чином, рот нагадує трубочку, за допомогою якої всмоктується рідка їжа. Консументи частково використовують їжу для забезпечення життєвих процесів, а частково будують на її основі власне тіло. Тварини з м'ясоїдним типом харчування (зоофаги) належать до **консументів II порядку**. Цей рівень об'єднує всіх хижаків, що харчуються рослиноїдними тваринами. Зоофаги також адаптувалися до споживаної їжі. Їхній ротовий апарат часто пристосований до хапання й утримання живої здобичі. При харчуванні тваринами, що мають щільні захисні покриви, розвиваються пристосування для їхньої руйнації. А ворони й великі чайки іноді, схопивши тверду здобич (молюски, краби і т. п.), злітають і з висоти кидають її на землю.

Живі організми, що поїдають м'ясоїдних тварин, називаються **консументами III порядку**. Це, насамперед, паразити тварин і надпаразити, господарі яких самі ведуть паразитичний спосіб життя.

Організми, що живляться мертвою органічною речовиною, залишками рослин або тварин, називаються **детритофаги** або **сапрофаги**. Це різноманітні гнильні бактерії, гриби, хробаки, личинки комах, жуки-копрофаги й інші тварини – всі вони виконують функцію очищення екосистем. Детритофаги беруть участь в утворенні ґрунту, торфу, донних відкладень водойм.

**Редуценти**, до яких належать бактерії й нижчі гриби, завершують деструктивну роботу консументів і сапрофагів, доводячи розкладання органіки до її повної мінералізації. Частково мінералізація органічних речовин йде у всіх живих організмів. Так, у процесі дихання виділяється  $\text{CO}_2$ , з організму виводяться вода, мінеральні солі, аміак і т.д. Але справжніми редуцентами, які завершують цикл руйнації органічних речовин, вважаються лише такі організми, що виділяють у зовнішнє середовище тільки неорганічні речовини, готові до залучення в новий цикл. Так, бактерії, що денітрифікуються, відновлюють азот до елементарного стану, бактерії, що сульфатредукуються, – сірку до сірководню. Кінцеві продукти розкладання органічних речовин – двооксид вуглецю, вода, аміак, мінеральні солі. У анаеробних умовах розкладання йде далі – до водню; утворюються також вуглеводні. У наземному середовищі основний перебіг процесу деструкції органічних речовин відбувається в ґрунті. Активна діяльність організмів-руйнівників приводить до того, що річний опад органічних речовин повністю розкладається в тропічних дощових лісах протягом 1-2 років, у листяних лісах помірної зони – за 2-4 роки, у хвойних лісах – за 4-5 років, а в

тундрі процес розкладання може тривати десятки років.

Усі названі групи організмів у будь-якій екосистемі тісно взаємодіють між собою, узгоджуючи потоки речовини й енергії, їхнє спільне функціонування не тільки підтримує структуру й цілісність біоценозу, але й має істотний вплив на середовище проживання.

Розподіл біоценозу на трофічні рівні являє собою лише загальну схему. Дійсні форми взаємовідносин складніші. Наприклад, існує багато видів із змішаним харчуванням. Такі види можуть одночасно належати до різних трофічних рівнів.

❗ *Вчені підтверджують, що трофічна структура екосистем склалася на дуже ранніх стадіях існування життя на Землі. У викопних залишках чітко проглядається поділ тварин на рослиноїдних і хижих із відповідною спеціалізацією кісток і зубів.*

У харчових мережах живі організми одного трофічного рівня об'єднані горизонтальними зв'язками, тобто, наявністю загальних об'єктів харчування. Природно, що виникає харчова конкуренція. Проте, сильна харчова конкуренція між різноманітними видами в складі угруповання не вигідна для біоценозу в цілому.

#### 5.4. Первинна продукція – продукція автотрофних організмів. Екологічна ефективність екосистем

Усі живі організми нашої планети підтримують свою життєдіяльність тільки завдяки енергії Сонця. Але не слід собі уявляти, що дана енергія космічного походження є загальнодоступною і широко використовується живими організмами. Тільки незначна частина енергії сонця вловлюється рослинами, використовується для фотосинтезу. Енергія Сонця в основному йде на випаровування і на підтримання температурного режиму земної поверхні. Отже, тільки близько 40-50% енергії Сонця проникає в біосферу, і тільки 0,1% зв'язується в процесі фотосинтезу. За рік у масштабах нашої планети синтезується 150-200 млрд. сухої органічної речовини. Що таке продукція?

*Приріст біомаси за одиницю часу називається валовою продукцією, тобто, це кількість органічної речовини, що нагромаджує екосистема за одиницю часу.*

|| \* *Частина продукції, яка утворилася понад кількість потрібної для підтримання життєдіяльності всіх форм життя в екосистемі, називається чистою продукцією.*

Людина завжди намагається наростити показники чистої продукції,

природа валової – відношення чистої продукції до загальної первинної продукції. Важливою характеристикою продуктивності екосистем є показник біомаси, що утворюється в тому чи іншому типі екосистеми.

! \* **Біомаса** – вся органічна речовина екосистеми, тобто, це виражена в одиницях маси чи енергії кількість живої речовини організмів, окремих живих компонентів, які припадають на одиницю площі або об'єму.

Біомаса створюється за довгі періоди часу. Всі організми, що населяють екосистему, будуть творити біомасу. Показники біомаси відрізняються в різних екосистемах, що зумовлено, насамперед, швидкістю обмінних процесів в самій екосистемі та темпами накопичення енергії в екосистемі. Яскравим прикладом різниці параметрів біомаси різних екосистем нашої планети є наступні дані (табл. 5.1.).

Табл. 5.1.

Біомаса деяких екосистем Землі.

Екосистеми	Площа (X10 <sup>6</sup> км <sup>2</sup> )	Біомаса в середньому, кг/м <sup>2</sup>
Вологі тропічні ліси	17,0	45
Вічнозелені ліси помірного поясу	5,0	35
Тундра і високогір'я	8,0	0,6
Пустелі і напівпустелі	18,0	0,7
Культивовані землі	2,0	1
Болота	2,0	15

Як бачимо, прямого зв'язку із об'ємом або площею, що займають екосистеми, і їх продуктивністю, нема.

Одним із надзвичайно важливих показників автотрофної ланки харчового ланцюга екосистеми є *первинна продукція*.

|| \* **Первинна продукція** – біомаса підземних і надземних органів, а також енергія і леткі речовини, вироблені автотрофною рослинністю на одиниці площі за одиницю часу.

Первинну продукцію виражають, як правило, в грамах біомаси на 1 м<sup>2</sup> на рік. Отже, простіше кажучи, продукція зелених рослин і буде первинною продукцією. Визначення параметрів первинної продукції є важливою передумовою для оптимізації природокористування. На сьогоднішній день людині не під силу моделювання природних процесів, щоб збільшити рівень первинної продукції хоча б до середніх параметрів природних екосистем.

Ми знаємо, що трофічні зв'язки, започатковані автотрофними організ-

мами, творять складні ланцюги живлення гетеротрофної та сапротрофної ланки харчових зв'язків. Внаслідок споживання енергії, акумульованої гетеротрофними організмами, утворюється *вторинна продукція*.

Слід розуміти, що енергія не повертається до основного джерела, як це відбувається з хімічними речовинами. Кожен організм запасає частину відібраної енергії у своїх тканинах, а частину виділяє у вигляді теплоти або механічної роботи. Проілюструємо схему потоку енергії за Ю. Злобіним (1998) (рис. 5.2.).

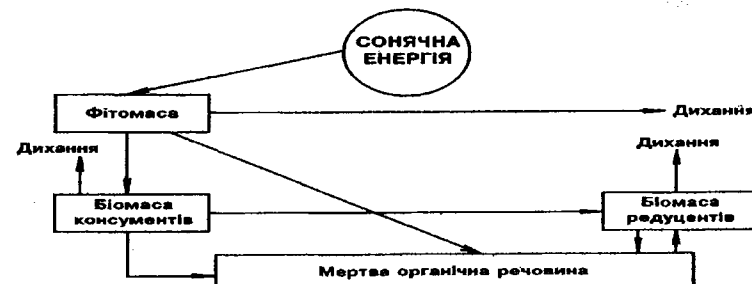


Рис. 5.2. Схема потоку енергії в екосистемі.

Як видно із наведеної схеми, енергія у доволі великій кількості не використовується. Тому і постає питання, наскільки ефективно використовується енергія в екосистемі (рис. 5.3.).

Аналіз вказаних схем показує, що екологічна ефективність залежить від ефективності трьох головних ступенів у потоці енергії: експлуатації, асиміляції, чистої продукції:

Визначення енергетичних ефективностей (Ріклєфс, 1979)		
Ефективність експлуатації	(1) =	$\frac{\text{Проконтовування їжі}}{\text{Продукція жертви}}$
Ефективність асиміляції	(2) =	$\frac{\text{Асиміляція}}{\text{Проконтовування їжі}}$
Ефективність чистої продукції	(3) =	$\frac{\text{Продукція (ріст і розмноження)}}{\text{Асиміляція}}$
Ефективність загальної продукції	(2) (3) =	$\frac{\text{Продукція}}{\text{Проконтовування}}$
Екологічна ефективність	(1) (2) (3) =	$\frac{\text{Продукція консумента}}{\text{Продукція жертви}}$



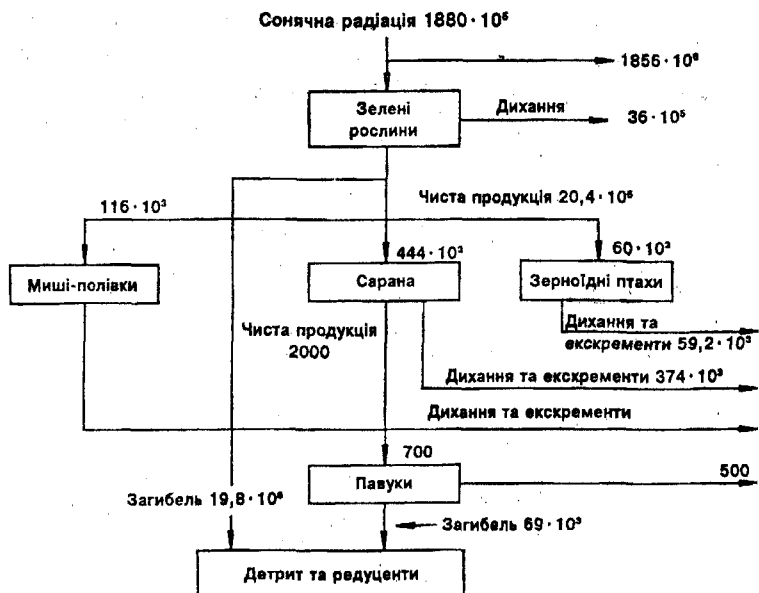


Рис. 5.3. Використання енергії в екосистемі.

## 5.5. Екологічна піраміда. Піраміди мас, чисел та енергії

Кількісні оцінки трофічних рівнів екосистеми вказують на існування певної закономірності у відповідності нижчого трофічного рівня відносно іншого. Ч. Елтон встановив, що кількість особин, що утворюють послідовний ланцюг, невпинно зменшується. В подальшому дане твердження Елтона неодноразово перевірялось і підтверджувалось. На сьогодні даний висновок більше відомий як “піраміда Елтона”, оскільки схематичне зображення даної закономірності має вигляд піраміди (рис. 5.4.).

Подальший аналіз енергетичних зв'язків в екосистемі показав, що встановлена “пірамідална” закономір-

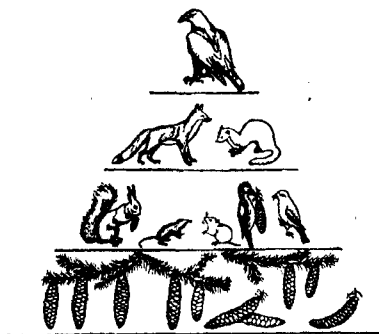


Рис. 5.4. Схематичне зображення піраміди Елтона.

Таблиця 5.2.

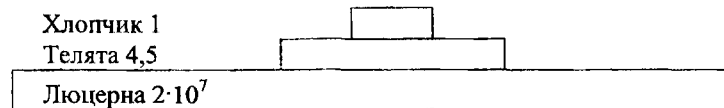
Порівняння трофічних рівнів за чисельністю, біомасою та продуктивністю (Уиттекер, 1971).

Трофічний рівень	Чисельність, екз/м <sup>2</sup>	Біомаса, г/м <sup>2</sup>	Продуктивність, мг/м <sup>2</sup> /день
Продуценти	$7,2 \cdot 10^{10}$	17,7	280,0
Рослиноїдні	$1,5 \cdot 10^4$	1,25	26,8
Хижаки первинні	100	0,66	1,2
Хижаки вторинні	15	0,1	0,1

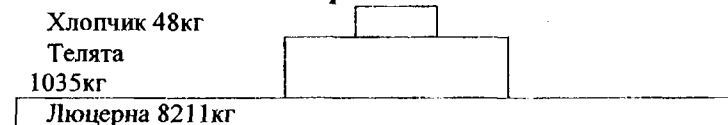
ність має своє відображення і при оцінці параметрів біомаси та енергії (табл. 5.2.).

Отже, існує три типи пірамід: піраміда чисел, піраміда біомаси та піраміда енергії (рис. 5.5).

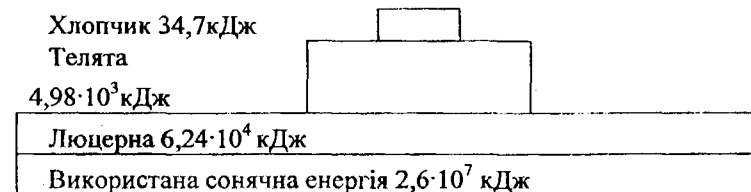
### Піраміда чисел



### Піраміда мас



### Піраміда енергії



Мал. 5.5. Піраміди чисел, мас та енергії.

Концепція потоку енергії дає можливість не тільки порівнювати екосистеми між собою, але й пропонує спосіб оцінки відносної ролі популяцій в них.

Піраміда енергії дала найповніше уявлення про функціональну організацію угруповань, оскільки кількість і маса організмів, які може підтримувати певний рівень за тих чи інших умов, залежать не від наявної в даний момент, а попередньому рівні фіксованої енергії, а від швидкості продукування поживи. На протилежність пірамідам чисел і біомаси, що відображають статику системи, тобто, кількість біомаси в даний момент, піраміда енергії подає картину швидкостей проходження поживи через ланцюг живлення.

Ю.Одум (1986) на підставі аналізу пірамід усіх трьох типів сформулював екологічне правило: дані піраміди чисел приводять до перебільшення ролі малих організмів, а дані піраміди мас – великих. У малих організмів більш інтенсивний метаболізм, а тому лише потік енергії є найбільш придатним показником для порівняння будь-якого компонента з іншим і всіх компонентів між собою.

Трофічні рівні консументів досліджені мало. Ефективність ланцюга живлення незначно змінюється при переході від одного рівня до іншого, значення його близьке 10%. На кожному ступені піраміди втрачається велика кількість енергії. Рослини вловлюють дуже невелику частину радіації, і дуже мала часточка нової тканини, виробленої на певному ступені, є джерелом живлення наступного рівня організмів. Внаслідок колосальної втрати енергії на кожному рівні, піраміда чисел рідко складається більш як з п'яти трофічних рівнів. Найефективніший кінцевий ступінь піраміди – найбільші тварини. Вартість цієї ефективності – дуже значна втрата енергії.

Будова ланцюгів живлення визначається існуванням серед консументів тварин різних груп, що різняться за кількістю і складом кормів, які вони споживають. Це – стенофаги і поліфаги. Стенофаги живляться обмеженою кількістю видів кормів. Так, гусениці капустянки живляться лише рослинами з родини хрестоцвітних. Крайнім виразом стенофагії є монофагія (людська аскарида, малярійний плазмодій, низка рослинних безхребетних, які живляться одним видом рослин).

Поліфаги мають різноманітну поживу (рослинну і тваринну). Це олені, гризуни, кішки, леви, тигри, комахоїдні птахи. Крайній вираз поліфагів – еврифагія (всеїдність). Це – бурий ведмідь, хом'як, борсук, дикий кабан та ін. Серед поліфагів є певна спеціалізація. Це є характерною особливістю тварин – мешканців певного біоценозу. Вона ослаблює конкуренцію і дає можливість уживатися великій групі тварин.

У процесі спеціалізації ряд тварин сильно відхилилася від близьких форм. Виникли групи тварин, які живляться екскрементами – копрофаги, трупами тварин – некрофаги і т.д. Із спеціалізацією живлення

пов'язані і способи добування та отримання їжі. Серед рослинних форм є сисні, гризуни, лизуни та інші. Тваринні розрізняються за способами полювання: одні тварини вистежують свою жертву, інші – доганяють, переслідують, треті – викопують з нір. Птахи беруть здобич на льоту, на землі, дістають з-під кори, щілин тощо.

## 5.6. Загальні принципи стійкості екосистем

У 1884 р. французький хімік А. Ле Шательє сформулював принцип (пізніше він отримав ім'я вченого), відповідно до якого *будь-які зовнішні впливи, що виводять систему зі стану рівноваги, викликають у цій системі процеси, що намагаються послабити зовнішній вплив та повернути систему в початковий рівноважний стан*. Початково вважалося, що принцип Ле Шательє можна застосовувати до простих фізичних та хімічних систем. Пізніші дослідження показали можливість застосування принципу Ле Шательє і до таких великих систем як популяції, екосистеми і навіть до біосфери. Так, наприклад, принципу Ле Шательє підпорядковується екосистема Світового океану. Його біота поглинає до половини вуглекислого газу атмосфери і тим компенсує підвищення надходження антропогенного вуглекислого газу. Але біота суходолу вже виведена зі стану, коли вона підпорядковувалася цьому принципу, і в наш час наземні екосистеми в сумі виділяють більше вуглекислого газу, ніж в доантропогенну еру.

Стійкість організмів, популяцій або екосистем проявляється у самому факті їхнього існування протягом тривалого часу. Але біосистеми не існують вічно. Як смерть окремих особин, так і вимирання видів є природним процесом. У ході еволюції, коли певні види вимирають та їм на зміну приходять інші, більш пристосовані до умов існування, видове різноманіття біосфери зростає. Інша справа, коли вимирання організмів та руйнування екосистем іноді стають наслідком катастрофічних природних або антропогенних порушень (виверження вулканів, повені і т.п.).

Іноді популяції та види знищуються людиною безпосередньо, а можуть знищуватися опосередковано, коли під впливом антропогенної діяльності середовище змінюється таким чином, що стає повністю непридатним для існування будь-якого організму. Таке опосередковане знищення біологічного різноманіття людиною в сучасну епоху є основним. Заборона мисливства, наприклад, не зберігає від вимирання сокола-сапсана тоді, коли повністю зруйновані його місця проживання та знищена природна кормова база.

Для оцінки стійкості екосистем та біосфери щодо природних катастроф та антропогенних порушень корисним є **поняття про екологічний резерв екосистеми**, що було введено Ю.А. Израелем (1989).

**\* Екологічний резерв екосистеми** – це різниця між гранично допустимим відхиленням та фактичним станом екосистеми. Вона вказує на розміри тієї буферної зони, в межах якої можливі зміни, що не руйнують екосистему.

На жаль, методів оцінки екологічного резерву екосистем різного типу поки що немає. У багатьох випадках екологічний резерв екосистем оцінюється інтуїтивно, «на око». Наукові розробки в цьому напрямку дуже актуальні.

Розвиток—загальна властивість матерії, що охоплює всі її форми від неживих структур до людського суспільства – соціуму.

Новим етапом у розвитку соціуму, до якого наблизилося людство на межі ХХІ ст, є **формування екологічного суспільства**. Він вимагає відмови від загальноприйнятої орієнтації на зростання матеріального багатства як єдиної мети суспільства. Цей етап вже не може здійснитися як стихійний розвиток. Він може бути реалізований тільки системою свідомих дій свідомого розвитку соціуму, як кожна окрема людина, так і суспільні об'єднання різних рангів аж до держави усвідомлюють, що вони є частками біосфери та беруть участь в її регулюванні.

## Резюме

- ① Екосистемою називають сукупність організмів, які спільно проживають, та умови їх існування, що знаходяться в закономірному зв'язку одне з одним.
- ② Біогеоценоз – це синонім екосистеми, але має чітко визначені межі.
- ③ В екосистемах зв'язком “їжа – споживач” охоплюються всі живі організми. Це приводить до виникнення харчових, або трофічних ланцюгів.
- ④ В екології співвідношення чисельності організмів, їх біомас або зв'язаної в біомасі енергії зазвичай зображують у формі екологічних пірамід.
- ⑤ Стійкість організмів, популяцій або екосистем проявляється у самому факті їхнього існування протягом тривалого часу.



## Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Перерахуйте ознаки, за якими розрізняються різні екосистеми.
2. Обговоріть значення абіотичних факторів в існуванні екосистем, які Ви знаєте за власними спостереженнями у природі.
3. У чому полягає різниця понять “екосистема” та “біогеоценоз”?

4. Що таке екологічна піраміда?
5. З'ясуйте суть принципу Ле Шантьє.
6. Розкрийте зміст поняття екологічний резерв екосистеми.



## План семінарського заняття (2 год.)

1. Суть понять “екосистема” та “біогеоценоз”.
2. Складові компоненти екосистеми.
3. Використання речовин та енергії в екосистемах.
4. Екологічна ефективність екосистем. Екологічна піраміда.
5. Стійкість екосистем.



## Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Екосистема та її функції.
2. Показники, що характеризують біогеоценоз.
3. Структура біогеоценозу.
4. Принципи стійкості екосистем.



## Завдання, вправи, тести

1. Назвіть складові частини екосистеми:
  - а) степові та лучні трави, чагарники та ліс;
  - б) водорості, молюски, риби та прибережна рослинність;
  - в) екотоп та біоценоз;
  - г) фітоценоз, зооценоз, мікробіоценоз.
2. Що означає “піраміда Елтона”?
  - а) число особин в ланцюгу живлення збільшується від меншого рівня до вищого;
  - б) число особин в ланцюгу живлення зменшується від меншого рівня до вищого;
3. Хто автор поняття “екологічний резерв екосистеми”?
  - а) Сукачов; б) Тенслі; в) Израель;
  - г) Одум; д) Злобін; е) Шантьє.
4. Завдання. Вивчення схеми будови біогеоценозу.

На рис. 5.6 схематично показані напрямки головних взаємодій компонентів лісу, які включають в себе всю рослинність (водорості, мохи, лишайники, голонасінні, покритонасінні), тваринний світ, який населяє ліс (ссавці, птахи та інші хребетні, комахи, черви, молюски та інші безхребетні), ґрунти і підґрунтові смуги гірських порід на цій глибині і атмосферу на цій висоті, на якій відбувається взаємний вплив їх на інші компоненти лісу. Мікроорганізми (бактерії, гриби, актиноміцети, інфузорії, амеби та ін.) виділено як основний компонент лісу – мікробіоценоз.

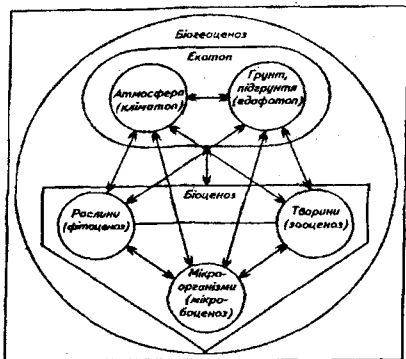


Рис. 5.6. Будова біогеоценозу.

1. Уважно розгляньте схему і доведіть, як взаємодіють і взаємопов'язані ці п'ять компонентів лісу.
2. Наведіть приклади, як залежить дерево-стан і іншарослинність від стану ґрунтів, атмосфери, тваринного світу і мікроорганізмів.
3. Як впливає опад і лісова підстилка на енергетичний стан у біогеоценозу?
4. Чи впливає вода, як важливий екологічний чинник, на розвиток біогеоценозу.

## ТЕМА 6

### Екосистеми світу



Екосистеми, що є в сучасній біосфері, належать до двох основних категорій. По-перше, це природні екосистеми, що виникають та існують незалежно від людини, та, по-друге, штучні антропогенні екосистеми, які, як, наприклад, посіви, створюються людиною.

#### СУТТЕВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:



- в чому проявляється азонанльність лугових екосистем;
- чим корисні болота для людини;
- чим відрізняються низинні та верхові болота.



- визначити, що таке біом;
- перерахувати основні біоми та екосистеми Земної кулі;
- назвати основні лісові райони України та описати їхні особливості;
- пояснити причини високої видової різноманітності екосистем тропічних дощових лісів.



#### Ключові поняття та терміни

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| • природні екосистеми | • пустелі                     |
| • штучні екосистеми   | • болота                      |
| • біоми               | • прісноводні екосистеми      |
| • біотопи             | • екосистеми Світового океану |
| • біохори             | • астуарії                    |
| • біоцикли            | • профундиль                  |
| • тундри              | • літораль                    |
| • лісові екосистеми   | • пелагіаль                   |
| • степи               |                               |

## □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 6.1. Класифікація основних екосистем світу.
- 6.2. Тундри.
- 6.3. Лісові екосистеми помірної зони.
- 6.4. Вічнозелений тропічний дощовий ліс.
- 6.5. Степи.
- 6.6. Пустелі.
- 6.7. Болота.
- 6.8. Водні екосистеми.

### 6.1. Класифікація основних екосистем світу

На сьогоднішній час на планеті Земля всі екосистеми можна поділити на дві частини: *природні* та *штучні*. Такий поділ виправданий у зв'язку з наростаючим впливом людини в біосфері. У свою чергу, ці дві складові біосфери розділяють на менші структурні одиниці. Основою такого поділу є принципові відмінності у функціонуванні того чи іншого типу екосистем. Існує класифікація екосистем залежно від об'єму створюваної продукції (Уїтеккер, 1975), а саме:

- *Екосистеми найвищої продуктивності, в межах 2000 – 3000 г/м² на рік. До них належать екосистеми тропічних вологих лісів.*
- *Екосистеми високої продуктивності, в межах 1000 – 2000 г/м² на рік. До них належать листяні ліси помірної зони та луки.*
- *Екосистеми помірної продуктивності, в межах 250 – 1000 г/м² на рік. До них належать степи та чагарники.*
- *Екосистеми низької продуктивності, менше 250 г/м² на рік. До них належать пустелі та напівпустелі.*

! *Різноманіття екосистем на нашій планеті є важливим фактором загальної стійкості біосфери.*

Дамо короткі характеристики окремих екосистем нашої планети. При загальній характеристиці екосистем звернемо увагу на основні компоненти, які визначають тип функціонування екосистеми, характерний вигляд та склад фауни та флори.

### 6.2. Тундри

Екосистеми тундр розміщуються головним чином у Північній півкулі, на Євро-Азіатському та Північно-Американському континентах в районах, що межують з Північним Льодовитим океаном. Загальна

площа, яку займають екосистеми тундр та лісотундри у світі, дорівнює 7 млн. км² (4,7% площі суходолу). Середня добова температура вище 0° С спостерігається протягом 55 – 118 діб у рік. Вегетаційний період починається в червні та закінчується у вересні. Кількість опадів незначна – 200 – 400 мм на рік, але вологість ґрунту влітку досить висока внаслідок низького випаровування (на нього витрачається тільки 30% загальної кількості опадів) та наявності вічної мерзлоти. Суворість клімату тундри посилюють постійні сильні вітри, в зимовий період під їхнім впливом відмирають всі частини рослин, що розташовуються над поверхнею снігу. Тундри Євразії та Північної Америки дуже подібні між собою. Ареали багатьох видів рослин та тварин тундр охоплюють обидва континенти. Аналогічні кліматичні умови складаються у високогір'ї, де формуються гірські тундрові екосистеми, що схожі на зональні.

! *Рельєф поверхні тундри в основному рівний. Ґрунти слабо розвинуті, торфові та болотисті. Вони погано прогріваються і тому процеси гуміфікації та мінералізації йдуть в них повільно. Ґрунти завжди кислі і вміст гумусу в них не перевищує 1 – 2%.*

В рослинному покриві переважають низькорослі чагарники – карликова берізка, приземисті види верби, чорниця, лохина та водяниця. Місцями ростуть осоки та пухівка. Основний фон рослинного покриву складають кущисті лишайники та мохи. Широко поширені види лишайників з родів *Cladonia* та *Ceiraria*. До них належить відомий оленячий мох – ягель. Вищі рослини тундр, звичайно, представлені багаторічними видами, що мають потовщені підземні частини з запасами поживних речовин, завдяки яким забезпечується раннє весняне відростання та швидке цвітіння. Ця особливість тундрових рослин дуже важлива в умовах короткого літа. Тваринний світ екосистем тундр бідний. Його формування обмежує злиденний запас рослинної їжі та суворість клімату. На зиму більшість мешканців тундри мігрує в лісову зону, птахи відлітають на південь. Постійними зимовими мешканцями тундри є невелика кількість видів: лемінги, деякі ховрахи, пелікан, полярна сова. Влітку життя тундр оживляє маса водоплавних птахів (гуси, казарки, качки, кулики), але вони включаються в тундрові трофічні ланцюги тільки частково, оскільки харчуються в основному на прибережних водоймах. Однак гуси та качки використовують в їжу до 50 – 80% рослинності тундри в місцях свого гніздування. Постійними мешканцями тундри є північні олені. Але це кочові тварини. Вони залишають тундру на зимові місяці, коли з-під твердого снігового покриву вони не можуть здобувати собі ягель та мох – основну свою їжу. Середина літа північні олені проводять на узбережжі, де достатньо кормів

та вітер відганяє кровосисних комах. Такий самий характер мають кочівлі і домашніх північних оленів. У результаті перевипасу оленями мохо-лишайникові тундри перетворюються в лугові з переважанням на них *щучника* та *тонконога*. Хижаки тундри представлені совами, пещями, частково білим ведмедем. У цілому вони нечисленні. Чисельність хижаків в різні роки помітно змінюється, повторюючи відповідні зміни чисельності трав'янистих тварин, особливо *лемінгів*. Грунтові тварини заселяють тільки поверхневі частини ґрунту. У деструкції органічної речовини в екосистемах тундри перше місце посідають не бактерії, а гриби.

У цілому вплив тварин на рослинний покрив тундр досить великий. На прикладі тундр добре помітна взаємозумовленість існування цих двох груп живих організмів. Первинна продуктивність екосистем тундр невелика та складає в середньому 140 г сухої органічної речовини на 1 м<sup>2</sup> в рік. Валова біологічна продуктивність в тундрах не перевищує 340 г/м<sup>2</sup> у рік. Запаси фітомаси коливаються від 0,1 до 100 тонн на гектар.

- ! Тундрові екосистеми характеризуються крихкістю та вразливістю. Порушення цих екосистем зберігаються досить довго, відновлювальні процеси йдуть поволі.

### 6.3. Лісові екосистеми помірного поясу

Лісові екосистеми займають на Земній кулі великі площі. В їхньому рослинному покриві переважають дерева. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов та географічного положення лісові екосистеми поділяються на ⇒ *тайгу*, ⇒ *змішані* та ⇒ *листяні ліси*.

#### Тайга

- \* Тайгою називають шпилькові ліси, що широкою смугою простягаються на Євро-Азіатському та Північно-Американському континентах південніше від лісотундри. Екосистеми тайги займають 13,4 млн км<sup>2</sup>, що становить 10% поверхні суходолу або 1/3 всієї лісовкритої території Земної кулі.

Для екосистем тайги характерна холодна зима, хоча літо доволі тепле та тривале. Сума активних температур у тайзі становить 1200 – 2200°. Зимові морози сягають до –30°...–40° С. Опадів випадає від 300 до 1600 мм на рік. Грунтові процеси, внаслідок тривалої зими, йдуть мало активно, гуміфікація сповільнена. ґрунти в основному підзолисті.

Деревостій у тайзі представлений ялиною сибірською або європейською, ялицею, соснами та модриною. У Північній Америці їх

замінюють тсуга та псевдотсуга. Всі ці види в цілому маловибагливі щодо родючості ґрунту. Модрина переважає на сході Євразії, сосна тяжіє до сухих або заболочених ґрунтів. Для Земної кулі екологічно важливі соснові ліси – вони займають друге місце після вологих тропічних лісів за продукцією газоподібного кисню в розрахунку на одиницю поверхні ґрунту.

Кореневі системи дерев, як правило, поверхневі (окрім сосни). Це робить тайгу нестійкою до посух та схильною до буреломів. Зімкнутість крон дерев висока і на землю проникає мало світла. Тому у тайзі слабо розвинуті підлісок та трав'яний покрив. ґрунт вкритий зеленими мохами, а в більш вологих місцях – сфагнумом. На моховому покриві часто ростуть дрібні чагарнички – *брусниця*, *чорниця*, *лохина* та *мучниця*.

Фауна екосистем тайги багатша, ніж тундри. Важливим видом кормів є насіння шпилькових порід дерев. Ними харчується велика кількість видів гризунів та птахів. Врожаї насіння шпилькових порід досить сильно змінюються у різні роки, тому у тварин спостерігаються кочівлі. Важливим джерелом корму в тайзі є бруньки дерев та чагарників, їх широко використовують в їжу. Численні тут і комахи-фітофаги, зокрема, ті, що живляться деревиною. На деревах оселяється велика кількість видів паразитичних та сапрофітних грибів. Є тут також тварини ризофаги, що живляться корінням. Найбільш характерні в цій групі дротяники – личинки жуків-коваликів. Фауна хижаків представлена колонком, риссо, сободем, росомахою, вовком, бурим ведмедем, лисицею. Чимало тут комахоїдних видів птахів – дятли, повзики, дрозди, синиці та ін. Є тут також земноводні та плазуни. У тайзі трапляється багато кровосисних комах (кліщі, комарі, мошки та комарі). У цілому трофічна мережа тайги більш багата та складніша, ніж у тундрі. Трофічні ланцюги більш довгі та мають паралельні ділянки, тому екосистеми тайги порівняно з тундровими стійкіші до різних порушень.

Біомаса екосистем тайги складає 350 – 400 тонн/га, а річна продукція – 8 – 10 тонн/га. В умовах більш континентального клімату, де переважає модрина та деревостої розріджені, біомаса знижується до 50 – 200 тонн/га, а річна продукція до 4 – 6 тонн/га.

- ! Екосистеми тайги можуть також формуватися в гірських масивах і представляють там один із гірських поясів. Такі типи екосистем можна спостерігати в Карнатах. Тут вони утворені ялиною європейською, білою ялицею та сосною. Деревостої частіше одноярусні, підлісок відсутній. Для фауни гірських поясів характерна присутність ізольованих популяцій таких видів, як глухаря та довгохвості сови.

### *Змішані та листяні ліси помірної зони*

Екосистеми цього виду поширені на південь від зони тайги. Вони охоплюють майже всю Європу, простягаються більш чи менш широкою смугою в Євразії, добре виражені в Китаї. Є ліси такого типу й в Америці.

Кліматичні умови в зоні листяних лісів більш м'які, ніж в зоні тайги. Зимовий період триває не більше 4–6 місяців, літо тепле. На рік випадає 700–1500 мм опадів. Ґрунти підзолисті. Листовий опад сягає 2–10 тонн/га на рік. Він активно залучається до гуміфікації та мінералізації. Тому ґрунти листяних лісів багатші на гумус та мінеральні речовини, ніж ґрунти у тайзі. Запас гумусу досягає 10–20 тонн/га. У фауні ґрунтових фітофагів переважають дощові черв'яки, але й чимало нематод, ківських, багатоніжок, кліщів-орібатід. Для екосистем, утворених листопадними породами, характерний різко контрастний режим освітленості. Взимку та напровесні, коли дерева та чагарники стоять без листя, освітленість на рівні ґрунту висока; влітку, навпаки, затінення стає досить високим. Це призводить до появи у листяних лісів особливої синузії весняних ефемероїдів, їхня активна життєдіяльність проходить ранньою весною, коли температура вже підвищилася, але дерева ще не встигли одягнутися у листя.

В Європі можна виділити три основні зони за переважаючими лісоутворюючими породами. У Західній Європі переважають ліси дуба черешчатого з домішками сосни, берези, вільхи, осики та клену. У Центральній Європі ліси утворені буком європейським, грабом та липою. На західному узбережжі Європи у Франції та Великобританії більш поширені дуб черешчатий та дуб скелястий, граб. Ярусна структура листяних та змішаних лісів більш складна, ніж у тайги. Найбільш складну будову мають ліси Білорусі та Правобережної України.

Тваринне населення екосистем листяних лісів доволі різноманітне. Характерна наявність великих рослинноїїдних видів ссавців. У змішаних та листяних лісах живе велика кількість видів птахів та хижаків. Деякі птахи та ссавці мігрують на зиму в більш південні місця, де менше снігу та легше здобути їжу. У групі лісових комах багато ксилофагів, що харчуються живою та мертвою деревиною. Є комахи, що пристосувалися поїдати листки (наприклад, дубова листовійка). У ґрунті є багато видів ризофагів: дротяники – личинки жуків-коваликів та личинки пластиновусих жуків і особливо хрущів. У цілому для екосистем змішаних та листяних лісів характерні складні трофічні мережі.

Запаси біомаси в листяних лісах становлять 400–500 тонн/га при річній продуктивності в 10–50 тонн/га. На частку зоомаси припадає до 1 тонни/га, що перевищує цей показник в усіх інших біомах суходолу. Південний кордон поширення листяних лісів визначає дефіцит вологи та засолення ґрунту. Тут ліси поступово переходять у лісостеп, а далі у степи.

Екосистеми листяних та змішаних лісів розташовані у найбільш сприятливому кліматі, де здавна оселялася людина. Це призвело до того, що величезні масиви таких лісів були вирублені. У середньому вже втрачено більше 3/4 площі змішаних та листяних лісів помірної зони. У США 3/4 таких лісів вирубано, в Китаї – 90%. У лісах, що збереглися, спостерігається збідніння флори та фауни.

В Україні ліси складають 13,8% усієї території. Відповідно до лісових деревних порід, вони розподіляються таким чином: *соснові ліси* займають 33,6% загальної території, *ялинові* – 9,8 %, *ялицеві* – 1,4%, *дубові бори* – 26,1%, *букові ліси* – 9,8%, *вільхові* – 4,3%, *березові* – 5,6%.

### **6.4. Вічнозелений тропічний дощовий ліс**

Тропічні дощові ліси, що називаються *джунглями*, формуються в умовах досить вологого та жаркого клімату. Сезонність тут не виражена і пори року розпізнаються за дощовим та відносно сухим періодами. Середня місячна температура цілорічно утримується на рівні 24°–26° С та не опускається нижче плюс 18° С. Опадів випадає в межах 1800–2000 мм на рік. Відносна вологість повітря зазвичай перевищує 90%.

Тропічні дощові ліси займають площу, рівну 10 млн. кв. км. У фітомасі тропічного лісу утримується 40% всього зв'язаного вуглецю планети. Основні масиви таких лісів розміщені в басейні ріки Амазонки (Південна Америка), в басейні ріки Конго (Африка) та на південному сході Азії. Ґрунти слаборозвинуті, бідні на поживні речовини внаслідок швидких процесів гуміфікації та мінералізації. Усі поживні речовини швидко перехоплюються корінням або вимиваються з ґрунту зливами. Коріння рослин проникають у ґрунти не глибше 50 см. Такі ґрунти після вирубки лісу та сільськогосподарського використання швидко піддаються ерозії та втрачають родючість. Загальною особливістю тропічного дощового лісу є надзвичайно велике розмаїття видів рослин та тварин. Тут представлено майже 50% світового генофонду рослин і 2/3 видів тварин планети. Майже всі рослини тут вічнозелені. Тривалість життя окремого листка складає 12–14 років, опадають вони поступово, і рослини завжди



стоять вкриті листям. Частина листків має пристосування до всмоктування дощової води, інші – навпаки, пристосовані до швидкого стікання води з їхньої поверхні вздовж спеціальних жолобків та виростів.

Широко представлені епіфіти, що оселяються на стовбурах та гілках дерев. На епіфіти особливо багата Америка. Цвітіння рослин тропічного дощового лісу спостерігається протягом всього року. Тропічні дощові ліси мають складну багаторусну структуру рослинного компоненту, яка впливає на ярусне розміщення тварин. На поверхню ґрунту потрапляє мало світла, воно перехоплюється верхніми ярусами і тому трав'яний покрив зріджений або зовсім відсутній. Усе життя такого лісу зосереджене на верхніх ярусах.

Фауна тропічного дощового лісу також різноманітна. Тут багато видів комах, плазунів та птахів. Ссавці представлені значно менше, великих видів мало. Жива біомаса тропічного лісу складає 350 – 700 і навіть 1000 тонн/га, опаду – до 100 тонн. Тваринна біомаса сягає до 200 – 300 кг/га або 0,02% усієї біомаси. На частку хребетних припадає 13 – 20 кг/га. У цілому тут найбільша щільність біомаси на планеті. Екосистеми тропічного дощового лісу з важливими постачальниками газоподібного кисню: вони продукують його в кількості 30 тонн/га на рік.

*Поглинання вуглецю та виділення кисню в тропічних лісах зрівноважені.*

Екосистеми тропічного дощового лісу при всій своїй складності досить крихкі і легко можуть бути зруйновані під впливом господарської діяльності людини. Найбільших збитків завдають вирубки цінних пород деревини, наприклад, *червоного дерева, махогонії, білого кедра, бальси, ебенового дерева*. Для лісозаготівлі та потреб перелогової системи землекористування щороку вирубається майже 7,1 млн га лісу. Зокрема, в Африці початкова площа тропічного дощового лісу скоротилася більш як на 60%. Відновлення ж екосистем тропічного лісу йде поволі та вимагає десятиків, якщо не сотень років.

## 6.5. Степи

Степові екосистеми формуються в помірному поясі в умовах посушливого клімату і тому мають внутрішньоконтинентальне розташування. Середньорічна температура дорівнює плюс 3 – 7,5° С. Опадів випадає на рік від 250 до 750 мм. Зволоження є головним фактором, що визначає розвиток рослинного покриву.

У Північній півкулі степова зона розташовується на південь від

лісової та широкою смугою тягнеться в центрі Євразії. У місцях з океанічним типом клімату степи виклинюються та заміщуються іншими екосистемами. Аналогічне розташування мають степи і на Північно-Американському континенті (тут їх називають преріями). У Південній півкулі аналогом степів є пампа та злакові рослинні угруповання.

*\* ґрунти степів – це потужні чорноземи (тільки в південній частині їх замінюють бідні чорноземи та каштанові ґрунти). Підстилка завжди незначна, вона швидко гуміфікується. Але швидкість мінералізації тут низька. Це є причиною накопичення потужних шарів гумусу. Його тут в 5 – 10 разів більше, ніж в лісовій зоні. Коріння рослин проникає у ґрунт на глибину до 2 м.*

Рослинний покрив степів формується за рахунок багаторічних трав. Головним чином це злакові. Рослинному покриву степів характерна полідомінантність та багаторусність травостою. Є в степах і чагарники та чагарнички, але суцільного ярусу вони не утворюють. Усі рослини степів несуть на собі ознаки пристосованості до недостатності вологозабезпечення. У них є опушення, восковий покрив на листках, глибокі кореневі системи.

*! Степам характерне чергове цвітіння різних видів рослин, що проявляється в послідовній зміні аспектів. Протягом вегетаційного періоду їх буває 8 – 10. Видове різноманіття в степах досить значне, на 1 кв. м реєструється до 80 видів квіткових рослин.*

У північних частинах степів переважають мезофітні крихкодернові та кореневищні злаки, в південних їх замінюють дерновинні. Північні степи іноді називають луговими, або ковилково-різнотравними. Південний степ завжди має переважну більшість злаків, які представлені різнотравно-типчакowo-ковилковими, типчакowo-ковилковими та полинно-злаковими формаціями.

Тваринний світ сучасних степів сильно збіднений та фрагментований. У нижніх ярусах степів трав'яні тварини представлені гризунами, що живляться насінням. Тут також поширені гризуни-ризофаги, що поїдають корені. Вони переміщують величезні об'єми ґрунту в пошуках корму та створюють у степах особливий мікрорельєф. Існує в степах декілька видів рослиноїдних. Є тут і всеїдні та хижі птахи. У травостої проходить активне життя комах фітофагів та хижаків.

Степи України зберігали багату фауну до 30-х років ХХ ст., але після більшовицької колективізації та ліквідації меж суцільна оранка знищила місця мешкання багатьох видів тварин. Початкова цілина мала високе видове різноманіття тварин. Тут мешкали великі стада великих ссавців.

У зв'язку з чітко вираженою зміною літнього та зимового сезонів у деяких тварин спостерігається зимова сплячка.

Для північної частини степів, де вони переходять у лісостеп, характерне своєрідне спільне помешкання степових та типово лісових видів тварин. У лісостепу тварини, звичайно, полюбують селитися та жити в лісі, а здобич шукати в степу. Така взаємопроникність степових та лісових екосистем є додатковою ілюстрацією континуальності біосфери.

Біомаса степових екосистем помірної зони вимірюється в межах 10 – 150 тонн/га, в середньому – 50 тонн/га. Річна біопродукція дорівнює 5 – 30 тонн/га. На частки зоомаси припадає 10 – 50 кг/га. У різні роки біопродукція змінюється від 36 до 72 ц/га.

- ! *Висока родючість ґрунту степів та сприятливий клімат спричинили те, що степова зона стала найзручнішою для землеробства. Основна маса степових екосистем зараз повністю розорана.*

## 6.6. Пустелі

- || \* *Пустелі формуються в умовах континентального клімату з різкою перевагою випаровування над опадами. Розташовані вони головним чином у тропічному та субтропічному поясах.*

Типова пустеля – це спекотна, суха територія. Так, в пустелі Сахара зареєстрована температура повітря у затінку плюс 58° С, у каліфорнійській пустелі Долина Смерті – плюс 56,5° С. У зв'язку з континентальним положенням, пустелям характерні сильні добові коливання температур. Уночі в тій самій Сахарі прохолодно і температура може знижуватися до +10 – 12° С. Кількість опадів не перевищує 250 мм на рік, а перевищення випаровування над опадами у 5-6 разів робить клімат вкрай посушливим.

У світі пустельні екосистеми займають 48,8 млн. кв. км, що складає 32% суходолу. Якщо до них ще приєднати близькі екосистеми напівпустель, то в сумі вони охоплюватимуть 43% суходолу. Найбільші пустелі світу – це Сахара (7 млн. кв. км) та Лівійська пустеля в Африці (2 млн. кв. км), Гобі в Азії (1 млн. кв. км), Великий Басейн в Америці (1 млн. кв. км).

\* *За характером ґрунту пустелі підрозділяються на піщані, глинисті, кам'янисті, солончакові та ін. Ґрунтовий покрив мало-потужний. Гуміфікація йде дуже повільно через нестачу рослинного матеріалу та низьку вологість.*

*Рослинний покрив* пустель сильно зріджений. Біопродукція низька: запаси біомаси вимірюються до 2,5 тонн/га сухої органічної речовини. Життєві форми рослинних організмів відрізняються своєрідністю, що виробилася в результаті тривалої еволюції щодо ефективного отримання вологи та її економної витрати. Більшість рослин пустель дрібнолистові, часто замість листків вони мають луски або колючки. На поверхні самих рослин розвивається потужний прошарок кутикули або кори. Листки в багатьох випадках сильно опушені. Кореневі системи рослин, типових для пустель, проникають у ґрунт на глибину 3 – 10 м. В окремих бобових чагарників коріння проникає на глибину до 30 м.

Багатьом пустелям характерна весняна синюзія *ефемерів* та *ефемероїдів*, весь цикл активного росту та розмноження яких пов'язаний з коротким весняним, але найбільш вологим періодом року.

Особливим елементом екосистем пустель є *оази*, що знаходяться в дельтах рік та біля інших джерел води. В оазах рослинність утворена головним чином, культурними формами, оскільки вони здавна були основним місцем поселення людини в пустелях. Вздовж річок у долинах ростуть в основному тополі, тамариск, лох, обліпіха. Домінуючі види рослин пустель залежать від типу ґрунту та географічного положення самих пустель.

В азіатських пустелях деревно-чагарникові форми представлені саксаулами, джужганом та дроком. Трави порівняно нечисленні. Це різні види аристиди та полину.

Пустелям американського континенту притаманні різновиди кактусів та агав, які запасують воду в стеблах та листках. Злаки представлені бізоною травою. У місцях з трохи сприятливішим водним режимом пустелі переходять в напівпустелі. Зовні це проявляється в більш щільному злаковому рослинному покриві. Річна біопродукція тут вища.

*Тваринний світ* екосистем пустель бідний. Він, так само як і рослинність, сформувався під впливом дефіциту вологи. Тільки під час весняних та осінніх перельотів тут вирує життя: з'являються зграї качок, гусей, журавлів та інших птахів. Корінні види тварин пустель тісно пов'язані з ґрунтом, де вони знаходять вологу та захист від спеки. Це плазуни, гризуни, терміти та земляні комахи. Багато видів тварин виробили здатність зберігати вологу у вигляді жирових депо. Деякі види тварин залишають пустелю на період найспекотніших місяців, перебираючись на території, більш вологі та прохолодні. Активність тварин пустель проявляється у нічні прохолодні години. Вдень тварини ховаються чи у ґрунті, чи, навпаки, піднімаються на верхівки гілок чагарників і дерев, де повітря прохолодніше порівняно з піском,

розпеченим сонцем. У норах гризунів велика кількість птахів влаштовує свої гнізда. Основні фітофаги пустель – верблюди, гризуни та черепахи. Листя активно поїдається різними видами саранових. Невелика кількість видів пристосувалася до поїдання коріння (ризофаги). Хижаки представлені шакалами, гіенами. В пустелі Африки заходять леви. Детритний трофічний ланцюг екосистем пустель представлений термітами, чорнищами та скарабеями. Тварини пустель завжди тяжіють до водойм. Внаслідок їх незначної кількості тварини змушені багато пити про запас. Вода, що отримується з великими труднощами, використовується бережливо: з метою запобігання втрат води тіла тварин мають товстий хітиновий (комахи) або роговий (плазуни) покрив. Але в будь-якому випадку, випаровування необхідне для охолодження тіла. Тому у багатьох видів спостерігається швидке дихання, роти та дзьоби утримуються відкритими. Саме з цієї причини вуха у тушканчиків та зайців великі. Деякі види взагалі не п'ють воду, задовольняючись тією водою, яку отримують з їжею (рослинною чи тваринною). Існують дуже цікаві способи забезпечення молодняка водою.

Чиста біопродуктивність в пустелях не перевищує 0,2 кг/м<sup>2</sup> на рік, при цьому 75% біомаси зосереджено у ґрунті.

! Сучасні екосистеми пустель несуть значний відбиток діяльності людини. Інтенсивний випас худоби та інші види господарської діяльності сильно порушили рослинний покрив та збіднили тваринний світ.

## 6.7. Болота

\* Болотні екосистеми є азональними. Вони виникають в місцях сильного перезволоження ґрунту. У таких випадках детритний трофічний ланцюг вкорочується та не завершується утворенням гумусу. Рослинний опад накопичується з року в рік у напівроз-кладеному стані та утворює торф.

Загальна площа боліт Землі становить 350 млн га. Торфова маса погано прогривається, бідна на мінеральні речовини і тому рослинний покрив боліт в цілому досить убогий. Болотному ґрунті характерна так звана фізіологічна сухість. При загальній високій вологості коріння рослин ледь отримують з нього воду. Перешкодою є низька температура торфової маси та насиченість води гуминовими кислотами. Відповідно до основних характеристик боліт вони поділяються на три види:

а) низинні; б) перехідні; в) верхові.

\* **Низинні болота** виникають у місцях виходу ґрунтових вод або на місці озер. Рослинний покрив таких боліт формується з осок, очерету, рогузу та комишу. Вони і є основними торфоутворювачами. Часто такі болота мають розріджений деревостій з вільхи та верб. У низинних болотах мінералізація досить виражена, а болота такого типу визначаються як *ефтрофні*.

\* **Верхові болота** утворюються головним чином на водотривких гірських породах за рахунок атмосферних опадів, але вони ще можуть виникати й на місці низинних боліт. Основу рослинного покриву верхових боліт складають *сфагнові мохи*. Після відмирання формується торф, потужність залягання якого може сягати 5 м. *Сфагновий торф* погано піддається гуміфікації та мінералізації, тому ґрунти таких боліт дуже бідні, а болота називаються *оліготрофними*. На сфагнових болотах може розміщатися розріджений сосновий деревостій. Ростуть тут також чагарники та чагарнички: андромеда, касандра, баглиця та чорниця. Часто зустрічається журавлина. Видове розмаїття вкрай низьке. На 1 кв. м тут нараховується лише 2 – 5 видів рослин.

\* **Перехідні болота** є стадією переходу від низинних до верхових боліт. Часто вони розміщуються навколо верхових боліт. За вмістом поживних речовин вони також займають *проміжне положення* та називаються *мезотрофними*. Для їхнього рослинного покриву характерна більша кількість осок.

Болотні екосистеми небагаті на тварин. Найчастіше тут зустрічаються птахи. У розміщенні боліт прослідковується загальна закономірність. У зоні лісотундри представлені головним чином бугристі болота. У тайговій зоні переважають грядово-мочажні комплекси з увігнутою поверхнею. У таких комплексах чергуються евтрофні, мезотрофні та оліготрофні гряди. Дерев тут не ростуть. На крайньому півдні тайгової зони з'являються опуклі грядово-мочажні болота, у лісостепу та степу – болота евтрофні, осокові та очеретяні. На півдні степової зони та в пустелях розвиваються зволожені трав'яні болота.

! В Україні болота можна спостерігати в усіх трьох природно-кліматичних зонах. В Українському Поліссі найбільш поширені оліготрофні сосново-сфагнові та евтрофні трав'янисті болота. У лісостепу України частіше зустрічаються евтрофні осокові та очеретяні болота. У степу їм на зміну приходять прісноводні чи засолені трав'янисті болота. У цілому в Україні можна виділити три основні райони поширення боліт:

⇒ поліські сфагнові болота;

⇒ поліські та лісостепові трав'яно-гіпнові болота;

⇒ *поліські лісові болота.*

Всього болотних формацій в Україні налічується 53.

Запаси біомаси в болотних екосистемах вимірюються в межах 90 – 1770 ц/га. Болотні екосистеми відіграють у біосфері виняткову роль. Вони є накопичувачами прісної води та, займаючи всього 2% площі суходолу, утримують в зв'язаному вигляді (у формі торфу) 14% вуглецю. З боліт починається більшість річок. Особливо важлива роль боліт як своєрідних фільтрів або ж очисних систем, що затримують в шарі торфу різноманітні ксенобіотики та нітрати, які потрапляють разом із стічними водами та атмосферними опадами.

## 6.8. Водні екосистеми

Водні екосистеми відрізняються від екосистем суші насамперед своїми фізичними та хімічними властивостями. При розгляді водних екосистем їх розділяють на прісноводні та екосистеми Світового океану.

**Прісноводні екосистеми.** Прісноводні екосистеми широко представлені на всіх континентах. Ріки та озера Землі вміщують 116 куб. м води. Основна частина цієї води прісна, хоча деякі внутрішні водойми мають солону воду (це характерно для жаркого та сухого клімату).

У прісноводних озерах завжди виділяють три частини, які можна розглядати як окремі екосистеми:

⇒ *прибережна частина – літораль;*

⇒ *глибоководна частина – профундаль;*

⇒ *основна товща води – пелагіаль.*

Найбільш заселена живими організмами – *літораль*. Прибережні зони будь-яких водойм є їхніми головними трофічними областями. Окрім напівзанурених рослин, у водоймах живуть придонні організми, які складають бентос, та планктон, що плаває у товщі води. Продукція більшості водойм часто лімітується нестачею біогенних мінеральних речовин. Річ у тім, що життя зосереджене у верхніх шарах води, де є достатньо сонячного світла, а мінеральні речовини надходять з придонних шарів. Верхні та нижні прошарки води розділені між собою так званім *термоклин*ом, що особливо чітко проявляється у водоймах субтропічного та тропічного поясів. Термоклин перешкоджає вертикальному водообміну та призводить до дефіциту мінеральних речовин у поверхневих шарах води.

*Літораль* характеризується наявністю великої кількості прикріплених

рослин – макофітів. Фауна представлена комахами та їх личинками. Багата і фауна хижаків. У прибережній частині озер звичайними є такі види риб як плітка, краснопірка, лин, дикий короп, колюшка. Хижі риби представлені щукою, окунем та судаком. Придонна частина озер майже не має рослин, вода мало рухома і зберігає протягом майже всього року температуру +4° С. Фауна таких місць збіднена. Вона представлена в основному личинками комарів-дзвонців та молюсками.

У *пелагії* рослини представлені планктонном із синьозелених, діатомових та зелених водоростей, макрофітами, що плавають (елодея, рдесті). Усі живі організми мають різноманітні пристосування, що допомагають їм утримуватися в товщі води. У рослин – це парашутоподібні вирости, крапельки жиру в тілі, тварини активно плавають. У пелагії водяться озерна форель, сигові риби. Тут багато хижих коловерток, веслоногих рачків та циклопів.

Рослинний та тваринний світ озер у багатьох випадках визначається наявністю у воді поживних речовин. За цією ознакою озера поділяються на евтрофні, що багаті на азот, фосфор, оліготрофні, бідні на азот і фосфор (нітратів менше 1 мг/л) та проміжні між ними озера – мезотрофні. Фауна риб суттєво відрізняється в цих трьох типах озер. Для оліготрофних озер характерні сиви, гольці, окуні, щука та плітка. В евтрофних озерах живуть види, які стійкі до частого тут дефіциту кисню – короп, лин, карась, плітка та лящ. У розвитку річкових екосистем основну роль відіграють характер дна та берегів, температура води та швидкість течії. У прибережній частині струмків та річок ростуть звичайні для цих місць очерети, комиші, лепешняки та стрілолист. У товщі води плавають елодея, латаття. При зростанні швидкості течії до 0,3 – 0,6 м/с та більше товща води вже не зростає. Для річок планктон не характерний, оскільки зноситься течією. Річкова ентомофауна досить різноманітна. Тут чимало водяних комах та їхніх личинок. Часто зустрічаються рачки-бокоплави. Вздовж течії рік спостерігається своя закономірність у розподілі іхтіофауни. У витоках чистих рік з прозорою водою живе форель. У середній течії основними видами є харіус та вусач, тут звичайні лини та головань. У нижній частині рік, де течія сповільнюється, до складу іхтіофауни входять лящ, короп, щука та верховодка.

Трофічні ланцюги прісноводних екосистем та особливо річок короткі через відсутність багатої кормової бази. Вони починаються з автотрофних рослин та закінчуються в пасовищних трофічних ланцюгах хижими рибами, а в детритних трофічних ланцюгах – мікроорганізмами.

! На території України зареєстровано 71 тисяча річок, що мають загальну довжину 243 тис. км. Більшість рік належить до басейнів Чорного та Азовського морів. В Україні 3 тисячі озер із загальною площею водного дзеркала 2 тис. кв. км. Окрім цього, країна має 23 тис. ставків та водосховищ, особливо їх багато в районі середнього та нижнього Дніпра.

Ріки та озера України вміщують у собі 195 видів водяних макрофітів, а також багато тисяч видів водоростей. В Україні є 57 водних рослинних формацій. Водні екосистеми є важливим національним багатством. Це і сховища прісної води, і джерела різноманітної продукції, і місця відпочинку населення.

**Екосистеми світового океану.** Характерною особливістю океанічних екосистем є:

- § глобальність розмірів і величезні глибини, заповнені життям;
- § безперервність (усі океани пов'язані один з одним);
- § постійна циркуляція (наявність сильних вітрів, які дмуть протягом року в одному і тому ж напрямку, наявність глибинних течій);
- § панування різних хвиль і приливів, що зумовлює помітну періодичність життя угруповань, особливо в прибережних зонах;
- § солоність і сильна буферність;
- § наявність розчинених біогенних елементів, які є лімітуючими факторами, що визначають розміри популяції.

Умови життя в океанічній воді більш рівні, ніж на суші. Рослинність бідніша – в основному це водорості. Тваринний світ багатий. Він представлений такими групами:

- \* **Бентос** – природні організми (водорості, губки, моховатки, асцидії), повзаючі (голкошкірі, ракоподібні), риби, молюски.
- \* **Планктон** – завислі у воді діатомові та інші водорості.
- \* **Тимчасові компоненти** – личинки черв'яків, молюсків, ракоподібних, голкошкірих, мальки риб. З постійного компонента – найпростіші, червоногі молюски, веслоногі рачки. Вони є поживою для морських ітаків.

\* **Нектон** – група активних організмів товщі. Риби, головоногі молюски, китоподібні, ластоногі.

Основні екологічні частини океану:

1. літораль або шельф (до 200 м) займає 7-8%, живе тут до 80% всіх морських організмів;
2. материковий схил (200-2000 м) займає 8,1%;

3. абесаль – 82,2%;

4. глибоководні жолоби – 2,1%.

! Все населення водних екосистем (близько 200 тис. видів), як і наземних, розподіляють на продуцентів, консументів і редуцентів. Екосистеми океанів відзначаються своєю великою продуктивністю, відіграють важливу роль гігантських регуляторів клімату Землі.

## Резюме

- ① Практично виділення типів екосистем базуються на ознаках біоценозів. В цьому випадку все різноманіття екосистем можна звести до 15 основних типів. Ці типи часто називають **біомами**.
- ② **Біотоп** є неорганічним компонентом біоценозу. Подібні біоти об'єднують у **біохори**, а подібні біохори – у **біоцикли**.
- ③ **Біохори** – група подібних біотопів, а **біоцикли** – найвища одиниця розчленування земної поверхні. Розрізняють три біоцикли – море, суша, внутрішні водойми.

## ? Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Чи однакова біопродукція різних екосистем та в чому причини різниці рівня біопродукції?
2. Чим корисні болота для людини?
3. Що таке біом?
4. Які Ви знаєте екосистеми Земної кулі?
5. Де розташовані лісові райони України?
6. Які водні системи розташовані на території України?
7. Які основні фактори обмежують розмір біопродуктивності тундрових екосистем?
8. Які основні фактори лімітують розміри біопродуктивності пустель?



## План семінарського заняття (2 год.)

1. Класифікація основних екосистем світу.
2. Тундри.
3. Лісові екосистеми помірного поясу.
4. Вічнозелений тропічний дощовий ліс.
5. Степи.
6. Пустелі.

7. Болота.
8. Водні екосистеми.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Біомаса й продуктивність біогеоценозу.
2. Баланс продукції та деструкції в водних біоценозах.



### Завдання, вправи, тести

1. Обговоріть значення видової різноманітності щодо функціонування екосистем з точки зору трофічних ланцюгів.
2. Проаналізуйте трофічний ланцюг змішаного та листяного лісу. Спробуйте його доповнити.
3. Проаналізуйте трофічний ланцюг степової екосистеми. Спробуйте його доповнити.
4. Обговоріть позитивні та негативні сторони осушення боліт.
5. Кілька десятиліть тому для збільшення чисельності мисливських трав'янистих тварин у різних країнах світу здійснювалися програми масового винищення хижаків. Проаналізуйте, до яких наслідків мало привести успішне виконання цих програм.
6. Залежно від об'єму створюваної продукції, існують екосистеми (напишіть):

- |           |           |
|-----------|-----------|
| а) _____; | б) _____; |
| в) _____; | г) _____; |

7. Екосистеми тундри знаходяться:

- |   |                  |
|---|------------------|
| а) в Італії;                                  | б) в Україні;    |
| в) в Австралії;                               | г) в Антарктиді; |
| д) в районах, що межують з Північним океаном. |                  |

8. Хижаками тундри є:

- |           |           |             |
|-----------|-----------|-------------|
| а) леви;  | б) вовки; | в) лисиці;  |
| г) олені; | д) песці; | е) лемінги. |

9. Частка тайги в суходолі Земної кулі становить:

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| а) 5 %;  | б) 10 %; | в) 15 %; |
| г) 20 %; | д) 25 %; | е) 30 %. |

10. Відносно всієї території України ліси складають:

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| а) 5 %;  | б) 8 %;  | в) 14 %; |
| г) 18 %; | д) 20 %; | е) 23 %. |

11. “Долина смерті” знаходиться:

- |             |             |                 |
|-------------|-------------|-----------------|
| а) в Росії; | б) в Китаї; | в) в Алжирі;    |
| г) у ІІАР;  | д) у США;   | е) в Австралії. |

12. Болота поділяються на види:

- |             |               |              |
|-------------|---------------|--------------|
| а) гірські; | б) підземні;  | в) підводні; |
| г) верхові; | д) перехідні; | е) низинні.  |

13. Глибоководна частина прісноводного озера – це:

- |              |                |               |
|--------------|----------------|---------------|
| а) літораль; | б) профундаль; | в) пелагіаль. |
|--------------|----------------|---------------|

14. На території України зареєстровано:

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| а) 52 тис. річок; | б) 68 тис. річок; |
| в) 71 тис. річок; | г) 85 тис. річок. |

## Глобальна екологія (вчення про біосферу)

Все живе в біосфері утворює живу речовину. Живі організми відіграють дуже важливу роль у геологічних процесах, які формують Землю. Хімічний склад сучасних атмосфери та гідро-сфери зумовлений життєдіяльністю організмів. Мінеральна інертна речовина переробляється живими організмами, перетворюється в нову. Отже, жива та нежива речовини на Землі становлять гармонійне ціле.

### СУТТЕВО

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

- ☞ походження й еволюцію біосфери;
- ☞ визначення понять біосфера, ноосфера;
- ☞ структурні частини біосфери;
- ☞ властивості живої речовини;
- ☞ біогеохімічні цикли важливих хімічних елементів у біосфері.

- ☞ з'ясувати, в чому полягає безумовна важливість наявності атмосфери для живих організмів;
- ☞ пояснити, в чому полягає головна особливість ґрунту як природного тіла;
- ☞ назвати основні лісові райони України та описати їхні особливості;
- ☞ пояснити, в чому полягає концентраційна функція живих організмів;
- ☞ проілюструвати здатність екосистем до самоочищення.

### Ключові поняття та терміни

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| • біосфера                     | • геологічний кругообіг |
| • еволюція біосфери            | • біогенний кругообіг   |
| • жива речовина                | • біогеохімічні цикли   |
| • косна речовина               | • стабільність біосфери |
| • енергетичний баланс біосфери | • ноосфера              |
|                                | • глобальна екологія    |

### План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 7.1. Поняття про біосферу.
- 7.2. Структура біосфери. Жива речовина. Розподіл життя у біосфері.
- 7.3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини.
- 7.4. Енергетичний баланс біосфери. Зміни енергетичного балансу біосфери, пов'язані з діяльністю людини.
- 7.5. Біогеохімічні цикли. Кругообіг важливих хімічних елементів у біосфері. Антропогенний вплив на природні цикли основних біогенних елементів.
- 7.6. Стабільність біосфери. Ноосфера, управління біосферою.

### 7.1. Поняття про біосферу

Еволюція біосфери тривала понад 3 млрд. років і відбувалася під впливом алогенних (зовнішніх) сил, таких, як геологічні і кліматичні зміни, й автогенних (внутрішніх) процесів, зумовлених активністю живих компонентів екосистеми.

Перші екосистеми, які існували на початкових етапах розвитку біосфери, були населені надзвичайно дрібними анаеробними гегеротрофами, які живилися органічною речовиною, синтезованою в ході абіотичних процесів. Потім відбувся, за образним висловом Ю. Одума, "популяційний вибух" автотрофних водоростей, який перетворив атмосферу із відновлюваної в кисневу.

Вперше термін "біосфера" – "сфера життя" – був використаний австрійським вченим Едуардом Зюссом ще в XIX століття (1875). Однак, він не дав визначення цього поняття. Сучасне його тлумачення, яке прийняте у всьому світі, належить українському вченому В.І.Вернадському – першому Президенту Української Академії наук. Наукові уявлення про біосферу як "живу оболонку" Землі вчений виклав у своїх лекціях, прочитаних у Карловому університеті в Празі та Сорбоні в Парижі протягом 1923-1924 рр. Згодом ці положення були узагальнені та зведені в книзі "Біосфера" (1926).

*Життя – це форма розвитку матерії на Землі. Живі організми перетворюють космічну сонячну енергію у земну, хвилюють і створюють нескінченну різноманітність нашого світу. Ці живі організми своїм диханням, своїм живленням, своїм метаболізмом, своєю смертю і своїм розмноженням постійним використанням своєї речовини, а головне – триваючи сотні мільйонів років*



безперервною зміною поколінь, своїм народженням і розмноженням продовжують одне з най-грандіозніших планетарних явищ, що не існує ніде, крім біосфери.

В.І. Вернадський

\* Отже, біосфера – це оболонка Землі, яка включає частини атмосфери, гідросфери і літосфери, заселені живими організмами.

В.І. Вернадський підкреслював відмінні особливості біосфери, зокрема:

❖ біосфера становить оболонку життя – ділянку існування живої речовини;

❖ біосферу можна розглядати як ділянку Земної кори, зайнятої трансформаторами, які переводять космічні випромінювання в діяльну земну енергію – електричну, хімічну, механічну, теплову і т.д.

Біосфера в сучасному розумінні – це глобальна відкрита система зі своїм “входом” (потік сонячної енергії, який надходить з космосу) і “виходом” (утворені в процесі життєдіяльності організмів речовини, які з різних причин “випали” із біологічного кругообігу, так званий вихід “в геологію” – кам’яне вугілля, нафта, осадові породи тощо). З позицій кібернетики ця велетенська система, котра, як і її складові – біогеоценози, описується як “чорний ящик”. Процеси, що відбуваються всередині нього, закодовані природою. Можна із впевненістю сказати, що система в її основних рисах є саморегульованою, самоорганізованою. Екологи пояснюють самоорганізацію системи інформацією, яка пронизує екосистему. Вона міститься в живих організмах, в їх генетичному коді і здатності адаптуватися до змін умов середовища.

\* Отже, саморегулювання екосистеми забезпечується живими організмами.

Такий підхід дає підстави вважати біосферу централізованою кібернетичною системою, оскільки в ній один елемент (підсистема) – живі організми – відіграє домінуючу, центральну роль у функціонуванні системи в цілому.

Згідно зі законом необхідної різноманітності Віннера – Шеннона - Ешбі, який вважають основним кібернетичним законом, кібернетична система лише тоді володіє стійкістю для блокування зовнішніх і внутрішніх збурень, коли вона має достатнє внутрішнє різноманіття. Це різноманіття в основному і створюється живими організмами. Достатньо сказати, що сьогодні на Землі існує близько 2 млн. видів організмів, з них частка рослин становить 500 тис. видів, а тварин – 1,5 млн. видів (табл. 7.1.).

Таблиця 7.1.

Чисельність різних груп організмів в біосфері.

Група	Кількість видів (приблизно)	Група	Кількість видів (приблизно)
Всього	500000	Всього	1500000
В тому числі		В тому числі	
Водорості	25000	Найпростіші	15000
Бактерії	100000	Губки	5000
Гриби		Кишквопорожнинні	9000
Лишайники	18000	Черв'яки	19000
Вищі		Молюски	105000
Мохоподібні	20000	Членистоногі	50000
Плавунові	800	(без комах)	
Хвощеві	30	Комахи	1000000
Папоротеподібні	6000	Голкошкірі	5000
		Хордові	48000
Голонасінні	600	(включаючи хребтних)	
Покритонасінні	200000-	з них	
	3000	Птахи	10000
		Ссавці	6000

Виходячи з екосистемних уявлень, видове різноманіття – це не просто якась арифметична величина, нижче якої не мав би опускатися живий світ, а реальна потреба буквально кожного суцього на планеті виду в трофічних ланках біогеоценозів і біосфери в цілому. Ці види необхідно зберегти заради нормального функціонування сучасної біосфери, яка й сьогодні еволюціонує, збагачуючи видове різноманіття.

За даними українського палеоботаніка О.П. Фесуненка, кількість родів вищих рослин становила: в силурі (близько 400 млн. років тому) – 1 рід, в девоні (350 млн.) – 36, в інтервалі від карбону до тріасу (200 млн.) – 150-200, від юри до неогену (150 млн. до нинішніх днів) – 250-330. Отже, збагачення видового різноманіття, що добре ілюструють наведені факти, – це загальна тенденція сучасного розвитку біосфери, яка сприяє усуненню зовнішніх і внутрішніх перешкод і підтримці системи в стані гомеостазу.

Ю.Одум (1986) наводить витяг із однієї з американських програм (програма збереження генетичних ресурсів, керівник Девід Кофтон, Каліфорнія), в якій викладена точка зору вчених з приводу глобальної загрози втрати видового різноманіття: “Біологічне різноманіття тварин, рослин і мікроорганізмів становить фактор фундаментальної важливості для виживання людства”.

Термін “генетичні ресурси” можна визначити як генетичне різноманіття, яке відіграє вирішальну роль у задоволенні всіх потреб суспільства.

Характерна особливість біосфери як “плівки життя” – це її гетерогенність, мозаїчність, причому кожна окрема однорідна ділянка (“біогеоценоз”, “екосистема”) здатна до саморегуляції і повного самовідновлення біоти. Екосистеми перебувають у постійній взаємодії одна з одною, створюючи разом гігантський кругообіг речовин в межах біосфери.

## 7.2. Структура біосфери. Жива речовина. Розподіл життя у біосфері

Важливою особливістю біосфери є її злитість з іншими геосферами Землі. *Біосфера розміщена в межах атмосфери, гідросфери та частини літосфери.* Загальна протяжність біосфери за радіусом Землі складає близько 40 км. Вона простягається від нижньої частини озонового екрану атмосфери, що розташований на висоті 20 – 25 км над рівнем моря, до верхньої частини гірських порід суші та дна Світового океану. Нижня межа простягання біосфери лежить на 23 км вглиб суші та на 1 – 2 км нижче дна океану (рис. 7.1.).

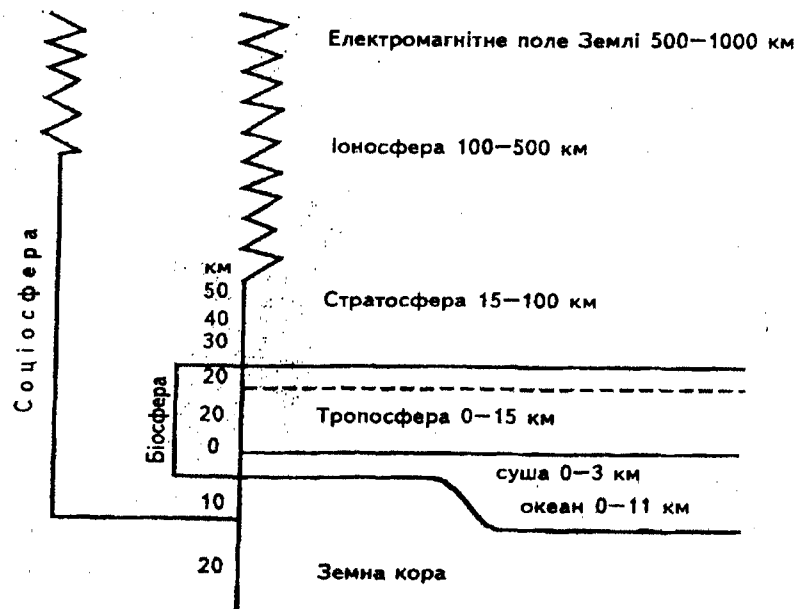


Рис. 7.1. Біосфера та її межі.

! Основна маса живої речовини, наявність якої відрізняє біосферу від інших геосфер, зосереджена в порівняно невеликому прошарку – **біостромі**. Біострома лежить на поверхні суходолу та охоплює верхні шари водойм. У цій зоні знаходиться 98% всієї живої речовини планети.

Біосфера сформована з різних речовин. За В.І.Вернадським, виділяють шість головних речовин біосфери:

1. *Жива речовина, що представлена організмами різних видів.*
2. *Біогенна речовина, що є продуктом життєдіяльності організмів (наприклад, кам'яне вугілля, торф).*
3. *Нежива (косна) речовина, в утворенні якої живі організми не брали участі. Це, наприклад, гірські породи та мінерали.*
4. *Біокосна речовина, що сформована за рахунок взаємодії живої та косної речовин. Основним видом біокосної речовини є ґрунт.*
5. *Радіоактивна речовина.*
6. *Космічна речовина (наприклад, метеорити).*

Розглянемо основні компоненти біосфери більш детально.

**Жива речовина.** За останніми оцінками, жива речовина складає 18-10<sup>10</sup> тонн. К.М.Ситник та С.П.Вассер (1992) вважають, що на Землі існують 1 447 609 видів живих організмів. На думку інших дослідників, їх набагато більше, можливо 80 млн. видів. Повнота виявлення живих організмів неоднакова в різних царствах. Види судинних рослин виявлені на 80%, мохів на 70%, водоростей на 50%, грибів – тільки на 1 – 10%, членистоногих – на 3 – 20%, монер – на 15 – 20% та вірусів всього на 5%.

Унікальна роль живої речовини в біосфері полягає в її високій біогеохімічній активності. Жива речовина автотрофних організмів здійснює поглинання сонячної енергії та її перетворення в енергію хімічних зв'язків. Сукупна біогеохімічна активність живої речовини призвела до значної зміни газового складу атмосфери, в результаті чого атмосфера відновного типу перетворилася в атмосферу окислювального типу зі значним вмістом кисню. За рахунок діяльності біосфери на Земній кулі сформувався озоновий екран, який перехоплює більшу частину жорсткого космічного випромінювання та створює сприятливі умови життя на поверхні планети. Жива речовина змінила гірські породи та сприяла появі нових видів (вапняки та ін.). Життєдіяльність рослин, тварин та мікроорганізмів спричинила появу ґрунту.

Жива речовина планети є ініціатором та рушієм біогеохімічних циклів речовин. Велике значення в цьому має розмноження організмів, яке В.І.Вернадський називав «розтіканням» живої матерії, її «прагненням

до всюдності».

В 1931 р. вийшла стаття В.І.Вернадського «Про межі біосфери». Проте, слід нагадати, що вчений до цієї проблеми звернувся ще в 1926 р.

Однак, тоді наука ще не нагромадила достатньої кількості інформації, яка б дала повну відповідь на питання: де проходять межі біосфери? Наприклад, не підтвердилося передбачення вченого про заселення усієї осадної оболонки Землі бактеріальним життям. Відомо, що розподіл мікроорганізмів у підземних водах, а, значить, і нижня межа біосфери на континентах визначається двома факторами: температурою води і концентрацією в ній мінеральних солей. Живі бактерії можуть існувати у водах із температурою до 100°C, тоді як активна їхня життєдіяльність проявляється на межі близько 80°C. Крайня межа соляного розчину – 270 г/л, що в 10 разів перевищує концентрацію води океану.

Передбачення В.І. Вернадського про повсюдне поширення життя в океані до самого його дна збулося. Однак це підтвердилось через декілька десятків років – у 1960 р., коли батискаф «Трієст» із Жаком Піккардом і Доном Уолшем торкнувся дна Маріанської западини на глибині 10 919 м від точки занурення. Акванавти на великій глибині побачили життя, про яке В.І. Вернадський тільки догадувався. Сьогодні можна стверджувати, що океанічна межа біосфери перебуває на глибині близько 11 км. Повітряні потоки піднімають і переносять міріади мікроорганізмів, вірусів, які живуть головним чином, в краплях вологи. Тут можна зустріти пилок, спори і насіння рослин, тут є звичними біогенні речовини – біоліни і фітонциди. Тут вирує життя, особливо в його товщі від декількох метрів від поверхні суші чи води до приблизно 50-300 м. Цю частину атмосфери М.Ф.Реймерс (1994) вважає екотонном між *террабіосферою* і *гідробіосферою*, з одного боку, і тропосферою – з іншого. Ту частину тропосфери, куди лише спорадично піднімаються перелітні птахи, зграї сарани чи якісь скупчення комах, автор відносить до тропобіосфери. Над останньою поза шаром позитивних температур лежить відносно тонкий шар *альтобіосфери* (лат. *альтус* – високий). Тут, де температура середовища не піднімається вище 0°C, життя можливе лише завдяки прямій сонячній інсоляції.

Аналізуючи наведені дані про нижню і верхню межі біосфери, а також фізико-хімічні умови, що їх визначають, вчені виділяють три групи життєзабезпечуючих факторів.

*По-перше*, це достатня кількість вуглекислого газу і кисню. На Гімалаях, наприклад, зелений покрив обмежений висотою 6200 м, де парціальний тиск вуглекислого газу нижчий, ніж на поверхні моря. Однак

і там життя не припиняється: його підтримують деякі види павуків і комах, які живляться органічними рештками, занесеними сюди вітром.

*По-друге*, достатня кількість вологи, яка забезпечує нормальний хід ферментативних процесів.

*По-третє*, сприятливий термічний режим, який виключає або надто високі температури (зумовлюють звертання білка), або надто низькі (припиняють роботу ферментів). Найживучішими є прокаріоти – бактерії і ціанобактерії, їх можна зустріти в льодовиках Арктики, в скельних породах Антарктики, в гарячих джерелах з температурою до 98°C, а в підземних водах – і при 100°C.

Отже, потужність біосфери за вертикаллю в океанах охоплює всю товщу води і незначну донну плівку життя, а на континентах – тонкий надземний і потужний підземний шар. Уся земна поверхня нашої планети належить до біосфери, виключаючи, можливо, окремі високогірні ділянки, вкриті льодовиками та безводні пустелі.

Найпродуктивнішим шаром суші є *літосфера*, яка разом із водними біоценозами утворює активну плівку життя. До літосфери належать не лише біоценози, утворені на поверхні суші. Життя не обмежується лише поверхнею суші. Воно існує і в нижніх шарах літосфери, особливо в підземних водах.

Гідробіосфера розподіляється на два системних утворення – океанічне і континентальних водоймищ – *океанобіосфери*, або *мариносферу* та *аквабіосферу*. Кожне з цих утворень має свою характерну структуру і свій набір гідробіонтів.

Особливо слід відзначити *озоносферу*, яку ще називають *озоновим екраном*. Незважаючи на низький вміст озону в атмосфері, цей газ відіграє суттєву еколого-біологічну роль, активно поглинаючи короткохвильове ультрафіолетове (УФ) випромінювання Сонця. Озоновий шар, розташований в стратосфері на висоті приблизно 15-20 км (верхня межа його поширення – 45 км), не лише визначає температурний режим стратосфери, але є і захисним щитом земних організмів, відхиляючи від них смертоносне ультрафіолетове випромінювання.

В останні десятиліття увага світової громадськості прикута до руйнування озонового шару, яке відбувається головним чином під впливом хлорфторвуглеводів (фреонів), які широко використовуються в побуті (холодильні установки, газове наповнення аерозольних балончиків). Ці сполуки (95% їх, як правило, попадає в повітряне середовище) під дією ультрафіолетового випромінювання виділяють хлор, який і руйнує стратосферний озон. Цьому негативному процесу сприяють також і викиди реактивних літаків, ядерні викиди, розклад мінеральних

добрих, які супроводжуються виділенням азоту і його окислів, також здатних руйнувати озоновий екран.

*\* Отже, власне біосфера – це шар активного життя, глибина якого на суші становить близько 12 км, а в межах океану – 17 км. Ця відстань значно менша, ніж передбачалося (20–22 і навіть більше). В середньому шар планетарного життя сягає всього близько 20 км. Якщо зіставити розміри космосу і земної антропосфери, це нагадує целофанову плівку, яку так легко пошкодити.*

### 7.3. Жива речовина. Геохімічна робота живої речовини

Згадаємо декілька визначень живої речовини творця цього поняття В.І.Вернадського: “жива речовина біосфери є сукупністю усіх її живих організмів”. Як учений, він розуміє, що об’єкт його досліджень вимагає кількісних характеристик, а тому наголошує: “Я буду називати сукупність організмів, зведених до ваги, хімічного складу і енергії, живою речовиною”. Жива речовина в його розумінні – це форма активованої матерії, і її енергія тим більша, чим більша маса живої речовини.

Які ж властивості живої речовини?

1. Жива речовина біосфери характеризується величезною вільною енергією, яку можна було б порівняти хіба з вогненним потоком лави, але енергія лави недовговічна.

2. У живій речовині, завдяки присутності ферментів, хімічні реакції відбуваються в тисячі, а деколи і мільйони разів швидше, ніж у неживій. Для життєвих процесів характерне те, що одержані організмом речовина і енергія переробляються і віддаються ним у значно більших кількостях. Наприклад, маса комах, яких з’їдає синиця за день, дорівнює її власній масі, а деякі гусениці споживають і переробляють за добу в 200 разів більше їжі, ніж важать самі.

3. Індивідуальні хімічні елементи (білки, ферменти, а деколи й окремі мінеральні сполуки тощо) синтезуються лише в живих організмах.

4. Жива речовина намагається заповнити собою весь можливий простір.

В.І.Вернадський називає дві специфічні форми руху живої речовини:

⇒ **пасивну**, яка створюється розмноженням і притаманна як тваринним, так і рослинним організмам;

⇒ **активну**, яка здійснюється за рахунок напрямленого переміщення організмів (характерна для тварин і меншою мірою – рослин).

5. Жива речовина проявляє значно більшу морфологічну і хімічну різноманітність, ніж нежива. В природі відомо понад 2 млн. органічних сполук, які входять до складу живої речовини, тоді як кількість мінералів неживої речовини становить близько 2 тис., тобто, на три порядки нижче.

6. Жива речовина представлена дисперсними тілами – індивідуальними організмами, кожний з яких має свій власний генезис, свій генетичний склад. Розміри індивідуальних організмів коливаються від 20 нм у найдрібніших до 100 м (діапазон понад  $10^9$ ). Найбільшими з рослин вважаються секвої, а з тварин – кити. На думку Вернадського, мінімальні і максимальні розміри організмів визначаються граничними можливостями їх газового обміну з середовищем.

7. Будучи дисперсною, жива речовина ніколи не трапляється на Землі в морфологічно чистій формі, наприклад у вигляді популяційного виду. Вона може існувати лише у вигляді біоценозу: “...навіть простенький біоценоз якогось сухого соснячка на пісочку є угрупованням, яке складається приблизно із тисячі видів живих організмів” (Тимофєєв-Рисовський).

8. Принцип Реді (флорентійський академік, лікар і натураліст, 1626-1697): “все живе з живого” – є відмінною особливістю живої речовини, яка існує на Землі у формі безперервного чергування поколінь і характеризується генетичним зв’язком з живою речовиною всіх минулих геологічних епох. Неживі абіогенні речовини, як відомо, надходять до біосфери або з космосу, або ж виносяться порціями з оболонки земної кулі. Вони можуть бути аналогічні за складом, але генетичного зв’язку в загальному випадку у них немає.

9. Жива речовина в особі конкретних організмів, на відміну від неживої, здійснює упродовж свого історичного життя грандіозну роботу. Посуті, лише біогенні речовини метабіосфери – це інтеграл маси живої речовини Землі за геологічний час, тоді як маса неживої речовини земного походження є постійною величиною в геологічній історії: 1 г архейського граніту і сьогодні залишається 1 г тієї ж речовини, а та ж сама маса живої речовини, тобто 1 г, протягом мільярдів років існувала за рахунок зміни поколінь і весь цей час виконувала геологічну роботу.

У доарістотелівські часи вважали, що життя починається з абіогенезу (з таких мертвих тіл природи як камінь, скеля, вода, газ, земля). Арістотель, як писав В.І.Вернадський (1969), визнавав біогенез для людини, птахів, майже всіх ссавців та деяких нижчих тварин, окремих з хребетних, багатьох рослин. Він у виняткових випадках допускав гетерогенез (різнорідне зародження) і для вищих рослин, для тварин. Пройшло два тисячоліття з часу смерті Арістотеля, утвердився в науці принцип Реді (“все живе з живого”), але й сьогодні йде пошук взаємозв’язків живої і неживої речовини, які служать надійним механізмом неперервного руху життя в біосфері.

Для того, щоб краще зрозуміти суть цих механізмів, слід з’ясувати, з яких речовин, крім живої, складається біосфера. Незважаючи на те, що уявлення про склад біосфери викладені В.І. Вернадським у праці “Хімічна будова біосфери Землі і її оточення”.

#### Функції живої речовини в біосфері (за В.І. Вернадським)

- газова
- киснева
- окислювальна
- кальцієва
- відновлювальна
- концентраційна
- руйнування органічних речовин
- відновлювального розкладу
- метаболізму і дихання організмів

Уся маса живої речовини, яка була на Землі хоча б протягом 1 млрд. років, вже перевищує масу земної кори. Біомаса Землі (в сухій речовині) становить  $2,44 \cdot 10^{12}$  т, тобто 0,00001% земної кори ( $2 \cdot 10^{19}$  т). Беручи до уваги, що останній мільярд років продукція земної кулі була близькою до сучасної, можна розрахувати її сумарну кількість  $2 \cdot 10^{11} \cdot 10^9 = 2 \cdot 10^{20}$  т, тобто, в 10 разів більше маси земної кори. Слід брати до уваги, що жива речовина – це надзвичайно активна хімічно діюча маса, а тому стає зрозумілою і її велетенська енергетична роль.

Якщо врахувати, що на земну поверхню щорічно надходить  $21 \cdot 10^{25}$  кДж сонячної енергії, то на поверхню, покриту зеленою рослинністю і водоймищами з їх фітопланктоном, припадає лише близько 40%, або  $8,4 \cdot 10^{23}$  кДж енергії. З урахуванням витрат сонячної енергії внаслідок відбивання та інших причин, а також енергетичного виходу фотосинтезу не перевищує 2%. Загальна кількість енергії, яка запасується щороку у

процесі фотосинтезу, виражається величиною порядку  $20,9 \cdot 10^{22}$  кДж.

Усі рослинні й тваринні організми складаються з тих самих елементів, що і тіла неживої природи, але в іншому співвідношенні. В клітинах знайдено близько 90 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва. Найбільше (98%) у клітинах водню, кисню, вуглецю і азоту. Вміст калію, натрію, кальцію, магнію, заліза, сірки, фосфору і хлору в клітинах складає десятки та соті частки відсотка (їх називають **макроелементами**), а цинку, міді, йоду, фтору, бром, срібла і т.д. – ще менше (табл. 7.2.).

Елементи, вміст яких не перевищує в клітині 0,01%, називаються **мікроелементами**. Однак, це не означає, що вони менш потрібні організмові, ніж інші. Встановлено, що за відсутності тих чи інших мікроелементів порушується обмін речовин між клітинами організму, а це призводить до різних захворювань. Усі хімічні елементи беруть участь у побудові організму у вигляді іонів або в складі молекул неорганічних чи органічних речовин. Серед неорганічних речовин важливе значення мають вода, мінеральні солі, кислоти, основи. Вода займає до 80 % об’єму клітини і виступає в ній як внутрішній екологічний фактор – середовище, в якому знаходяться органіди клітини, розчинник, каталізатор для реакцій обміну; створює електропровідність. В організмі вода виконує транспортну, провідну функцію, є регулятором температури. Вода в клітині перебуває у двох формах: вільній і зв’язаній. Завдяки зв’язаній воді клітина здатна витримувати низькі температури, її вміст у клітині – приблизно 5%. 95% припадає на вільну воду, яка є прекрасним розчинником, а більшість хімічних реакцій проходять тільки в розчинах. Цікава і не до кінця вивчена властивість води зберігати інформацію. Очевидно, наші далекі предки знали про цю властивість, використовуючи воду при різних заговорох.

Більшість неорганічних речовин у клітинах міститься у вигляді солей

Таблиця 7.2.

Вміст хімічних елементів у клітині

Елементи	Кількість (у%)	Елементи	Кількість (у%)
Кисень	65-75	Кальцій	0,04-2,00
Вуглець	15-18	Магній	0,02-0,03
Водень	8-10	Натрій	0,02-0,03
Азот	1,5-3	Залізо	0,01-0,015
Фосфор	0,20-1,00	Цинк	0,0003
Калій	0,15-0,4	Мідь	0,0002
Сірка	0,15-0,2	Йод	0,0001
Хлор	0,05-0,10	Фтор	0,0001

– або дисоційованих на іони, або в твердому стані. Вміст катіонів і аніонів у клітині відрізняється від їхньої концентрації в навколишньому середовищі і регулюється клітинною мембраною. При загибелі клітини концентрація речовин у середовищі та цитоплазмі вирівнюється. Органічні речовини становлять 20-30% маси клітини. До них належать білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, жири, жироподібні речовини, АТФ та ін.

#### 7.4. Енергетичний баланс біосфери. Зміни енергетичного балансу біосфери, пов'язані з діяльністю людини

*\* Енергія – це загальна кількісна міра руху та взаємодії усіх видів матерії. Відповідно до закону збереження енергії, вона не зникає та не виникає з нічого, а тільки переходить з однієї форми до іншої.*

Потік енергії на Земній кулі має три джерела:

- ✧ *кінетична енергія обертання Землі та її супутника Місяця як космічних тіл. Вона проявляється в морських припливах, енергія яких недоступна живим організмам, але може використовуватися людиною;*
- ✧ *енергія земних надр, яка підтримується ядерним розпадом урану та торію. Ця енергія виділяється у формі геотермічного тепла. У вулканічних районах вона використовується для опалення оранжерей та басейнів;*
- ✧ *сонячна енергія, на базі якої здійснюється життєдіяльність в автотрофних організмів.*

На Сонці енергія виникає в результаті ядерних перетворень. Головне з них – це перетворення водню в гелій через дейтерій. Променева енергія Сонця проявляється в амплітуді довжини хвиль від 0,3 до 2,0 мкм. Частка ультрафіолетового випромінювання в ній невелика. Воно в основному затримується озоновим екраном планети. Притік енергії до зовнішньої поверхні атмосфери планети від Сонця порівняно постійний – це так звана сонячна постійна, яка дорівнює  $1,93 \text{ кал/см}^2$  за 1 хв. Вона відхиляється від середнього значення всього тільки на 0,1-0,2%. Але тривалих спостережень за величиною сонячної постійної поки що не велося і її багатовікові тенденції не відомі.

За неофіційними даними, спеціалісти вважають, що протягом останнього мільярду років сонячна постійна не змінювалася. Всього до Землі доходить  $10,5 \times 10^6 \text{ кДж/м}^2$  у рік променистої енергії. Але 40% її одразу відбивається у космічний простір, а 15% поглинається атмосферою: або

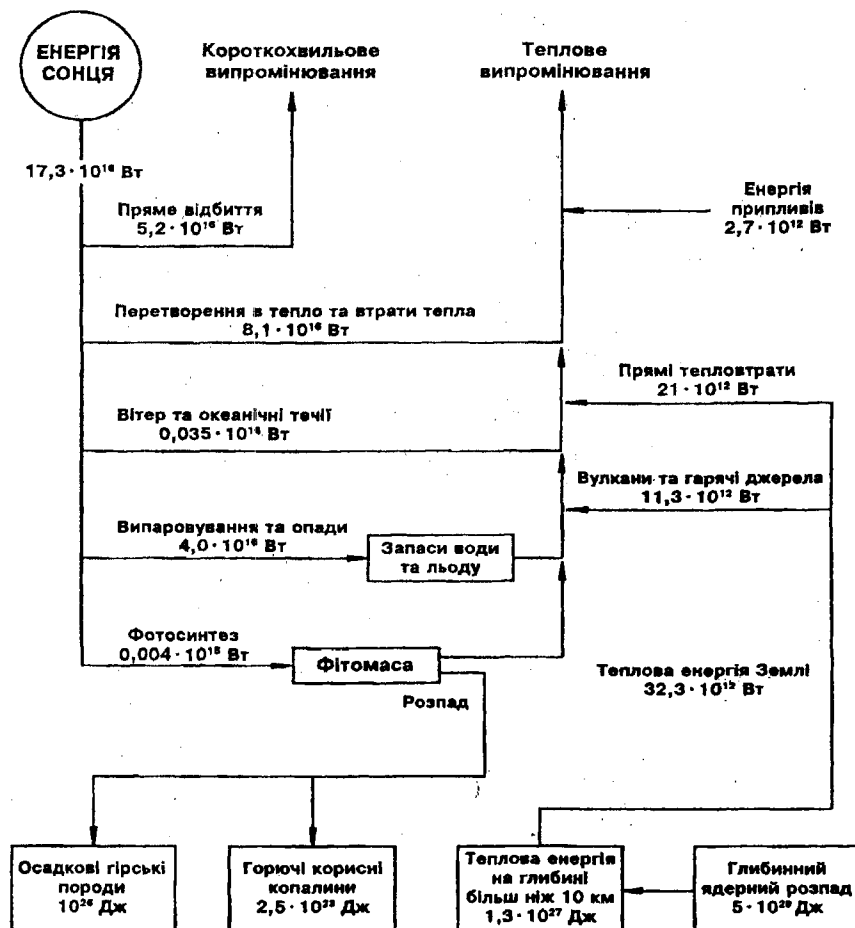


Рис. 7.2. Планетарний потік енергії.

перетворюється в тепло, або витрачається на випаровування води. В атмосфері в основному сонячну радіацію поглинає водяна пара. В океанах цю роль виконує рідина (вода), на суходолі – гірські породи та ґрунт. Велика частина радіації відбивається в атмосферу від поверхні льоду та снігу (рис. 7.2).

Всю біосферу можна розцінювати як єдине природне утворення, що поглинає енергію з космічного простору та направляє її на внутрішню роботу. У біосфері енергія тільки переходить з однієї форми до іншої та

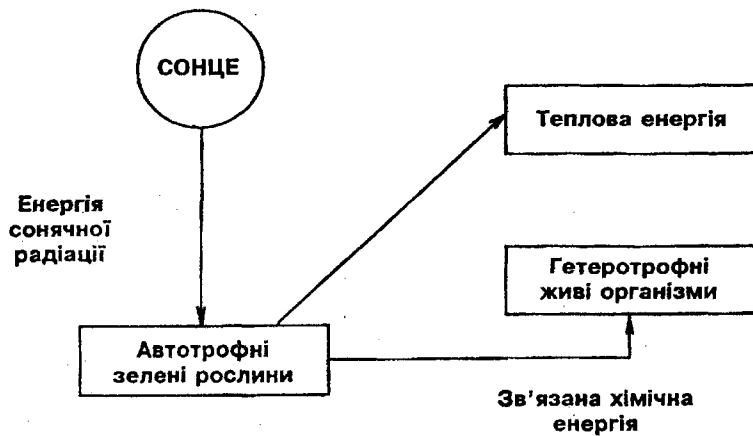


Рис. 7.3. Основні напрямки потоку енергії на Землі.

розсіюється у вигляді тепла. Основними перетворювачами енергії в біосфері є живі організми. Вони перетворюють вільну променисту енергію в хімічно зв'язану, котра потім переходить від одних біосферних структур до інших (рис. 7.3.).

При кожному переході частина енергії перетворюється в тепло та втрачається в навколишньому просторі. Рослини та земна поверхня в середньому на рік поглинають  $5 \cdot 10^6$  кДж/м<sup>2</sup> енергії. Ця величина різна на різних широтах. Ефективність перенесення енергії в живій речовині доволі низька. При її перенесенні від продуцентів до консументів першого порядку вона складає всього 10%, а при перенесенні від консументів першого порядку до консументів другого порядку – 20%.

*\* Отже, видно, що травоядні тварини менш ефективно використовують їжу, ніж м'ясоїдні. Це в багатьох випадках пов'язано з хімічним складом їжі. У рослинах переважає лігнін і целюлоза та є захисні речовини від фітофагів. Завершується потік енергії на редуцентах, де енергія або ж остаточно розсіюється у вигляді тепла, або акумулюється в мертвій органічній речовині (детрит). Однією з форм тривалого збереження акумульованої енергії є нафта, вугілля та торф.*

Потік сонячної енергії, який надходить до біосфери, приводить в дію біохімічний кругообіг. Як зазначено, на відміну від кругообігів води та інших речовин, потік енергії рухається в одному напрямку. Якщо падаючий потік сонячної енергії має радіальний (вертикальний) напрямок,

то подальший його шлях має здебільшого горизонтальний (латеральний) характер.

Великим енергетичним потенціалом відзначаються латеральні потоки повітряних мас (вітер), які, проникаючи в лісові чи лугові фітоценози, розхитують стовбури і стебла, розворушують листові пластинки чи квіти, піднімають і переносять насіння, охолоджують нагріте рослинне середовище, сприяючи тим самим подальшій трансформації збудженої механічної енергії в теплову чи хімічну. Латеральні снігові замети сприяють накопиченню вологи у порохисних смугах та узліссях лісових екосистем, що згодом підвищить енергію біохімічних процесів. Латеральні потоки енергії приливів сприяють швидшому кругообігу мінеральних елементів живлення, переміщенню корму і відходів. Людство навчилося використовувати додаткову енергію природи, створивши сучасні технології відновлювальної енергії.

Радіальні і латеральні потоки енергії, можуть виникати і внаслідок антропогенної діяльності. Передусім це радіальні потоки хімічних, металургійних, гірничопереробних підприємств і теплових електростанцій, які виносять в атмосферу величезну кількість токсичних викидів. Далі вони вже латеральними повітряними потоками (часто транс-континентальними) переносяться на великі віддалі і знову такі радіальними потоками опускаються на земну поверхню. Ці потоки механічної енергії є транспортом для хімічної енергії, яка проявляє себе в біологічних процесах конкретних наземних і водних біогеоценозів.

Великі міста та індустріальні центри є потужними джерелами латеральних теплових потоків, які переміщуються від ядра міста до його околиць. Часто разом з тепловими потоками переміщуються латеральними поллютанти, здебільшого автотранспортні викиди, а також пил. У великих містах спостерігається розсіювання теплової енергії (ентропія), яка веде до ксерофілізації атмосферного і ґрунтового повітря та алкалізації (олужнення) міських ґрунтів. Ці латеральні теплові та поллютанто-забруднюючі потоки енергії змінюють рослинний і тваринний світ природних ландшафтів, створюють нову живу речовину міст, яка поки що слабо вивчена. Антропогенна енергія (механічна, теплова, хімічна) може концентруватися в окремих природних екосистемах, підвищуючи їх продуктивність (агроекосистеми) або ж, при невмілому включенні цієї енергії в природний потік, призводити до їхньої деградації.

Враховуючи, що енергія – спільний знаменник і вихідна рушійна сила всіх екосистем як сконструйованих людиною, так і природних, Ю. Одум (1986) пропонує прийняти енергію за основу для “первинної” класифікації екосистем.



Отже, за рівнем надходження енергії в екосистеми їх поділяють на чотири групи:

- ⇒ природні, якими рухає Сонце;
- ⇒ природні, якими рухає Сонце та інші природні джерела;
- ⇒ урухомлені Сонцем і субсидовані людиною;
- ⇒ індустріально-міські, які утримуються паливом (добутим із корисних копалин, іншими органічними або ядерними джерелами).

Наведені Ю. Одумом приклади пояснюють особливості функціонування цих систем, які можна було б віднести за ієрархічним рангом до біогеоценотичних комплексів і навіть біомів. У параметри біологічної системи не вкладається індустріально-міська екосистема, яка є однією із різновидів соціально-економічних систем. Зупинимось лише на індустріально-міській екосистемі, яку Ю. Одум в одній роботі називає “вінцем” досягнень людства, в іншій – його “пухлиною”. Тут, – наголошує вчений, – висококонцентрована потенційна енергія палива не просто доповнює, а замінює сонячну енергію. При сучасних методах ведення міського господарства сонячна енергія у самому місті не лише не використовується, а стає надто коштовною перешкодою, оскільки вона нагріває бетон і сприяє утворенню смогу. Їжу, продукт систем, які рухає Сонце, можна вважати зовнішньою їдальнею міста, оскільки переважну частину продуктів ввозять із зовні. Міста в міру зростання цін на паливо, напевно, стануть більше цікавитися використанням сонячної енергії. Можливо, виникне новий тип екосистеми міста, якою буде рухати Сонце із допоміжною енергією палива.

### 7.5. Біогеохімічні цикли. Кругообіг важливих хімічних елементів у біосфері. Антропогенний вплив на природні цикли основних біогенних елементів

За рахунок процесів міграції хімічних елементів усі геосфери Землі зв'язані єдиним циклом кругообігу цих елементів. Такий кругообіг, рушійною силою якого є тектонічні процеси та сонячна енергія, отримав назву *великого (геологічного) кругообігу*. Цей кругообіг має абіотичний характер. Тривалість його існування – близько 4 млрд. років. Потужність великого (геологічного) кругообігу речовин в атмосфері, гідросфері та літосфері оцінюється в  $2 \times 10^{16}$  тонн/рік.

Виникнення життя на Землі спричинило появу нової форми міграції хімічних елементів – біогенної. За рахунок біологічної міграції на великий

кругообіг наклався *малий (біогенний) кругообіг* речовин. У малому біологічному кругообігу переміщуються в основному вуглець ( $10^{11}$  тонн у рік), кисень ( $2 \times 10^{11}$  тонн у рік), азот ( $2 \times 10^{11}$  тонн у рік) та фосфор ( $10^8$  тонн у рік).

Зараз обидва кругообіги протікають одночасно та тісно зв'язані між собою. Завдяки взаємодії різних груп живих організмів між собою та з навколишнім середовищем в екосистемах виникає певна та характерна кожному виду екосистем структура біомаси, створюється своєрідний тип потоку енергії та специфічні закономірності її передачі від однієї групи організмів до іншої, формуються трофічні ланцюги, що визначають послідовність переходу органічних речовин від одних груп живих організмів до інших.

Живі організми в біосфері ініціюють кругообіг речовин та призводять до виникнення *біогеохімічних циклів*. Пріоритетні дослідження біогеохімічних циклів були розпочаті В.І. Вернадським ще на початку 20-х років ХХ ст..

*Біогеохімічний цикл* можна визначити як циклічне, поетапне перетворення речовин та зміну потоків енергії з просторовим масоперенесенням, яке здійснюється за рахунок сумісної дії біотичної та абіотичної трансформації речовин. Біогеохімічні цикли становлять собою циклічні переміщення біогенних елементів: *вуглецю*, *кисню*, *водню*, *азоту*, *сірки*, *фосфору*, *кальцію*, *калію* та ін. від одного компоненту біосфери до інших. На певних етапах цього кругообігу вони входять до складу живої речовини.

Рушійною силою всіх речовин в біогеохімічних циклах є потік сонячної енергії або частково енергії геологічних процесів Землі. Витрати енергії необхідні і для переміщення речовин у біогеохімічних циклах, і для подолання біогеохімічних бар'єрів. Такими бар'єрами на різних рівнях виступають мембрани клітин, самі особини рослин і тварин та інші матеріальні структури. Переміщення речовин у біогеохімічних циклах одночасно забезпечує життєдіяльність живих організмів. Головними оціночними параметрами ефективності та напрямку роботи біогеохімічного циклу є кількість біомаси, її елементарний склад та активне функціонування живих організмів.

Просторове переміщення речовин у межах геосфер або, інакше кажучи, їхня *міграція* поділяється на п'ять основних типів:

1. *Механічне перенесення (іде без зміни хімічного складу речовин).*
2. *Водне (міграція здійснюється за рахунок розчинення речовин та їх наступного переміщення у формі іонів або колоїдів). Це один з найважливіших видів переміщення речовин у біосфері.*

3. **Повітряне** (перенесення речовин у формі газів, пилу або аерозолів із потоками повітря).
4. **Біогенне** (перенесення здійснюється за активної участі живих організмів).
5. **Техногенне**, що проявляється як результат господарської діяльності людини.

Інтенсивність кругообігу речовин в будь-якому біогеохімічному циклі є найважливішою характеристикою. Оцінки такої інтенсивності зробити непросто. Одним із найдоступніших індексів інтенсивності біологічного кругообігу речовин може служити співвідношення маси підстилки та іншого органічного опаду, який є в будь-якому біомі, та маси опаду, що утворюється за один рік. Чим більше цей індекс, тим, очевидно, нижче інтенсивність біологічного кругообігу. Реальні оцінки показують, що в тундрі значення цього індексу максимальні й, отже, тут мінімальна інтенсивність біогеохімічних циклів. У зоні тайги інтенсивність біологічного кругообігу зростає, а в зоні широколистяних лісів стає ще більшим. Найбільша швидкість кругообігу речовин реєструється в тропічних та субтропічних біомах: саванах та вологих тропічних лісах. В агроекосистемах біогеохімічний кругообіг йде інтенсивно, але якісні його параметри вже інші.

Живі організми біосфери ініціюють та реалізують велику кількість широкомасштабних фізико-хімічних процесів. Метаболізм живих організмів супроводжується серйозними змінами газового складу атмосфери. З атмосфери вилучаються або, навпаки, надходять до неї кисень, вуглекислий газ, азот, аміак, метан, водяна пара та багато інших речовин. Під впливом накопичення в атмосфері вільного кисню, який є продуктом життєдіяльності зелених рослин, на Землі почали переважати окислювальні процеси, які відіграють важливу роль в абіогенному та біогенному перетвореннях вуглецю, заліза, міді, азоту, фосфору, сірки та багатьох інших елементів. У той же час на планеті збереглися і відновні процеси, які здійснюють анаеробні організми. Результатом цих планетарних процесів є утворення таких суто біогенних покладів, як осадові гірські породи: *вапняки, фосфати, силікати, кам'яне вугілля* та ін. Всі вони – результат життєдіяльності живих організмів.

Аналізуючи біогеохімічні цикли, *В.І.Вернадський* виявив концентраційну функцію живої речовини. За рахунок реалізації цієї функції жива речовина вибірково поглинає з навколишнього середовища хімічні елементи. Якщо наша планета в цілому сформована зі сполук із заліза, нікелю, магнію, сірки, кисню в першу чергу, то за рахунок вибіркового поглинання та концен-траційної функції склад біомаси зовсім інший. Вона

утворена з вуглецю, водню при порівняно малій участі інших елементів (рис. 7.4.).

Хімічні елементи, що беруть переважну участь у побудові живої речовини та необхідні для його синтезу, отримали назву біогенних. Концентраційна функція тварин та рослин по-різному реалізується щодо різних їхніх видів. Принцип циклічності в перетвореннях та переміщенні речовин в біосфері є основоположним.

*Збереження циклічності – це умова існування біосфери.*

Введення в біосферу однонаправлених процесів, які здійснює людина при конструюванні техносфери та агросфери, виявляється для біосфери згубним та найбільш небезпечним.

Для біосфери характерна висока замкненість біогеохімічних циклів. Втрати речовин у них складають не більш 3 – 5%. Однак, всі біогеохімічні цикли дають деяку кількість "відходів". Такі природні відходи для біосфери не шкідливі. Вони є накопиченням у певній мірі інертних речовин, що акумулюються в атмосфері або тих, що надходять у літосферу у вигляді осадових порід. Більш того, відходи окремих біогеохімічних циклів є умовою виникнення та підтримки існування багатьох груп живих організмів. Так, біогенне походження має весь кисень атмосфери, що виникає як "відход" фотосинтетичного процесу. За рахунок відходів біогеохімічного циклу вуглецю в земній корі накопичилися великі запаси вуглецевміслювальних геологічних покладів: *кам'яного вугілля, нафти, вапняків*. Загальна кількість їх сягає  $10^{16}$  –  $10^{17}$  тонн.

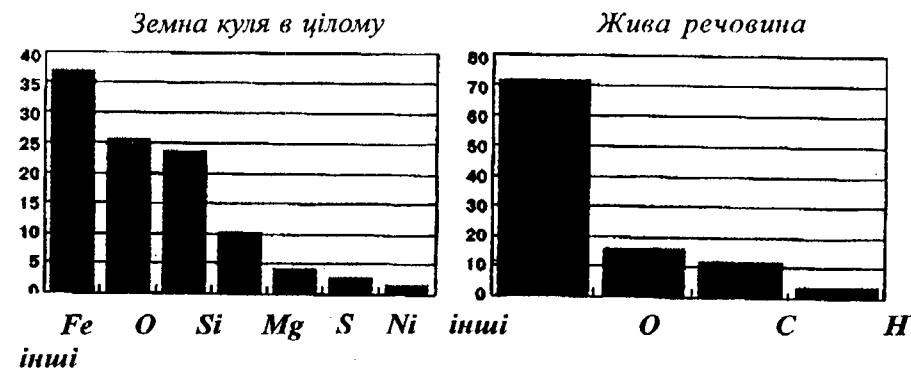


Рис. 7.4. Співвідношення хімічних елементів на Земній кулі та в живих організмах. Частка елементів, виражена у відсотках.

Біогеохімічні цикли еволюціонують разом з еволюцією біосфери. Реалізація окремих біогеохімічних циклів та накопичення відходів є основою виникнення біогеохімічних циклів нового типу або ускладнення вже існуючих. Так, накопичення в атмосфері вільного кисню створило передумову виникнення великої групи організмів, які використовують вільний кисень для дихання. Процеси хімічного біогенного окислення стали складовою частиною біогеохімічних циклів.

- ❗ *Центральне місце в біосфері посідають біогеохімічні цикли: вуглецю, води, азоту та фосфору. Ці цикли в найбільшій мірі зазнали трансформації при формуванні техносфери та агросфери, і вивчення їх стало важливою задачею екології.*

**Біогеохімічний цикл вуглецю** базується на атмосферному депо, яке утримує його в кількості, приблизно рівній 700 млрд. тонн у формі вуглекислого газу (рис. 7.5.). Цей цикл ініціюється фотосинтезом та диханням. Обидва процеси йдуть так інтенсивно, що у рослин та тварин на долю вуглецю припадає до 40 – 50% загальної маси. Залишки відмерлих рослин та тварин сприяють утворенню гумусу. Аналогічно утворюється й торф. У цих двох формах вміщується до 99% вуглецю нашої планети. Швидкість кругообігу вуглецю обчислюється в середньому від 300 до 1000 років.

Утворення техносфери суттєво змінило цей цикл. Зараз антропогенне надходження вуглекислого газу в атмосферу зросло більше природного на 6 – 10%. Це пов'язано головним чином з вирубкою лісів та заміною

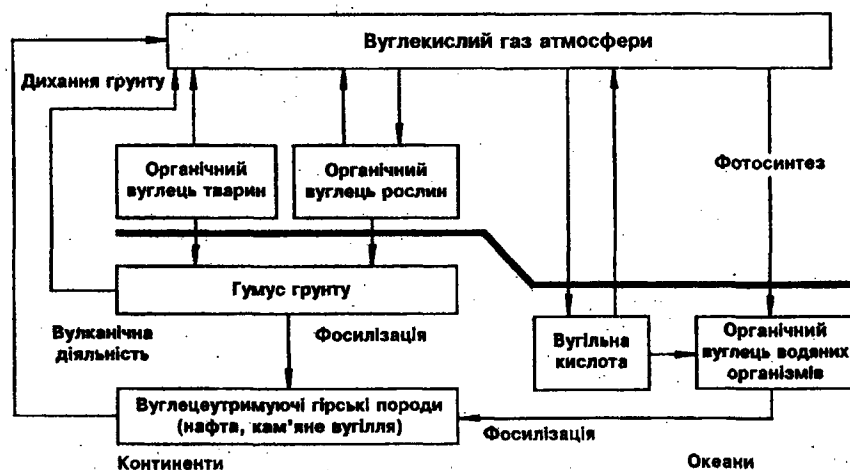


Рис. 7.5. Біогеохімічний цикл вуглецю.

їх менш продуктивними агроценозами. Певний внесок робить і промисловість та всі виробництва, які пов'язані зі спалюванням палива.

**Біогеохімічний цикл азоту.** Це один із найбільш швидких кругообігів речовин (рис. 7.6.). Реалізується він в основному за рахунок діяльності різних груп живих організмів і, в першу чергу, при активній участі мікробів. Основним депо азоту є газоподібний азот атмосфери. Його зв'язування здійснюється вільно існуючими азотофіксаторами (*Agrobacter*, *Clostridium*, *Nostoc*, *Rhizobium*). Органічні речовини, які вміщують зв'язаний азот, мінералізуються за рахунок амоніфікації та нітрофікації, що робить доступним для вищих рослин нітратний та амонійний азот. Загальні оцінки фіксації атмосферного азоту суперечливі і в середньому для планети складають від 100 – 170 мг/м<sup>2</sup> на рік до 1 – 20 гр/м<sup>2</sup> на рік. Це відповідає приблизно 126 млн. тонн азоту в рік.

В антропогенну епоху на кругообіг азоту великий вплив має виробництво синтетичних азотних добрив. Воно полягає у зв'язуванні азоту повітря та поетапного його перетворення спочатку в аміак, потім в азотну кислоту, необхідну для отримання нітратів. Цей процес став широкомасштабним та залучив у біогеохімічний цикл азоту з атмосферного депо велику його кількість. Введення антропогенного азоту в його біогеохімічний цикл дорівнює  $6,4 \times 10^7$  тонн азоту в рік.

З усіх синтетичних мінеральних добрив азотні добрива вимагають

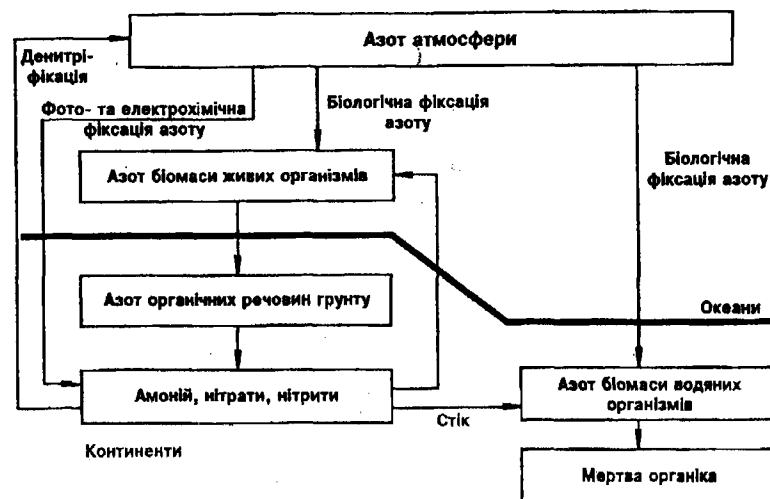


Рис. 7.6. Біогеохімічний цикл азоту.

найбільш енергетичних витрат при їх виробництві і тому є найдорожчими. Однак в сільському господарстві не розроблені технології безвідходного застосування азотних добрив. Нітрати не повністю використовуються культурними рослинами і суттєво забруднюють ґрунтові води та водойми.

! Проблема нітратного забруднення навколишнього середовища в наш час стала однією з найбільш актуальних.

**Біогеохімічний цикл фосфору.** Цей цикл має найбільш простий характер (рис. 7.7.). Основний запас фосфору зосереджений на планеті у вигляді гірських порід та мінералів. При їх вивітрюванні утворюються фосфати, які використовуються рослинами для побудови органічних речовин свого тіла. Після відмирання рослин фосфор мінералізують мікроорганізми – редуценти. Втрати фосфору з біогеохімічного циклу пов'язані в основному з винесенням фосфору в моря та океани. Звідти назад на суходіл він може потрапити тільки через рибу або гуано.

Фосфорні добрива виробляють в основному з гірських порід. Таке переведення фосфору з депо в активну частину біогеохімічного циклу так само, як у випадку з азотом, має негативні наслідки. Не використаний культурними рослинами фосфор у результаті вітрової ерозії надходить

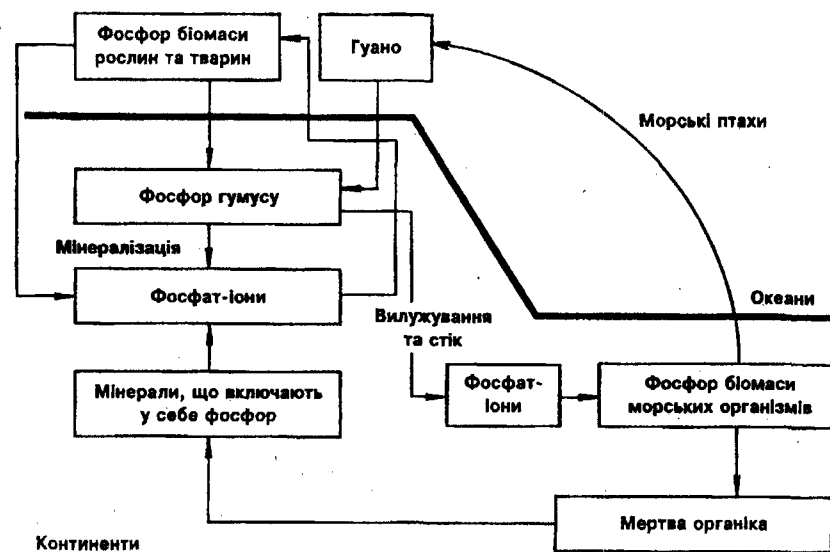


Рис. 7.7. Біогеохімічний цикл фосфору.

до водойм, що призводить до евтрофікації.

! Особливістю природних екосистем є повторне використання біогенних речовин. Хоча в біогеохімічних циклах деякі з таких елементів і губляться, надходячи в депо, і робляться недоступними для рослин, у природних екосистемах масштаб цих процесів незначний.

Антропогенне природокористування вносить у біогеохімічні цикли чимало перешкод. Так, поширеність процесів спалювання палива, в т.ч. і для потреб сільськогосподарського виробництва, призводить до надходження до атмосфери близько 20 млрд. тонн вуглекислого газу та 700 млн. тонн інших газів і твердих часток. Самі вирубки лісу призводили тільки на території СРСР до винесення з екосистем лісу до 1,2 – 5 тис. тонн фосфору, 6 – 20 тис. тонн азоту та 1,2 – 6 тис. тонн кремнію. Перенесені в урбанізовані райони або в агроекосистеми, ці речовини виявляються або зовсім, або тимчасово виключеними з природного їх кругообігу. Ці процеси, по суті, ведуть до появи нового техногенного типу кругообігу хімічних елементів.

## 7.6. Стабільність біосфери. Ноосфера, управління біосферою

Біосфера володіє потужною буферною дією щодо багатьох зовнішніх впливів. Це забезпечує загальну стійкість та створює сприятливі стабільні умови існування організмів. У межах біосфери пом'якшується дія вітру, посушливість повітря та ґрунту, підтримується певне співвідношення між концентрацією кисню та вуглекислого газу в атмосфері, звужується амплітуда коливань температури. Але всі ці якості біосфери не можуть протистояти нерозумним діям людини і різко падають при антропогенних впливах. Так, посухи порівняно безпечні для природних екосистем, але вони завдають відчутні збитки агроекосистемам.

! Зберегти ґрунтово-кліматичні умови великих регіонів планети та забезпечити їх стійкість можна тільки при наявності в цих регіонах досить великих за площами природних біомів.

Для стійкості біогеохімічних циклів велике значення мають депо біогенних хімічних речовин в ґрунті. Ґрунт – це зовсім особливе за своїми властивостями природне тіло. У біосфері ґрунт виконує безліч специфічних функцій. Він забезпечує рослини всіма необхідними поживними речовинами, утримує в собі велику кількість вологи, перешкоджає її швидкому стоку до рік. У сільському господарстві ґрунт є компонентом виробництва.

Ґрунти в різних біомах та різних природних зонах досить сильно відрізняються між собою. У помірних широтах властивості ґрунтів такі,

що гумус добре утримує катіони та аніони біогенних елементів, їх вивільнення йде поступово і це забезпечує збереження родючості ґрунту на довгий час, а також створення біологічної продукції. На противагу цьому, в тропіках, завдяки високій температурі та вологості, мінералізація йде досить швидко. Вилужування ґрунтів та вимивання з них іонів мінеральних речовин проходять досить активно. Тому агроєкосистеми тропічних широт порівняно з екосистемами помірних зон більш вразливі та швидше деградує. Цей процес тут часто завершується запуском деградації та виключенням територій із сільськогосподарського використання.

Важливими учасниками біогеохімічних циклів є ґрунтові мікроорганізми. Ґрунт одночасно служить депо для багатьох речовин, за рахунок якого гасяться флуктуації, що виникають при переході речовин з однієї ланки біогеохімічного циклу до другої. Особливо важливий щодо цього гумус ґрунту. У ньому продукти розкладу органічних речовин утримуються тривалий час. Наприклад, у дерново-підзолистому ґрунті об'єм можливих нових включень органічної речовини складає 300 кг/га, в чорноземах – 160 кг/га. Чимало речовин, що надходять до ґрунту, можуть утримуватися в ньому за рахунок адсорбції та інших фізико-хімічних процесів. Ємність ґрунтів за рахунок такого типу поглинання сягає 225 кг/га на рік.

Екологічне нормування повинне базуватися на аналізі властивостей екосистеми, найважливішою з яких є **стійкість до зовнішнього впливу**. Вплив великомасштабних змін навколишнього середовища на живі організми, безумовно, відбивається на стійкості екологічних систем, до яких входять ці організми.

Слід мати на увазі, що екологічні системи, так само як і окремі види організмів, були об'єктом тривалого еволюційного процесу, у ході якого менш стійкі системи зникали і зберігалися тільки ті екологічні системи, стійкість яких стосовно коливань зовнішніх чинників була досить високою.

Загалом стійкість біологічних систем можна охарактеризувати як внутрішню притаманну біосистемі здатність підтримувати на визначеному рівні протягом тривалого часу свої основні параметри та відновлювати їх після порушень. Кількісно оцінити стійкість досить складно, але вченими були відзначені деякі закономірності в здатності екосистем підтримувати свій рівноважний стан:

⇒ *Стійкість угруповання тим вища, чим більший час воно може існувати, не зазнаючи значних змін.*

⇒ *Більш стійкі угруповання повинні мати більшу різноманітність*

*життєвих форм і екологічних ніш.*

У результаті впливу екологічних чинників успіх живих організмів у боротьбі за існування визначається значною мірою їхнім пристосуванням до умов, які сприяють підтриманню стійкості екологічних систем. У зв'язку з цим природний добір має тенденцію до збереження організмів, еволюція яких підвищує стійкість екологічних систем.

Думка про роль людства, яке перетворює біосферу на базі наукових знань на благо кожної людини, не залишала В. І. Вернадського весь останній період його життя.

*Ноосфера є новим геологічним явищем на нашій планеті. У ній уперше людина стає найбільшою геологічною силою. Вона може і повинна перебудувати свою працю і думкою ширину свого життя.*

В.І. Вернадський

**\* Ноосфера** (від грецьк. *ноос* – розум) – це сфера взаємодії суспільства й природи, у межах якої розумна діяльність є головним, визначальним чинником розвитку.

У понятті *ноосфери* підкреслюється необхідність доцільної взаємодії людства та природи. На думку В. І. Вернадського, відношення суспільства до природи зумовлене не тільки науково-технічними досягненнями, а й соціальними чинниками.

Поняття «*ноосфера*» вперше вжив у 20-і роки ХХ ст. французький палеонтолог і філософ *Тейяр де Шарден*. У його розумінні *ноосфера* – ідеальна, духовна («мисляча») оболонка Землі, що виникла з появою і розвитком людської свідомості. В. І. Вернадський вважав, що головна сила перетворення біосфери в ноосферу в інтересах людства – це поєднання розуму з ідеалами демократії.

Вихід з екологічної кризи може бути тільки у використанні розуму людства (у вигляді суми знань і технологічних розробок) не лише для експлуатації природних ресурсів, а й для їхнього збереження і примноження.

На жаль, наявна екологічна ситуація не може бути змінена природними системами регуляції, що еволюційно сформувалися на різних рівнях організації живої матерії. Вирішення проблеми передбачає активне регулююче втручання людини в біосферні процеси, аж до спрямованого контролю чисельності та біологічної активності економічно значущих видів і формування штучних екосистем із заданими властивостями. В основі вирішення цього завдання повинні лежати глибокі знання природних законів формування й функціонування біологічних систем різного рангу.

- Тільки на базі пізнання фундаментальних екологічних закономірностей, з використанням сучасних наукових і технічних досягнень вдасться сконструювати систему гармонійної взаємодії людства і живої природи.

В.І.Вернадський, як вчений-матеріаліст, визначив місце людини у біосфері трьома положеннями:

1. Людина, як вона спостерігається в природі, як і всі живі організми, як і вся жива речовина, є певною функцією біосфери, в певному її просторі – часі.

2. Людина у всіх її проявах становить певну закономірну частину будови біосфери.

3. “Вибух” наукової думки в ХХ ст. підготовлений усім минулим біосфери і має глибинні корені. Цивілізація “культурного людства”, – оскільки воно є формою організації нової геологічної сили, створеної у біосфері – не може перериватися і знищитися, оскільки це велике природне явище, яке відповідає історично, точніше, геологічно, встановленій організованості біосфери.

Ці ідеї покладені в основу закону ноосфери В.І. Вернадського:

- \* Біосфера неминує перетвориться в ноосферу, тобто, сферу, де людський розум буде відігравати домінуючу роль в розвитку системи “людина-природа”.

Розглядаючи людину і біосферу як єдине органічне ціле, В.І. Вернадський пов’язував злеті в історії цивілізації з народженням біосферою можливостей, здатних робити прориви в її території: через століття повторюються періоди, коли згромаджуються в одному або небагатьох поколіннях, в одній або багатьох країнах багато обдарованих особистостей, розуми яких створюють силу, що змінює біосферу.

Розквіт стародавніх цивілізацій Китаю та Індії, Еллади та Риму, італійське Відродження, промислова революція середини ХІХ і науково-технічна революція середини ХХ ст. є підтвердженням думок вченого. Слід відзначити, що ноосферні ідеї стали швидко захоплювати екологічне мислення. В 1948 р. американський біогеохімік Г.Е. Хатчинсон в одній зі своїх статей наголошував: “еколог має довести, що догляд за біосферою і підтримка її в доброму стані є такою ж цікавою і важливою справою, як ремонт власного радіоприймача чи автомобіля”.

Повне домінування людини над природою неможливе; воно не було б ні міцним, ні стабільним, оскільки людина – дуже залежний хижак, який займає надто “високе” місце у кормовому ланцюзі. Було б куди краще, якби людина зрозуміла, що існує деяка екологічна залежність,

в умовах якої вона має розуміти світ із багатьма іншими організмами, замість того, щоб дивитися на кожний квадратний сантиметр як на можливе джерело їжі і благополуччя або як на місце, на якому можна спорудити щось штучне (Ю. Одум). Якщо поведінка людини насправді “розумна”, то зрозуміло, що людина має:

- ⇒ вивчити і зрозуміти форму власного популяційного росту;
- ⇒ визначити кількісно оптимальні розміри і конфігурації населення в зв’язку з ємністю даної області, що дає змогу їй бути готовою до прийняття “культурної регуляції” там, де природна регуляція не діє.

Діалектична взаємодія суспільства і біосфери в ході історичного прогресу людства поступово перетворюється на управління спочатку окремими елементами біосфери, потім її частинами і, нарешті, всією біосферою у планетарному масштабі. До практичного розв’язання останнього завдання людству ще далеко, але в теоретичному плані воно актуальне вже тепер.

- Без знання законів функціонування і розвитку екосистем неможливий перехід від стихійного впливу людини на біосферу до свідомого управління нею.

Теоретична думка, як бачимо, націлена не на руйнування, а на збереження середовища життя людини, яка, як розумна істота, навряд чи погодиться піти на самознищення.

Тому наш час планетарних потрясінь є й часом становлення екологічної самосвідомості людини. М.К. Періх (1874-1947), який вмів відчувати природу планети усім своїм єством, писав, що, на жаль, міркування ощадливого ставлення до природи не можна ні нав’язати, ні прищепити силою; лише само по собі воно може увійти в ужиток кожного і стати непомітним, але надмірним стимулом творчості. В цих словах закладена величезна сила творення розумної біосфери – ноосфери. І про це мають дбати як послідовники матеріаліста В.І. Вернадського, так і послідовники ідеаліста П.Тайяра де Шардена.

## Резюме

- Біосфера має довгу історію, тісно пов’язану з еволюцією Землі, яка тривала понад 3 млрд років.
- Біосфера охоплює три геологічні сфери – частини атмосфери й літосфери та всю гідросферу. Межі біосфери визначаються межами поширення й активної роботи живої речовини.

- ③ Поняття “жива речовина” ввів у науку В.І. Вернадський і розумів під ним сукупність усіх живих організмів планети.
- ④ Існування життя на Землі залежить не лише від потоку енергії, а й від кругообігу речовин у біосфері.
- ⑤ Сучасний стан біосфери В.І. Вернадський назвав ноосферою, тобто якісно новим станом біосфери, перебудованої розумом людини та її працею.

### **? Питання для роздумів, самоперевірки, повторення**

1. Що таке жива речовина?
2. Які сутнісні характеристики визначають феномен біосфери Землі?
3. У чому полягає роль біогеохімічних функцій живого в організованості біосфери?
4. Що виражає закон біотичного кругообігу?
5. Чим принципово відрізняється тлумачення біосфери та ноосфери в працях В.І. Вернадського?
6. Коли виникла біосфера Землі?
7. Чому є необхідним комплексний підхід у пізнанні біосфери?
8. Що Ви знаєте про життя і діяльність В.І. Вернадського вплив на розвиток екології?
9. Яке значення мають відходи біогеохімічних циклів для живих організмів?
10. Які речовини входять до складу біосфери?
11. Як Ви ставитесь до тези: турбота про природу – це турбота про людину?

### **План семінарського заняття (2 год.)**

1. Вчення Вернадського В.І. про живу речовину і її роль в еволюції біосфери.
2. Думки В.І. Вернадського про сутність життя та його появу на Землі.
3. Значення вчення Вернадського В.І. про біосферу для становлення сучасної біосферної природоохоронної концепції і формування системи природоохоронних наук.
4. Ноосфера – якісно новий стан у розвитку біосфери і завдання глобального екологічного моніторингу.



### **Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт**

1. Поняття про біосферу.
2. Структура біосфери.
3. Жива речовина.
4. Розподіл життя у біосфері.
5. Енергетичний баланс біосфери.
6. Антропогенний вплив на природні цикли біогенних елементів.
7. Обговоріть проблему «шкідливих» та «корисних» видів живих організмів в біосфері.



### **Завдання, вправи, тести**

1. Наведіть докази цілісності біосфери.
2. Обговоріть проблему збереження цілісності озонового екрану. Які заходи, на Вашу думку, слід зробити?
3. Розгляньте потік енергії в окремій водоймі, складіть схему.
4. Обговоріть рівень замкненості біогеохімічних циклів. Чи всі вони замкнені?
5. Обговоріть суть поняття «демографічний вибух» та дайте оцінку подальшій і перспективі росту чисельності населення Землі.
6. Коли виникла біосфера (необхідне підкреслити)?
 

а) 2 млн. років;	б) 6 млрд. років;
в) 3 млрд. років;	г) 4,5 млрд. років.
7. Який фактор на Землі змінив її атмосферу з відновлюваної в кисневу (необхідне підкреслити)?
 

а) великий (геологічний) кругообіг;
б) вплив сонячної радіації;
в) поява і розмноження автотрофних водоростей;
г) виникнення квіткових рослин.
8. Як відбуваються кругообіги макроелементів в біосфері (на прикладах конкретних елементів)?
9. Визначте, який процент планетарної продукції використовує сьогодні людина і чи порушила вона закон одного процента (вихідні дані для розрахунків на рівні 1970 і 2000 років у тоннах сухої органічної речовини наведено в таблиці).



Показник	Роки	
	1970	2000
<i>Біомаса:</i>		
<i>біосфери</i>	$2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
<i>людства</i>	$52 \cdot 10^6$	$60 \cdot 10^6$
<i>сільськогосподарських тварин</i>	$265 \cdot 10^6$	$300 \cdot 10^6$
<i>Річна споживана біомаса:</i>		
<i>сільськогосподарських рослин</i>	$1\,200 \cdot 10^6$	$1\,500 \cdot 10^6$
<i>тварин суші</i>	$72 \cdot 10^6$	$80 \cdot 10^6$
<i>водяних тварин</i>	$17 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$
<i>Річна біомаса ділової деревини, що добувається</i>	$2\,000 \cdot 10^6$	$3\,000 \cdot 10^6$

10. Зробіть розрахунки завдання 4 за даними поточного року. За процентами споживаної людиною продукції (в 1970, 2000 й поточному роках) побудуйте графік змін інтенсивності використання людиною продукції біосфери та проаналізуйте його.

11. Підготуйте і проведіть дискусію про можливості створення класичної ноосфери.

## ТЕМА 8

### Екологія і практична діяльність людини



Погіршення стану більшості екосистем біосфери, істотне зменшення біопродуктивності й біорізноманітності, катастрофічне виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів за небаженої забрудненості поверхні Землі, гідросфери і атмосфери пов'язані з інтенсивним зростанням чисельності населення планети та розвитком науково-технічного прогресу протягом останніх 50 років. Саме необхідність задоволення дедалі більших потреб людського суспільства призвела до гігантського розширення масштабів господарської діяльності, змін у пропорціях світового господарства, у виробничих потужностях, техніці й технологіях, асортименті продукції, виробничому й особистому споживанні. Моделі виробництва й споживання, що склалися в світі, перестали відповідати умовам нормального співіснування людини й природи.

#### СУТТЄВО!

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

Знати

- шляхи впливу людського суспільства на навколишнє природне середовище;
- джерела екологічної кризи та її вплив на біосферу;
- природні небезпечні явища і процеси;
- техногенні небезпечні явища і процеси;
- екологічно особливо небезпечні процеси.

Вміти

- назвати, якими речовинами забруднюється атмосфера, гідросфера та ґрунти;
- вміти назвати категорії антропогенних забруднювачів та основні види забруднення природного середовища;
- перерахувати райони та випадки екологічного лиха, вказати на їхні причини та наслідки;
- дати визначення поняттям «екологічна катастрофа» та «екологічна небезпека» відповідно до законодавства України;
- назвати основні механізми деградації біомів та вимирання окремих організмів;
- дати опис механізму та причин евтрофікації водойм;

- ↪ пояснити різницю між точковими та неточковими джерелами забруднення;
- ↪ пояснити, чому миючі засоби, що вміщують фосфор, завдають шкоди природному середовищу;
- ↪ перерахувати прямі та опосередковані фактори вимирання видів рослин та тварин та навести приклади;
- ↪ назвати канали несприятливої дії на природне середовище воєнної промисловості та локальних воєн.



#### Ключові поняття та терміни

- науково-технічний прогрес
- екологічна криза
- джерела екологічної кризи
- екологічні проблеми
- деградація біосфери
- екологічна катастрофа
- гранично допустима концентрація
- екологічна безпека
- природні небезпечні явища
- техногенні небезпечні явища

#### □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 8.1. Науково-технічний прогрес та проблеми екології.
- 8.2. Джерела екологічної кризи та її вплив на біосферу. Техногенно-екологічна безпека України.
- 8.3. Форми та механізми деградації біосфери. Вплив промислового та сільськогосподарського виробництва на біосферу.
- 8.4. Природні небезпечні явища і процеси.
- 8.5. Техногенні небезпечні явища і процеси.
- 8.6. Екологічні особливо небезпечні процеси.
- 8.7. Екологічна безпека як основа сталого розвитку.

### 8.1. Науково-технічний прогрес та проблеми екології

В історії виробничої діяльності людства зазвичай виділяють чотири головних етапи:

- 1) збирання та мисливства, що зайняло приблизно 4 тис. років. Примітивні людські спільноти, що знаходилися на цьому етапі розвитку, існували в єдності з природними екосистемами;
- 2) землеробства та скотарства, коли розвиток цивілізації став базуватися головним чином на використанні живої речовини, що

вироблялася в штучних чи напівштучних екосистемах. Цей перехід до виробничих форм господарювання отримав назву «неолітичної революції» та вимагав вирішення таких великих проблем, як одомашнення тварин та введення в культуру рослин;

3) промислового виробництва, зорієнтованого на широке споживання невідтворних ресурсів та енергії. Впродовж цього етапу тиск, що спричинювало людське суспільство на природне середовище, безперервно зростає.

Лише з середини ХХ ст. світовий національний продукт зріс у 5 разів, людство опанувало ядерною енергією та способами синтезу багатьох речовин. Стрибкоподібно збільшилося використання нафти та виробництва низки товарів (табл. 8.1.). Паралельно до цього йшла деградація біосфери, було втрачено близько 20% родючих ґрунтів, в атмосфері зріс вміст вуглекислого газу, з'явилися «діри» в озоновому екрані планети, всюди стали звичайними кислотні опади, скоротилася ресурсна база, катастрофічно забруднилися усі геосфери планети різного роду відходами та викидами;

Таблиця 8.1.

Об'єми товарів на світовому ринку в млн. т або в млн. шт.  
(за М. Алленом, 1991).

Роки	Нафта	Автомобілі	Чавун	Пшениця	Добрива
1900	0,025	—	70,0	69,0	—
1920	5,6	—	80,0	105,0	—
1940	20,0	5,0	95,0	140,0	31,0
1960	125,0	16,4	336,0	250,0	62,0
1980	260,0	30,0	716,0	445,0	210,0

4) інформаційне суспільство, що об'єднане комп'ютерними технологіями та робить спроби переходу до ноосферної діяльності.

К. Ріттер в 30-ті рр. минулого століття одним із перших назвав Землю «загальнолюдським домом». Однак, благополуччя в цьому «домі» має досить довгу історію. Це історія попереджень, які не були почуті, історія науково-технічного прогресу будь-якою ціною, історія самоосліплення людства уявною могутністю своїх можливостей «перетворення» природи.

Розвиток деградаційних процесів на планеті передбачався давно. Великий мислитель Ібн Сіна (Авіцена) ще десять століть тому зрозумів,

що хід суспільного розвитку та господарської діяльності згубний для природи та небезпечний для людства. Особливо численними стали застереження щодо деградації природи планети у другій половині нашого століття. Приблизно чверть століття тому, в 1972 р., Римський клуб надрукував тривожний прогноз розвитку людської цивілізації *“Межі зростання”*, зроблений в Массачусетському технологічному інституті (США) групою фахівців під керівництвом Д. Медоуза, де передбачалася деградація природного середовища. Пізніше Д. Медоуз підготував та видав нову книгу *“За межами зростання”*, в якій дав аналіз системи *«людство – природне середовище»* на основі матеріалів 1970 – 1990 рр., де також свідчилося про глобальну екологічну кризу. Але усі ці застереження майже не мали відповідних дій. Член Ірландської партії зелених *Пітер Емерсон* (1991) вважав, що усі соціально-економічні системи, випробувані людством за весь час його існування, базувалися на пріоритеті *«споживання»* і тому виявилися ворожими природі.

Каналів впливу людства на навколишнє середовище чимало (рис. 8.1.). Це безпосередній вплив людини як біологічної істоти на середовище (використання кисню на дихання, використання біомаси рослин та тварин у їжу та ін.), а також численні прямі та опосередковані зміни, що виникають як віддалені та є не завжди явними наслідками виробничої діяльності людини.

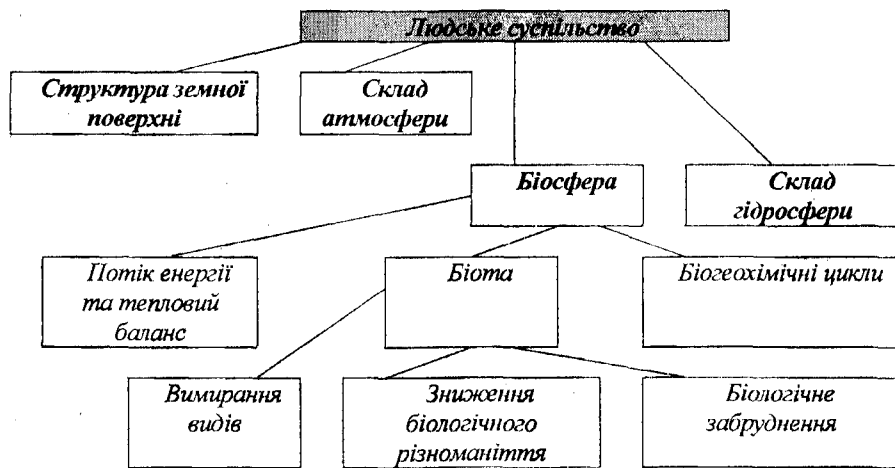


Рис.8.1. Шляхи впливу людського суспільства на навколишнє природне середовище.

Деградація природного середовища здійснюється під впливом негативної дії двох типів:

- ⇒ порівняно незначних за силою, але тривалих за часом;
- ⇒ разових катастрофічних, що мають місце при аваріях та небезпечних не тільки своєю потужністю, але й несподіваністю та різкістю дії.

Протягом другої половини ХХ ст. зібралось достатньо прикладів негативної дії на біосферу антропогенних впливів. Однак, для широких верств населення вагомими сигналами неблагополуччя природного середовища та господарської діяльності є екологічні катастрофи, за яких стан довкілля стрибкоподібно змінюється в несприятливий бік.

У населення України велику тривогу в свій час викликала чернівецька ситуація. В м. Чернівці в 1988 – 1989 рр. стало швидко розвиватися масове тяжке захворювання дітей, що супроводжувалося випаданням волосся, враженням нервової системи та дихальних шляхів. Причина захворювання була віднесена на рахунок забруднення навколишнього середовища талієм та частково бором в результаті разового промислового викиду, але моральні та матеріальні збитки міста були незліченні.

Не менш сумну славу має *«кірішінський синдром»*. В м. Кіріші, що знаходиться на північному сході Росії, виникло масове захворювання мешканців. Воно було викликане викидами збудованого тут біохімічного виробництва мікробіологічного білку – папріну, або БВК (білково-вітамінний концентрат). Виробництво БВК має досить довгу історію. Вперше мікробний синтез білку за рахунок грибків з роду *Sapina* був здійснений у Німеччині ще в часи Першої світової війни. Пізніше ця технологія отримала певне поширення в США та Великобританії. У колишньому СРСР виробництво БВК було розпочате у 80-х рр. ХХ ст. на основі рідких парафінів нафти, метанолу та природного газу і сягало більше 1 млн. тонн БВК (папріну) в рік. Але це виробництво було екологічно таким брудним, технологія та техніка безпеки порушувалися настільки грубо, що викиди дрібнодисперсного папрінового пилу в атмосферу виявилися практично неминучими. Його вплив на органи дихання людини вкрай несприятливий і веде до розвитку тяжких алергічних астмоподібних захворювань, що нерідко закінчуються смертю. Усі біотехнологічні виробництва мають підвищену небезпечність, оскільки для їх здійснення методами генної інженерії почали створювати особливі штами мікроорганізмів. Вириваючись *“на волю”*, вони можуть ставати набагато небезпечнішими, ніж хімічні або радіоактивні забруднювачі.

Моделями найбільш великих екологічних катастроф виявилися Чорнобильська аварія, Аральська екологічна криза, війна в Ірані. Нажаль, число та частота великих екологічних катастроф у світі зростають: за десятиріччя з 1960 до 1970 р. їх трапилося 14, а за десятиріччя з 1980 до 1990 р. таких катастроф зареєстровано вже 70. Тільки протягом одного 1989 р. у світі трапилося 1773 великі аварії з викидами нафти та різних токсичних речовин у навколишнє середовище. Почали реєструватися техногенні землетруси (Німеччина, Білорусь та ін.), що виникли в результаті виробки гірських порід, нафти або газу, заповнення водосховищ, заповнення пластів гірських порід промисловими стічними водами, або відкачування таких вод. Середовище, що нас оточує, стає все більш ненадійним.

*\* Однак, головна небезпека для людства полягає не в окремих екологічних катастрофах, якими б трагічними вони не були, а в поступовій деградації природного середовища під впливом немовби малопомітних результатів виробничої діяльності.*

## 8.2. Джерела екологічної кризи та її вплив на біосферу. Техногенно-екологічна безпека України

*\* Глибоке порушення природної екологічної рівноваги та напружений стан взаємин між людиною та природою, що пов'язане з невідповідністю виробничих сил та виробничих відносин в людському суспільстві ресурсним можливостям біосфери, називають екологічною кризою.*

Кризи за своєю природою зворотні, тоді як перехід кризових явищ в екологічну катастрофу означає незворотний характер змін, що відбулися.

В Україні розрізняють дві категорії регіональних несприятливих екологічних ситуацій:

*«Екологічна катастрофа, в результаті якої гине велика кількість живих організмів і це веде до економічних збитків;*

*«Екологічна небезпека, при якій з'являються ознаки несприятливих змін, що ставлять під загрозу здоров'я людини, стан природних об'єктів та господарську діяльність.*

Техногенний тип розвитку цивілізації в умовах швидкого зростання населення вимагає залучення до виробничих процесів все більшої кількості природних ресурсів. Так, тільки з 1958 до 1986 р. у світі було використано 117 млрд. тонн викопного палива, яке є невідновним ресурсом. Для видобування викопного палива та руд здійснюються

великомасштабні втручання в геосферу планети. В одному тільки колишньому Радянському Союзу в рік видобувалося більше 1 млрд. тонн гірської породи, корисна частина якої складала менш ніж 20%. Відсуваються ці процеси й в інших країнах світу. У результаті порушуються геологічні структури масивів гірських порід, виникають кар'єрно-відвальні комплекси, хвосто- та шламосховища, рови. Змінюється ландшафт величезних територій.

У світі зареєстровано більш ніж 9 млн. видів штучно отриманих хімічних речовин. Близько 300 тис. видів їх надходить у продаж. Величезні масштаби отримав штучний синтез органічних речовин: у 1950 р. світова промисловість виробляла їх 7 млн. тонн, а у 1985 р. вже 250 млн. тонн. Асортимент штучних органічних речовин перевищує 2 млн. назв. Багато з них токсичні для живих організмів, але гранично допустимі концентрації (ГДК) розроблені тільки для 4,5 тис. з них. ГДК для речовин, що токсичні для рослин та тварин, не розроблюються взагалі. Для більшості забруднюючих речовин відсутні методи реєстрації їхньої наявності в природному середовищі.

Широкомасштабне споживання ресурсів та матеріалів веде до зростання кількості відходів. У середньому в промисловості тільки 1 – 1,5% споживаних ресурсів включається в кінцевий корисний продукт. Решта – це відходи, що забруднюють природне середовище. Загальний їхній об'єм в світі оцінюється в 600 млн. тонн на рік. Високовідходним є сільське господарство та промисловість.

Д. Тірпак (1991) вважав реальним тільки дві вірогідні моделі виходу з екологічної кризи. Одна відповідає світу, що поволі змінюється, з поступовим наростанням деградації природного середовища та небезпечним загостренням на цьому ґрунті соціальних протиріч. Друга – світу, що швидко змінюється, з форсованою конверсією усіх виробництв та регулюванням народжуваності. Ніякої відстрочки в прийнятті рішень природа не дає. Вже в наш час перед людством повстали екологічні проблеми, що вимагають прийняття термінових заходів. До них належать:

- ✂ Забруднення природного середовища відходами промислового та сільського виробництва;
- ✂ Потепління клімату та викликане цим підняття рівня Світового океану;
- ✂ Кислотні опади;
- ✂ Запустелювання великих територій;
- ✂ Швидкі темпи зниження біологічного різноманіття, вирубка лісів та втрата цілих екосистем.

Зрозуміти природу екологічної кризи в цілому й в окремих її проявах та зробити висновки з допущених прорахунків розвитку, скоригувати

розвиток економіки, політики та культури – ось основні задачі, які мають вирішувати люди всієї планети. У протилежному випадку екологічна криза переросте в незворотну екологічну катастрофу з повним руйнуванням біосфери.

Основні напрями державної політики щодо забезпечення техногенно-екологічної безпеки України базуються на затверджених постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. за № 188/98-ВР “Основних напрямках державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки” (далі – “Основні напрями”), розроблених відповідно до статті 16 Конституції України, якою визначено, що забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, збереження її генофонду є обов’язком держави.

В “Основних напрямках” теперішня екологічна ситуація в Україні характеризується як кризова, яка сформувалась через нехтування об’єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу країни, що призвело до структурних деформацій галузей економіки. Перевага надавалась розвитку сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Крім того, економіці України притаманна висока питома вага ресурсо- та енергомістких технологій, що забезпечувало «випуск» великої кількості відходів, які, як правило, не очищувались і не утилізувались, а складувались на звалищах, в териконах, хвостосховищах тощо. Це було можливим через відсутність ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування та без урахування вимог охорони навколишнього природного середовища.

### 8.3. Форми та механізми деградації біосфери.

#### Вплив промислового та сільськогосподарського виробництва на біосферу

Сучасне виробництво – це, перш за все, гігантський споживач. Та матеріальне виробництво неминуче супроводжується утворенням речовин, що є побічним результатом тієї чи іншої технології. Виникають відходи і в процесі споживання виробленої продукції.

Споживацька концепція виробництва призвела до того, що відходи та побічні продукти, незалежно від їхньої шкідливості, протягом багатьох десятиліть просто викидалися в навколишнє середовище. Тільки починаючи з другої половини ХХ ст. стали застосовувати різні засоби для зв’язування та знешкодження промислових, сільськогосподарських

та побутових відходів. У країнах Європейського Союзу відходи розділяють на три категорії:

⇒ «зелені» – безпечні;

⇒ «жовті» – шкідливі, і на їхнє складування потрібен спеціальний дозвіл;

⇒ «червоні» – дуже небезпечні, що знаходяться під суворим контролем.

Але далеко не всі сучасні промислові та сільськогосподарські технології передбачають знешкодження відходів, а якщо й передбачають, то найчастіше ефективність цього процесу низька.

#### Види антропогенного забруднення навколишнього середовища

→ **хімічне**, що зводиться до надходження до навколишнього середовища різноманітних ксенобіотиків

→ **фізичне**, до якого відносять знищення територій, шумові перешкоди та електромагнітне випромінювання

→ **термічне**, яке спостерігається при скидах у водойми нагрітої води з промислових підприємств і, в першу чергу, з ТЕЦ

→ **радіоактивне**, що пов’язане з надходженням в природне середовище штучних ізотопів

→ **засмічення**, що проявляється в надходженні до навколишнього середовища різного роду твердих відходів

→ **біологічне**, при якому в природних та антропогенних екосистемах з’являються не властиві їм організми. Особливим випадком такого виду забруднення є мікробіологічне, пов’язане з розвитком у навколишньому середовищі паразитичної мікрофлори

★ Загалом, під забрудненням природного середовища розуміється будь-яке привнесення до нього не властивих йому живих або неживих компонентів або структурних змін, які викликають порушення біогеохімічних циклів та потоку енергії в біосфері і в кінцевому результаті чинять несприятливу дію на живі організми та людину.

Антропогенне забруднення привело до залучення у планетарні біогеохімічні цикли великої кількості сторонніх для них речовин. Це, головним чином, метали. У біогеохімічні цикли щорічно надходить заліза  $4 \times 10^9$  тонн, алюмінію –  $10^8$  тонн, свинцю –  $3 \times 10^5$  тонн, кадмію –  $2 \times 10^3$  тонн. До н.е. подаються різноманітні органічні та неорганічні ксенобіотики.

Промислове та сільськогосподарське виробництво зумовили появу особливого, техногенного, типу міграції речовини на планеті. Техногенна міграція полягає в переміщенні на великі віддалі сировини, продуктів виробництва та відходів. Техногенна міграція приводить до особливо

різких порушень біогеохімічного циклу вуглецю, оскільки в кругообіг включається все більша його кількість, що раніше знаходилася в депо у вигляді вугілля, нафти та природного газу. Сильно порушуються біогеохімічні цикли азоту (за рахунок щорічного його надлишкового надходження до біосфери у кількості приблизно в 9 млн. тонн) та фосфору (за рахунок підвищеного його стоку у водойми).

Різновидів порушень, що привносить людина в біосферу і що ведуть до її деградації, доволі багато. До їх числа належить навіть туризм, який деякі люди схильні вважати як форму «контакту людини з природою». Внаслідок демографічного вибуху та урбанізації туризм став масовим. Місць, недоступних для сучасного туризму, в світі залишилося дуже мало. Тварини, особливо в період розмноження, ще витримують поодиноких людей, які рідко з'являються, але їх дуже турбують туристичні групи, які часто намагаються встановити тривалий контакт з тваринами, «спостерігаючи» за їхньою поведінкою. У таких умовах більшість видів тварин припиняють свій репродуктивний цикл, не залишаючи потомства.

Безперечні збитки природним екосистемам завдає спорт. Так, наприклад, в останні десятиліття в Японії став популярним гольф. Виявилось, що територія, яка зайнята майданчиками для гольфу, до 1990 р. досягла 37483 км<sup>2</sup>, що для цієї невеликої країни чимало. Але це не лише втрати території, майданчики для гольфу швидко зазнають ерозії, в них вноситься велика кількість добрив. Масовий любительський та професійний лижний спорт приносить великі збитки Альпам, Карпатам, Кавказькому хребту та іншим гірським системам світу. В Альпах встановлено 13 тис. підйомників для лижників, прокладено 45 тис. лижних трас. На рік цей гірський масив відвідує більш ніж 100 млн. туристів. Німеччина навіть була вимушена розгорнути пропаганду за організацію «ніжного» туризму, тобто такого, що зберігає природу.

Під впливом антропогенного пресу швидкими темпами почали змінюватися екосистеми. З них почали випадати цілі блоки організмів, спростилися структури, функціонування стало менш ефективним. Як результат прямого знищення живих організмів людиною в процесі полювання, рибальства та заготівлі лікарських рослин йде збідніння живої речовини біосфери планети. Має місце і опосередковане знищення, коли рослини та тварини вимирають внаслідок знищення їхніх місць життя та розмноження. До цього додаються антропогенні катастрофи: пожежі, аварійні викиди великої кількості шкідливих речовин, аварії на транспорті та лініях електропередач і т.п., які впливають на все живе.

Об'єми вилучення біопродукції з біосфери досягли 70%, а жива матерія

функціонує на оптимальному рівні тоді, коли з продукції біосфери вилучається не більше 1%. Екосистеми і біосфера в цілому все більше втрачають здатність до саморегуляції та самопідтримки. У кінцевому результаті це надає кругообігу речовин на земній кулі якісно нового та непередбачуваного характеру. Сама стабільність функціонування біосфери опинилася під загрозою. Забрудненням та деградацією охоплені усі геосфери Землі. Повітря, вода та ґрунт стали втрачати свої основні природні властивості.

#### 8.4. Природні небезпечні явища і процеси

**\* Землетруси.** Сейсмічно активні райони – Гірський Крим і Карпати (області молодой альпійської складчастості). Тут можливі землетруси до 6-7 балів (за шкалою Ріхтера). Повторюються вони рідко, в середньому через 33 роки. Меншої бальності землетруси бувають у середньому один раз у 2-4 роки. Сейсмонебезпечна зона охоплює також частину Причорномор'я, зокрема, Одеської області, де можуть бути 7-бальні землетруси. Залежно від глибини осередку, землетруси охоплюють різні площі при однаковій магнітуді.

Для України найбільш небезпечні щодо охоплення території землетруси, епіцентри яких розташовані в Румунських Карпатах, особливо в районі гір Вранча, де глибина осередків землетрусів становить 100–170 км. При землетрусах з епіцентром у цих районах площа зони з 5 і більше балами становить у межах України до 290 тис. км<sup>2</sup>. Це майже 48% території країни з населенням 23 млн. чол. Зона з інтенсивністю 7 і більше балів займає 27 тис. км<sup>2</sup> з населенням понад 2 млн. чол., а з 8 балами і більше – відповідно 1,5 тис. км<sup>2</sup> і понад 1 млн. чол. (Одеська область, Крим, зокрема, Севастополь). Загальний рівень небезпеки у сейсмонебезпечних районах підвищується за рахунок розташування у них майже 300 хімічних і пожежонебезпечних об'єктів, а також мережі газо- і нафтопродуктопроводів. У місцевостях, де можливі зсуви, підтоплення, а також знаходиться карст, рівень сейсмічності підвищується на 1–3 бали.

Процесами карста охоплено до 60% території України. Відкритий карст, який викликає особливу небезпеку, розвинутий у Волинській, Рівненській, Львівській і Хмельницькій областях. Відкритий карст займає 27% площі України.

**\* Зсувні процеси.** Поширені в зонах тектонічних порушень високих терас на схилах ярів, річок та водосховищ. У місцях забудови внаслідок підйому рівнів ґрунтових вод (у результаті протікання водопроводів,

каналізацій, зменшення випаровування через забудову, будівництво шляхів тощо) спостерігається інтенсифікація цих процесів. У Прикарпатті, Криму, Донбасі, Одеській, Дніпропетровській, Хмельницькій областях та в промислових міських агломераціях зафіксовано 140 тис. зсувів.

**\* Просадки.** Просадки спостерігаються там, де лесові ґрунти перезвожуються, а це буває, як правило, при забудові території. У місцевостях, де лесові ґрунти залягають потужним шаром, поверхня становить чергування пологих безстічних впадин (западини, «блюдця»). Це і є просадкою лесових ґрунтів, що виникає природним шляхом внаслідок збільшення вологості лесових ґрунтів.

**\* Великі повені і паводки.** Вони завдають шкоди галузям економіки переважно в Карпатах та на Поліссі. Загроза катастрофічних паводків у Карпатах пов'язана з грубими порушеннями систем ведення лісового і водного господарства, а також внаслідок безсистемної забудови небезпечних місць, непомірного випасання худоби на гірських луках (полонинах). На Поліссі затоплення сільськогосподарських угідь має переважно природний характер. Адже раніше території, які зараз (після проведення осушення) затоплюються, були болотами і ніяких сільськогосподарських угідь там не було, хіба що сіножаті. Після проведення широкомасштабної меліорації Полісся вони були осушені разом із заплавами, які і повинні затоплюватись за своєю суттю.

В Україні підтоплено понад 15% території (що становить 900 тис. га, в тому числі 200 тис. га у зоні зрошення). Підтоплено також 240 міст і селищ міського типу, майже 140 тис. приватних будинків. Це негативне явище цілком штучне. Основна причина – гідротехнічне та шляхове будівництво, а в містах це втрати води з водопровідних і каналізаційних мереж, зменшення випаровування на забудованих територіях. Підтоплення і заболочення заплавл малих річок часто є причиною посилення ерозійних змивів зі схилів і замулювання виходів ґрунтових вод у підніжжя схилу.

**\* Селі, селеві потоки.** Поширені в Криму і в Карпатах (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька і Львівська області), найбільше в басейнах Черемоша, Дністра, Тиси, Пруту. Як правило, селенебезпечні водозбори виникають там, де лісове господарство ведеться з грубим порушенням вироблених наукою і підтверджених практикою правил, характерних для певного регіону. Особливу специфіку мають карпатські ліси – перлина України, де під тонким шаром пухких порід залягають щільні гірські породи, які не пропускають воду в глибину. Достатньо порушити раз усталену тут рівновагу, зрізати ліс – і після першого ж

дощу може зійти сіль, після чого частина схилу (переважно улоговина) може вкритися рослинністю лише через сотню років.

**\* Снігові лавини** спостерігаються в Карпатах – у гірських масивах Горгани, Полонинський, Чорногори. На Закарпатті в лавинонебезпечній зоні розташовано шість населених пунктів.

**\* Лісові пожежі.** За обліком лісового фонду на 1 січня 1996 р., в Україні вкритих лісовою рослинністю земель було 9 400,2 тис. га, площа ж лісового фонду становила 10 782,2 тис. га. У середньому за рік залежно від погодних умов виникає 3,5 тис. пожеж, які знищують понад 5 тис. га лісу. Наприклад, тільки в 1998 р. в Україні було 3906 лісових пожеж, під час яких знищено 4 408 га лісу (збитки становили 4,56 млн. грн.). Лісові пожежі лише в 10% випадків є природними, інші 90% – це пожежі штучного походження. Переважна більшість лісових пожеж (до 90%) припадає на приміські зони.

Найбільш імовірне виникнення масових пожеж та великі масштаби збитків характерні для лісів III-V класів пожежонебезпеки. Їх найбільше в Житомирській (920 тис. га), Рівненській (718), Закарпатській (629), Волинській (592), Чернігівській (575), Львівській (572), Івано-Франківській (555) та Київській (548 тис. га) областях.

**\* Пожежі на сільськогосподарських угіддях.** Ймовірне виникнення таких пожеж і ймовірні площі масових польових пожеж у липні – серпні (пожежонебезпечний сезон) такі:

► у Степу – на площі понад 6 800 тис. га (це 36% площі сільськогосподарських угідь Степу і понад 47% пожежонебезпечних сільськогосподарських угідь країни);

► у Лісостепу – відповідно 5 400 тис. га, 37 і 37%;

► у Поліссі – відповідно 2 020 тис. га, 28 і 14%;

► у Карпатах – відповідно 200 тис. га, 18 і 1,4%.

У розрізі областей найбільш імовірні площі польових пожеж розподіляються так: Одеська – 919 тис. га, Дніпропетровська – 909; Полтавська – 837; Вінницька – 827; Кіровоградська – 823; Запорізька – 813; Херсонська – 811 тис. га.

**\* Епідемії та епізоотії.** В Україні існують природні осередки небезпечних інфекцій (аскаридоз, лептоспіроз, правець, сибірка, туляремія, туберкульоз). Ці інфекції можуть десятки років перебувати у природному середовищі, не проявляючись. Вони передаються людині через тварин, воду та ґрунт.

Тепер спостерігається різке зростання ймовірності виникнення масових інфекційних захворювань внаслідок зменшення захисних функцій імунної системи у населення, значного погіршення соціально-економічних



умов та зниження рівня санітарно-профілактичної роботи. Люди сприйнятливі до інфікування. Хвороби перебігають важко і дуже часто закінчуються смертю.

**Природні осередки (вогнища) аскаридозу** в Україні існують у межах 16 областей (загальною площею 265,1 тис. км<sup>2</sup> з населенням понад 22,3 млн. чол.). Це від 80 до 100% території Вінницької, Волинської, Житомирської, Закарпатської, Івано-Франківської, Київської, Полтавської, Рівненської, Сумської, Тернопільської, Хмельницької, Черкаської та Чернівецької областей.

**Правець.** Площа зони високого ступеня ризику захворіти на правець охоплює понад 28 тис. км<sup>2</sup> території з населенням до 16,6 млн. чол. У цю зону увійшли 17 областей, у тому числі Хмельницька, Черкаська, Чернігівська, Тернопільська (до 100% території області); Вінницька, Київська, Полтавська (від 70 до 90%); Дніпропетровська, Кіровоградська, Львівська, Сумська, Чернігівська області (від 40 до 50%).

**Природні вогнища лептоспірозу** і підвищений ризик захворювання на нього спостерігаються в країні на площі понад 115 тис. км<sup>2</sup> з населенням близько 9,8 млн. чол. Поширені вони в усіх областях, однак найбільше цих осередків у Київській (до 50% площі). Чернігівській (до 35%), Волинській, Кіровоградській, Тернопільській (до 30%) та Миколаївській (до 25%).

**Сибірка** має природні осередки у всіх областях. Загальна площа частин областей, де є осередки можливих спалахів сибірки, становить 63 тис. км<sup>2</sup> з населенням близько 4,5 млн. чол. Найбільш насичені природними осередками можливих спалахів хвороби Чернівецька (близько 60% території), Чернігівська (40%), Черкаська та Хмельницька (по 25%), Вінницька, Полтавська та Сумська (20% території) області.

**Туляремія.** Осередки з підвищеним ризиком захворювання спостерігаються на сумарній площі близько 80 тис. км<sup>2</sup> з населенням понад 5,6 млн. чол., у тому числі у Рівненській (50% території), Волинській, Львівській (до 40%), Сумській (35%), Черкаській (25%), Київській (20%) та Тернопільській (15%) областях.

**Вірусний гепатит.** Кількість випадків захворювання за останні 5 років зросла в 2-4 рази. Це пов'язано насамперед із порушенням санітарно-гігієнічних норм при користуванні джерелами питної води. Найбільше випадків захворювань було в Херсонській, Миколаївській, Одеській, Донецькій, Кіровоградській, Івано-Франківській, Житомирській та Чернігівській областях.

**Туберкульоз.** Стан епідемії оголошено з 1995 р. За останні роки кількість випадків захворювань на туберкульоз збільшилась у десятки

разів. Щороку кількість хворих у країні зростає майже на 20%, вмирає понад 8 тис. осіб. Причиною цього є зниження функцій людського організму, його імунної системи внаслідок хімічного, токсикологічного, бактеріального та радіаційного забруднення води, повітря, ґрунту, а, отже, харчового ланцюга, погіршення соціально-економічних умов життя людей у країні. На початок 2003 р. офіційно зареєстровано понад 650 тис. хворих на туберкульоз, з них 130 тис. – активною його формою. Фактично ж хворих, на думку лікарів-фтізіатрів, у 2-2,5 рази більше. Значна кількість хворих інфікована стійкими до ліків формами.

На туберкульоз найчастіше хворіють у в Донецькій, Херсонській, Миколаївській, Кіровоградській, Черкаській, Житомирській, Рівненській та Чернігівській областях.

**ВІЛ-інфекція.** Має тенденцію до швидкого поширення.

**Інфекційні захворювання тварин** на території України найбільш поширені серед великої рогатої худоби. Зокрема, вона хворіє на туберкульоз, лейкоз, лептоспіроз, сальмонельоз, сибірку, сказ. Виявляють також класичну чуму свиней, *хворобу Гамборо*, *хворобу Марека*.

**Посіви зернових культур** в Україні потерпають від епіфітотії борошнистої роси, бурої листової іржі, фузаріозу, сажкових та інших хвороб. У Степу відмічався спалах розвитку найнебезпечнішого шкідника озимої пшениці – клопа-черепашки.

## 8.5. Техногенні небезпечні явища і процеси

\* **Радіаційна безпека.** В Україні є 5 атомних електростанцій з 16 енергетичними ядерними реакторами, 2 дослідних ядерних реактори та понад 3 тис. підприємств і організацій, які використовують у виробництві, науково-дослідній роботі та медичній практиці різноманітні радіоактивні речовини. Практично скрізь є радіоактивні відходи.

При аварії і руйнуванні одного реактора з викидом 10% радіоактивних продуктів за межі санітарно-захисних зон АЕС створюється забруднення різних рівнів на площі 431,2 тис., км<sup>2</sup> з 5 249 населеними пунктами і населенням понад 22 722,7 тис. чол. Для України потенційну небезпеку становлять також Курська і Смоленська АЕС у Російській Федерації, Італійська АЕС (Литва), а також певною мірою АЕС, що розташовані у Болгарії, Словаччині, Угорщині.

Внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 р. забруднені тисячі квадратних кілометрів земель. Так, загальна площа забруднення території України цезієм-137 (період напіврозпаду близько 30 років) і



цезієм-134 в інтервалі щільності забруднення 1-5Кі/км<sup>2</sup> перевищує 10 тис. км<sup>2</sup>. Забруднення стронцієм-90 (період напіврозпаду близько 29 років) набагато менше. Поза 30-кілометровою зоною стронцій зустрічається лише на півночі Київської області. Населення інших районів України одержує стронцій із питною водою з Дніпра.

Особливо небезпечним є забруднення ізотопами плутонію, який дуже токсичний у всіх варіантах і сполуках. З реактора, що вибухнув у Чорнобилі, випарувалось до 200 кг плутонію, який поширився навкруги. Тепер найбільша ймовірність його проникнення у людину пов'язана з вдиханням пилу.

**\* Хімічна небезпека.** В Україні функціонує близько 2 000 хімічно небезпечних об'єктів, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності до 300 тис. т сильнодіючих отруйних речовин, у тому числі майже 10 тис. т хлору та близько 180 тис. т аміаку. В зонах можливого хімічного зараження проживає до 20 млн. чол. (38,5% населення країни).

**\* Вибухо- і пожежонебезпечні об'єкти** і можлива загроза від них. На території України є понад 1 200 таких об'єктів, де зосереджено понад 13,6 млн. т твердих і рідких вибухо- та пожежонебезпечних речовин. Вони розташовані переважно в центральних, східних і південних областях. Це – хімічні, нафто- і газопереробні, коксохімічні та інші виробництва, а також мережа нафто-, газо-, аміако- і продуктопроводів. Довжина магістральних газопроводів становить понад 35 тис. км, магістральних нафтопроводів – близько 4 тис. км. Сюди належать 31 компресорна нафтоперекачувальна і 89 газоперекачувальних станцій. Протяжність продуктопроводів – 3,3 тис. км, а магістрального аміако-проводу – 1 022 км.

Практично вся мережа трубопровідного транспорту вже виробила свій проектний ресурс і ймовірність аварійних ситуацій зростає.

**\* Небезпека від зруйнування гідротехнічних споруд.** У результаті руйнування гребель, дамб, водопропускних споруд на 16 водосховищах Дніпра, Дністра, Південного Бугу і Сіверського Дінця можливі катастрофічні затоплення на площі 8 294 км<sup>2</sup> 356 населених пунктів та 470 промислових об'єктів. При цьому можливе порушення роботи енергосистем, газо- і нафтопродуктопроводів, систем водопостачання та каналізації, транспортного сполучення.

Однак цим загроза від руйнування гребель на водосховищах Дніпровського каскаду не вичерпується. У мулі на дні водосховищ, особливо Київського, знаходиться велика кількість радіоактивних речовин. У випадку осушення водосховищ донні відклади можуть бути

розвіяні вітром і радіоактивні речовини поширені на великі відстані.

Крім великих водосховищ, в Україні побудовано багато середніх і малих водосховищ. На початку 1998 р. було 1 157 водосховищ і 28 781 ставок (до водосховищ умовно віднесено штучні водойми місткістю понад 1 млн. м<sup>3</sup>). Усі водосховища, включаючи дніпровські, містять 55,3 млрд. м<sup>3</sup>, а ставки – 3,35 млрд. м<sup>3</sup> води.

Існує істотна загроза від можливого зруйнування захисних дамб чи виходу з ладу насосних станцій великої потужності, які побудовані для захисту від затоплення земель водами водосховищ Дніпровського каскаду. Ці захисні комплекси складаються з 35 насосних станцій, 400 км водозахисних дамб з напором до 15 м, 340 км колекторно-дренажної мережі та понад 100 складних гідротехнічних споруд. Цей комплекс захищає 22 масиви площею близько 400 тис. га, на яких розташовано 190 населених пунктів з населенням до 400 тис. чол. і більше як 700 підприємств.

**\* Небезпека енергетична.** В Україні на 17 великих теплових електростанціях працює 122 енергоблоки. З них три блоки потужністю 100 тис. кВт, 4 – по 127; 32 – по 200; 6 – по 210; 6 – по 280; 57 – по 300 і 8 блоків по 800 тис. кВт. Понад 80% енергоблоків уже відпрацювали свій розрахунковий, а 48% – граничний ресурс. Крім того, 40-50 тис. км електромереж побудовані до 1970 р. і також відпрацювали свій ресурс. Зрозуміло, що потенційні аварії на цих об'єктах не лише становлять локальну загрозу на об'єкті аварії, а й можуть викликати аварійні ситуації на об'єктах електроспоживання.

**\* Небезпека транспортна.** В Україні густа мережа транспорту різних видів, а саме: залізничного – завдовжки 22,6 тис. км, автодорожного – 172,3 тис. км, з них 16,3 тис. км із твердим покриттям, трубопровідного (магістральні газо-, нафто- та продуктопроводи) – 42,4 тис. км. Розвинута також мережа річкового, морського і повітряного транспорту. Щороку транспортні аварії займають перше місце серед надзвичайних ситуацій техногенного характеру за кількістю постраждалих і загиблих. На транспортних трасах експлуатується понад 17 тис. мостів, з них близько 5,8 тис. побудовані до 1961 р., хоча розрахунковий термін служби мостів не більше 30-40 років. Ймовірність аварій збільшується у тому ж темпі, в якому мости виробляють свій ресурс.

**\* Небезпека від руйнування металевих і залізобетонних конструкцій.** Лише в основних галузях промисловості експлуатується понад 35 млн. т. несучих металевих і більш як 259 млн. м<sup>3</sup> залізобетонних конструкцій. Значна частина їх уже зношена. Це небезпечно. Найбільше таких конструкцій знаходиться на виробництвах енергетичної, хімічної,

нафтової, машинобудівної, чорної, вугледобувної галузей промисловості.

В Україні наявні понад 115,6 тис. об'єктів будівництва. З них непридатні для подальшої експлуатації 1 800 об'єктів та близько 700 км інженерних мереж. Понад 600 об'єктів та 600 км інженерних мереж перебувають у критичному стані.

★ **Відходи.** Проблема відходів є найактуальнішою, найважливішою із проблем сучасності.

! Відходи – це забруднення вод, атмосфери, ґрунтів; це загроза здоров'ю людей і всьому живому; це загроза біосфері.

В Україні основним джерелом утворення відходів є підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів, а також комунальне господарство.

Особливу тривогу на фоні кризової екологічної ситуації викликає утворення і нагромадження в країні відходів, серед яких багато токсичних, що містять важкі метали, нафтопродукти, непридатні для застосування отрутохімікати, зокрема пестициди, яких лише в непристосованих для довготривалого зберігання приміщеннях нагромадилося 13,5 тис. т. Налічується 109 складів централізованого зберігання непридатних пестицидів і агрохімікатів та близько 5 000 складів на сільськогосподарських підприємствах. На 1 січня 1999 р. загальна маса нагромаджених на території України **токсичних** відходів лише в сховищах *організованого* складування становила 4 210,6 млн. т, що на 52 млн. т більше, ніж на 1 січня 1997 р.

! Отже, токсичних відходів у середньому за рік на одного жителя утворюється 1,0 – 1,5 т, а всього в Україні на одного жителя вже нагромаджено понад 82,6 т таких відходів. Основна їх маса утворюється в Донецькій та Дніпропетровській областях.

Під сховищами токсичних відходів перебуває майже 20 тис. газемель. У містах і селищах міського типу щороку утворюється близько 40 млн. м<sup>3</sup> сміття – по 0,8 м<sup>3</sup> на одного жителя. Це сміття звозиться на 700 звалищ, переважна більшість яких є джерелом інтенсивного забруднення води і повітря.

Проблема відходів – це проблема забруднення навколишнього природного середовища, що зрештою позначається на здоров'ї людей, призводить до їх депопуляції.

Ця проблема в Україні загострюється ще через радіоактивне забруднення.

★ **Харчова небезпека.** Вона виникла як логічне продовження і наслідок

кризового забруднення навколишнього природного середовища, його складових, на фоні зниження самоочисних функцій природних екосистем.

Хімічні фактори – добрива, пестициди, важкі метали, нітрати, гормони, антибіотики, анаболіки, феноли, діоксини, токсини мікробного надходження, радіонукліди, паразитарні, грибні і вірусні інфекції, неякісна упаковка продуктів, підробки харчових добавок, виготовлення продуктів і напоїв із використанням генетично модифікованих рослин і тварин – становлять велику небезпеку для людей.

## 8.6. Екологічні особливо небезпечні процеси

**Забруднення (токсифікація) і деградація ґрунтів.** У процесі еволюції в ґрунтах склалася динамічна рівновага: розпад-синтез (чи навпаки – синтез-розпад) органічної речовини. Екологічна рівновага як динамічний стан екосистем ґрунту і процесів, у яких продукція живої матерії врівноважується в обсязі певного природного циклу системи, забезпечується завдяки наявності елементарних рівноваг. До найголовніших з них належать іонна, киснево-діоксидна, кислотно-основна та водно-повітряна.

Не вдаючись у розгляд складних біологічних, хімічних та екологічних процесів, які інтенсивно протікають у природному середовищі навколо нас, слід враховувати, цілий ланцюг антропогенних чинників:

⇒ процеси обробітку, застосування мінеральних добрив (кислих, з домішками не властивих ґрунту речовин), отрутохімікатів, випадіння з опадами шкідливих речовин (оксидів сірки, азоту тощо), випадання (сухе чи зволене) пилу, а з ним шкідливих речовин, винесення з ґрунту гумусу як з продуктами врожаю, так і внаслідок водної та вітрової ерозії;

⇒ порушує вказані рівноваги і призводить до деградації ґрунтів та їх токсифікації – отруєння цілого світу мікроорганізмів, отруєння екосистем ґрунту, який забезпечує його родючість. На кожен гектар ґрунту випадає близько 0,5 т пилу за рік, який містить (з розрахунку на всю Україну) 3,5 млн. т сірчаного ангідриду. Токсичність ґрунтів спричинюють також сполуки цинку, свинцю, міді, арсену, фтору, барію, ртуті, пестициди, нафта та її продукти.

У ґрунті та в поверхневих водах міститься така кількість різноманітних речовин, що не виключена ймовірність хімічних реакцій між ними і утворення нових токсичних речовин. Підраховано, що за рахунок довільних сумішей газових, рідких і твердих викидів можуть утворитися

до 60 тис. стійких *токсичних* сполук. Можливо, одна з них і проявилася у Миколаївській області, інша – в Чернівцях, а багато з них є причиною щорічного перевищення в 400 000 смертей над народженнями.

Особливо небезпечними для ґрунтів є наявність в них грибів-токсинуотворювачів, які активно впливають на деградацію ґрунтів там, де застосовуються пестициди, значні дози азотних добрив, особливо тих, що піддавались впливу промислових емісій. Усі відомі метаболіти грибів-токсинуотворювачів відзначаються сильною дією на мікроорганізми, рослини і тварин. Зрозуміло, що від них потерпає і людина. Дуже небезпечним є застосування високих доз азотних добрив, які призводять до утворення в ґрунті нітрозамінів, які є онкобезпечними.

Крім хімічного, фізичного і біологічного забруднення ґрунтів, велику небезпеку становить *дегуміфікація* ґрунту, тобто процес втрати ґрунтом органічної речовини, зокрема його специфічної частини – гумусу. За останні 50 років дегуміфікація ґрунтового покриву планети збільшилася порівняно з середньосторічною у 24,3 рази.

Річні втрати гумусу в чорноземах типових Лісостепу України за останні 100 років становили в середньому 0,8-1,0 т/га. За період з 1881 по 1991 р. вміст гумусу в ґрунтах країни зменшився майже на третину (від 4,2% до 3,2%). Щороку з кожного гектара поля виноситься 700 кг поживних речовин. Це в 2-3 рази більше, ніж надходить з добривами.

Крім дегуміфікації, ґрунти України зазнають *агрофізичної, фізико-хімічної та ерозійної деградації*.

*Агрофізична деградація* проявляється в *згущуванні, зниженні загальної пористості, втрати структури, підвищенні твердості, утворенні поверхневої шкірки, зниженні водопроникності* тощо.

*Фізико-хімічна деградація* полягає у декальцінуванні одного шару, його підкисленні або, навпаки, підлуженні, зниженні буферності (кислотно-основної і щодо важких металів та пестицидів), а також у забрудненні техногенними відходами – ксенобіонтами.

*Ерозійна деградація* в Україні буває трьох видів: *водна, вітрова та іригаційна*. За останні 25 років площі змитих орних земель збільшились на 25% і становлять понад третину площі всієї ріллі.

Причина ерозії пояснюється нераціональним землекористуванням, застосуванням неправильної системи обробітку ґрунту, порушенням співвідношення природних екосистем та агроекосистем.

Кінцевим результатом токсифікації, ерозії і деградації ґрунтів є опустелювання земель.

*Забруднення поверхневих і підземних вод.* Водні ресурси поверхневих вод в Україні набагато менші, ніж середні на Землі. Лише по 1 тис. м<sup>3</sup> води припадає в середньому на одного жителя України за рік. Для потреб населення і галузей економіки з поверхневих водних джерел забирається в останні роки до 20 млрд. м<sup>3</sup> води/рік (у 1985-1989 рр. – до 36 млрд. м<sup>3</sup>/рік). Забрана вода, за винятком тієї її частини, що випарувалась, повертається до річок, озер, моря, але вже у забрудненому вигляді. Крім того, вода, що випала у вигляді дощу, снігу, забруднюється речовинами, які є на поверхні землі і в ґрунті, і у вигляді поверхневого та ґрунтового (підземного) стоку надходить у річки. Забруднення поверхневих вод досягло такого рівня, коли стали руйнуватись і розпадатися водні та навколоводні екосистеми, які забезпечують чистоту води і які є основою відновлювальної спроможності річкових вод. Забрудненість води, перетворення проточних вод у ланцюг водосховищ і ставків, де змінюються гідродинамічні властивості річкових потоків, знизило, а подекуди і зовсім припинило природні відновлювальні самоочищувальні процеси, які раніше відбувалися в річкових екосистемах. Цим пояснюється той факт, що, незважаючи на майже 2-разове зменшення скиду стічних вод, в останні роки якості річкових вод не змінилася.

Основними забруднювачами поверхневих вод, повторимося, є *комунальне господарство*, очисні системи якого давно вже не відповідають потребам ні за потужністю, ні за технологіями, а також *промисловість* та *сільське господарство*. Серед речовин, які потрапляють у водні екосистеми, забруднюючи і отруюючи все живе, у річках України є: *нафтопродукти, сульфати і хлориди, феноли, нітрати, фосфор загальний, ртуть, миш'як, фтор, ціаніди* тощо.

Діючі закони України забороняють скидати у водні екосистеми стічні води, які забруднені шкідливими речовинами, але їх виконання не забезпечується.

Забруднюються також підземні води. Виявлена тенденція до погіршення якості води на багатьох підземних водозаборах. Основні джерела забруднення – промислові підприємства, полігони відходів, сміттєзвалища та сільське господарство; в останньому – застосуванні мінеральні добрива та отрутохімікати (пестициди), основна кількість котрих (до 90% і більше) йде на забруднення поверхневих і підземних вод, особливо першого від поверхні землі водоносного горизонту, водою якого для питних цілей користується переважна більшість сільського населення. Найбільше забруднені підземні води у Донецькій і Одеській областях та в Автономній Республіці Крим.

**Забруднення повітря** – небезпечна екологічна дія у зв'язку зі зміною кількісного і якісного складу атмосфери.

Забруднення повітря, як і забруднення вод і ґрунтів, є процесом глобального значення. Вони несуть людству глобальні загрози.

При господарській діяльності вивільняється велика кількість енергії, яка вже сьогодні помітно впливає на деякі глобальні природні процеси, що призводить до зміни відбиваючої (чи вбірної) спроможності земної поверхні (знищення лісів, зміна покриву степів, розвиток опустелювання тощо), викидів в атмосферу речовин, які впливають на захисну властивість озонового шару. Господарська діяльність людини негативно позначається на глобальних атмосферних та біологічних процесах. Про це свідчать зникнення окремих видів рослин і тварин, значне збільшення онкозахворювань шкіри, підвищення глобальної температури повітря, різка інтенсифікація атмосферних процесів.

Безпосередньо на стан здоров'я людей, крім глобальних небезпек і загроз, впливають аерозолі, що містять хімічно активні речовини (чадний газ, сполуки сірки, азоту, а також важкі метали: свинець, ртуть, кадмій, цинк, миш'як, нікель, мідь, ванадій; усього понад 40). При високій концентрації у повітрі оксидів азоту часто формується вже згадуваний «коричневий смог» – дуже шкідливий для людей, оскільки викликає хвороби органів зору, легенів та серцево-судинні. При високому вмісті в повітрі вуглеводнів виникає «фотохімічний смог», вплив якого на здоров'я людей також дуже значний. Крім силікозу, бронхіту, астми, раку легень, запалення слизової оболонки, різних хвороб очей, шкіри, забруднене хімічними сполуками повітря змінює психологічні реакції людей.

Особливо високий вміст у повітрі різних забруднень, зокрема, важких металів, спостерігається у містах, районах концентрації промислових виробництв, а також локально у сільській місцевості при обробі сільськогосподарських угідь отрутохімікатами та при внесенні мінеральних добрив.

Кількість джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу України стаціонарними джерелами з 1985-го по 1998 р. змінилась незначно (збільшилась на 0,65%), сумарна кількість шкідливих речовин зменшилась на 60%, а рівень забруднення повітря залишається без змін, незважаючи на те, що намітилась тенденція до зменшення вмісту окремих інгредієнтів.

Основними забруднювачами повітря оксидами азоту, діоксиду сірки та пиломатеріалів є підприємства енергетики – 56, 70 і 52% відповідно; вуглеводнів і летких органічних сполук – підприємства добувної промис-

ловості (74%), оксидів вуглецю – підприємства обробної промисловості (70%). До 30% забруднюючих речовин в атмосферу надходить від автотранспорту.

Захисні властивості атмосфери стають слабшими, виникає парниковий ефект, озонові «дірки» пропускають дедалі більше ультрафіолетової радіації Сонця. Усе це разом з високим забрудненням навколишнього природного середовища хімічними сполуками, збільшеним радіаційним фоном змінює поведінку людей, різко зростає навантаження на генетичний апарат усього живого і, насамперед, людини. Про це свідчить все більший процент народження дітей з генетичними порушеннями (фізичними і психічними) та різке зменшення плідності людей.

Ще 100 років тому основними причинами смерті людей були інфекційні та паразитарні захворювання. Тепер у розвинутих країнах на перше місце вийшли рак і хвороби системи кровообігу.

Здійснений ученими аналіз смертей в Україні однозначно показав, що різке збільшення інфарктів міокарда, інсультів, їх «омолодження» пов'язані з впливом на людський організм різних хімічних елементів (свинцю, хрому тощо) і так званих ксенобіотиків. Ще в 1980 р. Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала принципи вивчення хвороб передбачуваної хімічної етіології. Смертність від інсультів в Україні в 1990-1992 рр. становила на 100 000 чол. у віковій категорії 45-54 роки – 190 чол., тоді як у Швейцарії – 10, Ісландії – 8, Норвегії – 15; у віковій категорії 55-64 роки – відповідно 599 і 35; 49; 65; у віковій категорії 65-74 роки – відповідно 1 448 і 170; 249; 279 чол. На жаль, конкретних ксенобіотиків чи їх груп, які прямо чи опосередковано викликають ураження серцево-судинної системи, не встановлено, але підраховано, що серед тих, чия праця пов'язана з різноманітними шкідливими факторами (водії, робітники по обробці металу, зварювальники, малярі тощо), число смертей від хвороб судинної системи збільшується в 10 і більше разів.

Особливу увагу привертають до себе технології застосування отрутохімікатів – пестицидів для боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур. Їх використання призвело до того, що шкідники пристосувалися до встановлених норм пестицидів і для підвищення ефективності дії останніх вносити їх необхідно в дедалі більших кількостях. Не шкідливих же пестицидів немає і не може бути таких за своєю суттю, бо створювали їх для конкретного впливу на живе. Природа ж, включаючи людину, – єдиний організм. Особливо шкідливі препарати органічного синтезу – органічні сполуки хлору, фосфору,

ртуті, інших металів.

Сьогодні в Україні налічується близько 15 тис. т непридатних для використання пестицидів. Вони знаходяться на сотні централізованих сховищ і на 5 тис. дрібних складах у господарствах, стан яких не відповідає елементарним екологічним вимогам. У таких складах не можна зберігати отрутохімікати, тим більше, що вони розташовані неподалік від житла і у водозбірних зонах.

**Підтоплення земель** – небезпечний процес, який спричинює зміни екосистем ґрунту, заболочування чи засолення земель, різко погіршує умови проживання. Тут під терміном «підтоплення» розуміється підняття рівня ґрунтових вод (РГВ) до меж, при яких знижується продуктивність сільськогосподарських угідь, виникають зсуви, просадки ґрунту, намокають фундаменти і стіни будинків та різних споруд, підтоплюються колодязі, скотомогильники, цвинтарі, втрачають несучу здатність леси та лесоподібні ґрунти тощо. Залежно від механічного складу ґрунту, материнських порід шкідливий вплив підняття рівня ґрунтових вод проявляється при різній відстані між РГВ і поверхнею землі. Найчастіше цей вплив стає помітним при глибині залягання РГВ менш як 3-2,5 м.

Причина підняття рівня ґрунтових вод завжди одна – перевищення надходження води до водоносного горизонту над її відтоком (і, звичайно, втратами на випаровування). Рівні ґрунтових вод завжди змінюються, оскільки постійно змінюються складові водного балансу місцевості, водоносного горизонту. Ці рівні високі у сезони, коли випадають дощі і тане сніг, і низькі – у посушливі періоди. Коливання рівнів ґрунтових вод у різних місцевостях неоднакові, але відбуваються у певних межах. І лише в екстремальні роки – з дуже великими опадами, чи у дуже посушливі, – ці коливання виходять за звичайні межі. Тоді спостерігають у першому випадку – підтоплення, у другому – пересихання малих річок, втрату води у колодязях. Це цілком природні явища.

Однак господарська діяльність людей внесла в цей природний процес різкі зміни. Значний вплив на РГВ мають: спорудження штучних водойм (ставки, водосховища), каналів, втрати води з каналізаційних і водопровідних мереж, замулення русел річок та будівництво доріг. Особливе місце у підтопленні займає зрошуване землеробство. При спорудженні ставків, водосховищ створюється підпір рівнів води у річках, який поширюється (іноді на значні відстані) і на ґрунтові води, внаслідок чого їхні рівні підвищуються й підтоплюють навколишні землі. Такий самий вплив має фільтрація води з каналів, протічки з каналізаційної та водопровідної мереж. Замулення русел річок підвищує рівень води в них і відповідно рівень ґрунтових вод.

При зрошенні земель велика кількість води, іноді до 40 % від поданої на поле, проникає в ґрунт і поповнює водоносний горизонт, рівень якого поступово підіймається до поверхні землі. Внаслідок технологічних втрат ґрунтові води наближаються до поверхні землі зі швидкістю 0,3-0,5 м за рік, а в межах таких гідротехнічних споруд, як канали, регулюючі та інші місткості, – навіть 1,5-2 м за рік.

*\* Отже, технологічні втрати води можуть за десять років зумовити підйом рівнів ґрунтових вод від 3-5 до 15-20 м, що можна вже спостерігати на півдні України в зоні зрошуваного землеробства.*

Зрозуміло, що, крім технологічних, є ще й інші втрати, які часом набагато перевищують їх. Підвищення РГВ поширюється далеко за межі зрошуваного масиву. Щоб не було підтоплення, необхідно всю зайву воду відводити за допомогою дренажу. Зайва вода – це вся вода, крім тієї, яка витратилась на транспірацію рослинами. Лише в цьому випадку не буде підтоплення.

Зрошувальні системи на півдні України – це складні інженерні комплекси, в яких поєднані земельні території, джерела води для зрошення, зрошувальні мережі, різноманітні інженерні споруди і пристрої, які забезпечують своєчасне забирання води, подачу і розподіл її на зрошуваних полях, а також відведення зайвих вод за їх межі. Відведення зайвих вод – дренаж. Застосовують самопливний або відкачуванням води насосами з водоносного горизонту шляхом створення свердловин (вертикальний дренаж).

На жаль, не на всій зрошуваній площі був побудований дренаж до введення в дію зрошувальних систем, а вертикальний дренаж в останні роки був виведений з ладу. І як результат, із загальної площі зрошуваних на півдні України земель в 1,1 млн. га підтоплено 427 тис. га, а в Криму за останнє десятиріччя загальна площа підтоплених земель зросла від 87,7 тис. га до 373 тис. га при площі зрошуваних земель 280,7 тис. га.

Збільшення площі населених пунктів в окремих областях та в Криму, які підтоплені ґрунтовими водами, з 1982 до 2000 р. наведено у таблиці 8.2. Підтоплення зазнають, крім вказаних у таблиці, також Запорізька, Дніпропетровська, Черкаська, Кіровоградська, Донецька і Луганська області. Є підтоплені землі і в інших областях країни. Підтоплення не обминуло й великих міст, таких, як Херсон, Миколаїв, Донецьк.

Отже, явище місцевого підтоплення стало явищем регіональним. Внаслідок того, що ґрунтові води піднялися з 9-12 м до 3-4, а на деяких площах і до 1-2 м, різко зменшився той об'єм, який регулював кількість води, що інфільтрувала в періоди великого випадання опадів. Тепер

Таблиця 8.2.

*Підтоплення земель і населених пунктів в окремих регіонах України.*

Область, регіон	1982 р.				2000 р.			
	Площа підтоплення		Населені пункти		Площа підтоплення		Населені пункти	
	тис. км <sup>2</sup>	%	тис. км <sup>2</sup>	%	тис. км <sup>2</sup>	%	тис. км <sup>2</sup>	%
Херсонська	0,61	2,1	133	17,9	7,74	27	174	23,3
Миколаївська	0,74	3	135	14	4,2	17	308	32
Одеська	1,4	4,2	145	12,1	10,8	32,4	438	36,5
Автономна Республіка Крим	1,12	4,1	186	17,1	3,7	14	318	29,3

досить більш-менш щедрого дощу в 20-30 мм, як цей невеликий регулюючий об'єм наповнюється і настає підтоплення. Зменшення зони аерації (зони між рівнем ґрунтових вод і поверхнею землі) призвело до зменшення товщини фільтра, де очищались поверхневі води на своєму шляху до водоносного горизонту. Це призвело до забруднення ґрунтових вод.

Внаслідок підтоплення сейсмічна стійкість різних споруд зменшилась у середньому на один бал, а в Одесі та Дніпропетровську – на три бали.

Спеціалістами-меліораторами, гідротехніками розроблені заходи, які, на їхню думку, допоможуть зменшити, а потім і зняти зовсім проблему підтоплення. Але, на жаль, як свідчить практика минулого століття (особливо 60-80-х років), для здійснення цих заходів відсутні кошти і, що важливо, невідомо, які нові процеси матимуть місце після реалізації цих дорогих і громіздких заходів.

Проблеми підтоплення, деградації зрошуваних земель, втрати ними родючості у світі не нові. За даними ООН, загальна площа земель, що втратили родючість у результаті діяльності людини, в тому числі й від підтоплення, досягла у світі 2 млрд. га, що в 1,5 рази перевищує площу орних земель в Європі. Щороку у світі 200-300 тис. га зрошуваних земель внаслідок заболочення і засолення вилучається із сільськогосподарського обороту. Раніше чи пізніше переважна більшість зрошуваних земель опустелюється – чи то через заболочення, чи через засолення, чи то через повне виснаження. Запобігти цьому можна, але дуже великою ціною.

Слід пам'ятати, а це добре знають хлібороби, що кожен кілограм врожаю «коштує» з часом дорожче. Необхідно дедалі більше витратити

енергії. А невдовзі ціна на енергію інтенсивно зростатиме, тому що викопне паливо (енергія) належить до вичерпних ресурсів, які незабаром (через 50–60 років) будуть вичерпані. Тому, можливо, слід вкладати кошти не у зрошення, а в генетику для виведення посухостійких високоврожайних сільськогосподарських культур.

Для цього необхідно припинити зрошення там, де немає надійного самопливного дренажу (не вертикального, який потребує електроенергії), де підвищилися рівні ґрунтових вод, а також у місцях розташування полів на прибережних територіях. Для поліпшення природного дренажу території розораність її необхідно зменшити на 30 % за рахунок схилових земель, які треба заліснити. Лісистість Степу України довести до 10-12 %, а території країни в цілому – до 28-32 %.

У державній політиці стосовно землеробства основним повинен бути напрям по збільшенню врожайності сільськогосподарських культур. Збільшення врожайності вдвоє на вдвічі менших площах більш екологічно й економічно доцільне.

Актуальним є створення наукового центру, який би виробив зважену програму розвитку землеробства на екологічних засадах і який зумів би врахувати ті проблеми, які постануть перед країною у недалекому майбутньому (криза паливних, водних та інших природних ресурсів).

**Окрему потенційну загрозу глобального значення становить впровадження методів біоінженерії** для одержання генетично модифікованих рослин і тварин. Не існує гарантій того, що харчові продукти, добавки до них є безпечні для людей (і живого в цілому).

Проведені у світі тестування не можуть бути прийнятими, тому що генетично модифіковані продукти з'явилися лише недавно (в 1973 р. вперше перенесений ген з одного організму в інший; в 1990 р. був дозволений до застосування (при виготовленні сиру) харчовий продукт, модифікований методом біотехнології, в 1994 р. – з'явився сорт томатів, одержаний з використанням біотехнологічних методик) і вплив їх на здоров'я людей може бути виявлений лише у наступних поколіннях. І є ще одне застереження щодо застосування біотехнологічних методик. Воно впливає з одного із законів екології, який стверджує, що «природа знає краще». Цей закон говорить про те, що, доки ми не маємо абсолютно достовірної інформації про механізми і функції природи, ми шкодимо природі, бажаючи її поліпшити. Отже, загроза ця потенційна і лише ймовірна, але у випадку її здійснення вона може бути найстрашнішою і з важко передбачуваними наслідками.

## 8.7. Екологічна безпека як основа сталого розвитку

Найважливішими проблемами сучасності, які ще донедавна були локальними, а нині перетворились на національні й всесвітні – глобальні, є проблеми *екологічної безпеки*.

Людство створило технічну цивілізацію, розвиток якої супроводжується дедалі більшим споживанням енергії, води та інших природних ресурсів. При цьому природа розглядається лише як засіб чи ресурс. Люди поставили себе над природою, забувши, що вони є її частиною і підкоряються її законам. Це, власне, і є причиною екологічної кризи, яка проявляється у деградації навколишнього середовища, небезпечному його забрудненні, спрощенні екосистем.

Використання природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища зрівнялися за масштабами з природними процесами саморегуляції. Це призводить до порушення екологічної рівноваги, яка склалась протягом тривалого часу еволюції і спричинює в окремих регіонах екологічні кризові ситуації, небезпечні для людей і довкілля.

Усвідомлення необхідності гармонізації процесів зростання народонаселення і використання обмежених природних ресурсів у світі спонукало до розробки нової, соціально орієнтованої стратегії розвитку суспільства – *стратегії сталого розвитку*, яка спрямовує на виживання і відтворення генофонду нації, активізацію ролі кожної окремої людини у суспільстві, збереження природного середовища, формування умов для відновлення біосфери та її локальних екосистем при орієнтації на зниження рівня антропогенного впливу на довкілля й гармонізацію розвитку людини і природи.

У прийнятому конференцією ООН *“Порядку денному на XXI століття”* намічена стратегія розвитку світового суспільства на майбутнє, яка передбачає гармонійне досягнення головних цілей – збереження навколишнього природного середовища і здорової економіки для всіх народів світу.

У концепції сталого розвитку України зазначено, що сталий розвиток – це процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб всіх членів суспільства за умови збереження і поетапного відтворення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між потенціалом і вимогами людей усіх поколінь.

## Резюме

- ① Головна небезпека для людства полягає в поступовій деградації природного середовища під впливом ніби малопомітних результатів виробничої діяльності.
- ② Екологічна криза другої половини XX ст. в історії людства – найбільш глибока і трагічна, і подолати її буде надзвичайно важко.
- ③ Збільшилося забруднення всіх компонентів довкілля: повітря, води, ґрунтів, продуктів харчування.
- ④ Використовуючи весь загальнолюдський інтелект і набуті знання в галузі охорони природи та раціонального споживання її ресурсів, розвиваючи міжнародне співробітництво, обмінюючись інформацією, надаючи наукову, матеріальну і технічну допомогу, необхідно домогтись ефективного вирішення головної проблеми – зберегти сферу життя на Землі. Економічна безпека повинна бути основою сталого розвитку.

### ? Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що таке надзвичайні екологічні ситуації?
2. Наведіть кілька прикладів природних та антропогенних катастроф.
3. Назвіть сейсмічно небезпечні райони України.
4. Що таке “антропогенне забруднення”?
5. Вкажіть екологічні наслідки військової діяльності та війн.
6. Які промислові об’єкти належать до екологічно небезпечних?
7. Які наслідки іригаційних робіт для довкілля?
8. До яких наслідків призводить будівництво на великих річках гребель і водосховищ?
9. Чи погоджуєтесь Ви з тезою, що сучасний період життя суспільства є поворотним для розвитку цивілізації?
10. Які зміни відбудуться на планеті у випадку розв’язання атомної війни?
11. Які два “вибухи” стали причиною різкого погіршення екологічної та соціально-економічної ситуації на нашій планеті?
12. Що таке урбанізація та яка її роль у розвитку цивілізації й біосфери?



### План семінарського заняття (2 год.)

1. Науково-технічний прогрес, проблеми екології, джерела екологічної кризи.



2. Деградація біосфери. Роль в ньому виробництва.
3. небезпечні явища і процеси.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Джерела забруднення води.
2. Забруднення ґрунтів.
3. Вплив забруднення води і ґрунтів на здоров'я людей.
4. Джерела та наслідки забруднення атмосфери.
5. Джерела антропогенного забруднення довкілля.
6. Стан повітряного середовища України.
7. Вплив діяльності людини на гідросферу.



### Завдання, вправи, тести

1. Назвіть головні причини розвитку глобальної екологічної кризи.
2. Наведіть кілька прикладів на підтвердження факту наростання глобальної екологічної кризи.
3. Наведіть приклади спустелювання деградації ґрунтів і зникнення лісів на континентах, вкажіть причини цього.
4. Спробуйте оцінити розмір Вашого власного "внеску" в забруднення навколишнього середовища. Для цього складіть перелік видів та кількості споживаних Вами матеріалів та речовин за повну добу та кількості відходів. Після цього підрахуйте річний об'єм вироблених Вами відходів.
5. Який вплив на клімат планети спричинює порушення біогеохімічного циклу вуглецю?
6. Обґрунтуйте, чому антропогенне надходження біогенних елементів до природного середовища порушує екологічну рівновагу.
7. Обговоріть та доведіть, що зміни природного навколишнього середовища, які спостерігаються протягом останніх десятиліть поточного століття, мають характер глобальної екологічної кризи.
8. Поясніть, що таке кислотні опади та чому вони виникають.
9. Обговоріть причини, що викликають запустелювання в Приараллі.
10. Обговоріть, чому екологи зацікавлені в підвищенні продуктивності сільськогосподарських земель?
11. Обговоріть екологічну ситуацію в Україні за останнє десятиліття та причини, що викликають напружену екологічну ситуацію у низці регіонів країни.

## Правові аспекти охорони навколишнього природного середовища



Взаємодія людини і природи є закономірним явищем. Вони не можуть існувати відособлено один від одного. Перш за все, людина за рахунок корисних властивостей природи забезпечує свою життєдіяльність. Втручаючись в природу, людина повинна враховувати її об'єктивні процеси розвитку, сприяти раціональному використанню природних ресурсів, їх збереженню та відновленню, здійснювати охорону довкілля. Все це породжує відносини, які необхідно врегулювати. Таке завдання покладено на екологічне законодавство.

### СУТТЕВО!

Після вивчення матеріалу теми Ви повинні:

Знати

- нормативно-правові акти, що регулюють екологічні відносини;
- об'єкти і принципи правової охорони навколишнього середовища;
- шляхи здійснення екологічної безпеки;
- екологічні права та обов'язки громадян щодо охорони навколишнього середовища;
- як здійснюється управління в галузі охорони навколишнього середовища.

Вміти

- визначати суть та завдання екологічної експертизи, функції контролю і нагляду у галузі охорони навколишнього середовища;
- характеризувати законодавство, яке регулює використання природних ресурсів;
- дати характеристику природним територіям та об'єктам, що підлягають особливій охороні;
- пояснити суть юридичної відповідальності за порушення екологічного законодавства.



### Ключові поняття та терміни

- |   |   |
|---|---|
| • екологічне право                                  | • основні принципи охорони навколишнього середовища |
| • система екологічного законодавства                | • екологічні права громадян України                 |
| • природні ресурси                                  | • екологічна експертиза                             |
| • право власності на природні ресурси               | • контроль і нагляд у галузі охорони природи        |
| • об'єкти правової охорони навколишнього середовища | • Червона книга України                             |



## □ План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- 9.1. Система екологічного законодавства України.
- 9.2. Право власності на природні ресурси.
- 9.3. Об'єкти правової охорони навколишнього природного середовища.
- 9.4. Основні принципи охорони навколишнього природного середовища.
- 9.5. Екологічні права та обов'язки громадян щодо охорони навколишнього природного середовища.
- 9.6. Управління в галузі охорони навколишнього природного середовища.
- 9.7. Екологічна експертиза.
- 9.8. Контроль і нагляд у галузі охорони навколишнього природного середовища.
- 9.9. Види використання природних ресурсів.
- 9.10. Природні території та об'єкти, що підлягають особливій охороні.
- 9.11. Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища.
- 9.12. Відповідальність за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища.

### 9.1. Система екологічного законодавства України

В Україні створена розгалужена система екологічного законодавства. Її основу складає Конституція України, яка визначає засади правового регулювання охорони навколишнього природного середовища. Конституція України встановила право кожного на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування заподіяної шкоди, закріпила обов'язок держави щодо забезпечення екологічної безпеки та підтримання екологічної рівноваги на території України, обов'язок кожного не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодовувати завдані ним збитки. Конституція України встановлює й інші засади екологічного права, зокрема, право на інформацію, на участь у прийнятті рішень та інші.

Центральне місце у системі екологічного законодавства посідає Закон України *“Про охорону навколишнього природного середовища”* від 25 червня 1991 р. Він визначає концептуальні засади правового регулювання екологічних відносин – завдання та основні принципи охорони

навколишнього природного середовища, право власності на природні ресурси та їх використання, екологічні права та обов'язки громадян, повноваження державних органів та органів місцевого самоврядування у галузі охорони навколишнього природного середовища, спостереження, прогнозування, обліку та інформування, стандартизації і нормування у галузі охорони навколишнього природного середовища, відповідальність за порушення екологічного законодавства тощо.

Положення Закону України *“Про охорону навколишнього природного середовища”* в подальшому конкретизовані в низці кодексів та інших законах. В Україні діє низка нормативних актів, основною метою яких є регулювання використання та охорони окремих природних ресурсів. Це: *Земельний кодекс України*, *Водний кодекс України*, *Кодекс України про надра*, *Лісовий кодекс України*, закони України *“Про рослинний світ”*, *“Про тваринний світ”*, *“Про охорону атмосферного повітря”*, *“Про природно-заповідний фонд”*. Також прийнято закони, які регулюють попередження та усунення негативних факторів впливу на довкілля та життя і здоров'я людини. Зокрема, закони України *“Про екологічну експертизу”*, *“Про відходи”*, *“Про пестициди і агрохімікати”*, *“Про зону надзвичайної екологічної ситуації”*, *“Про поводження з радіоактивними відходами”*.

В українському законодавстві спостерігається тенденція його екологізації. Норми, що регулюють екологічні відносини, встановлені і в інших нормативно-правових актах.

### 9.2. Право власності на природні ресурси

**\* Право власності на природні ресурси – це сукупність норм права, що встановлюють володіння, користування та розпорядження цими ресурсами.**

Конституція України встановила, що земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності українського народу. Отже, абсолютне право власності народу зумовлене його природним правом на природні ресурси. Від імені українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування.

З врахуванням публічних і приватних інтересів право власності може здійснюватися у різних правових формах. Тому право власності на

природні ресурси виступає у публічній і приватній формі. Публічна ж власність є двох видів – державна та комунальна.

! *Не всі природні ресурси можуть бути об'єктами різних форм власності. У державній власності можуть перебувати будь-які природні ресурси, зокрема, земля, води, ліси, надра, тваринний і рослинний світ.*

У державній власності перебувають усі землі України, крім земель комунальної та приватної власності. Земельний кодекс України встановлює перелік земель, які не можуть передаватися ні в комунальну (наприклад, землі атомної енергетики та космічної системи, землі оборони), ні в приватну власність (наприклад, землі під державними залізницями, земельні ділянки зон відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи). Право державної власності набувається і реалізується державою в особі Кабінету Міністрів України, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських, районних державних адміністрацій.

У комунальній власності перебувають усі землі в межах населених пунктів, крім земель приватної та державної власності, а також земельні ділянки за їх межами, на яких розташовані об'єкти комунальної власності. Це право реалізується територіальними громадами безпосередньо або через органи місцевого самоврядування.

Право приватної власності на землю реалізується громадянами та юридичними особами. У власності громадян України можуть перебувати землі, крім тих, що є у державній чи комунальній власності. У власності іноземних громадян та осіб без громадянства можуть перебувати землі сільськогосподарського призначення в межах населених пунктів, а також за їх межами, якщо на них розташовані об'єкти нерухомого майна, що належать їм на праві приватної власності. Якщо землі сільськогосподарського призначення прийняті іноземними громадянами чи особами без громадянства у спадщину, то протягом року вони підлягають відчуженню. Юридичні особи набувають землі у приватну власність для здійснення підприємницької діяльності. Іноземні юридичні особи, як і іноземні громадяни, не можуть мати у власності землі сільськогосподарського призначення, такі землі підлягають відчуженню.

Води (водні об'єкти) та ліси є виключною власністю держави. Окремі повноваження власника можуть делегуватися місцевим радам. Проте, *Земельний кодекс України* від 25 жовтня 2001 р. дозволяє надання земель водного і лісового фонду у приватну власність. Громадянам та юридичним особам можуть передаватися у власність замкнені

земельні ділянки лісового фонду загальною площею до 5 га у складі угідь селянських, фермерських та інших господарств. Громадянам та юридичним особам також можуть безоплатно передаватися замкнені природні водойми загальною площею до 3 га.

Об'єкти тваринного світу можуть перебувати у суб'єктів різних форм власності. Об'єкти тваринного світу, які перебувають у стані природної волі та знаходяться в межах території України, її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони є об'єктами державної власності. Об'єкти тваринного світу, які утримуються (зберігаються) підприємствами, установами, організаціями державної або комунальної власності, є об'єктами відповідно державної або комунальної власності. У приватній власності можуть знаходитися об'єкти тваринного світу, вилучені із стану природної волі, розведені (отримані) у напіввільних умовах чи в неволі або набуті іншим не забороненим законом шляхом. Аналогічне правове регулювання встановлено і для об'єктів рослинного світу.

Особливість правового регулювання права власності встановлена для надр. Надра можуть знаходитися тільки у власності держави, а для інших суб'єктів надаватися лише у користування.

Особливості правового регулювання притаманні і для атмосферного повітря. Атмосферне повітря через свою специфіку не може виступати об'єктом права власності жодного суб'єкта. Тому доцільно говорити лише про його використання.

### 9.3. Об'єкти правової охорони навколишнього природного середовища

Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” визначив об'єкти правової охорони навколишнього природного середовища. Державній охороні та регулюванню підлягають:

✧ *навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів;*

✧ *природні ресурси, які залучені в господарський обіг, так і не використовувані в народному господарстві у даний період: \** земля, *\** надра, *\** води, *\** атмосферне повітря, *\** ліс, *\** рослинний світ, *\** тваринний світ;

✧ *території та об'єкти природно-заповідного фонду України й інші території та об'єкти, визначені законодавством України;*

✧ *здоров'я і життя людей від негативного впливу несприятливої екологічної обстановки.*

|| \* *Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави.*

Правовому регулюванню підлягає земля як поверхневий шар ґрунту у його взаємодії з надрами, лісами, водами, рослинним і тваринним світом, атмосферним повітрям. Враховуючи корисні властивості, землі поділяються на:

- *землі сільськогосподарського призначення;*
- *землі житлової та громадської забудови;*
- *землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;*
- *землі оздоровчого та рекреаційного призначення;*
- *землі історико-культурного призначення;*
- *землі лісового та водного фонду;*
- *землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.*

|| \* *Надра – це частина земної кори, що розташована під поверхнею суші та дном водоймищ і простягається до глибин, доступних до геологічного вивчення та освоєння.*

Державний фонд надр складається як з тих, що використовуються, так і тих, що не залучені до використання. Складовим елементом надр є корисні копалини – мінеральні речовини в надрах, на поверхні землі, в джерелах вод і газів, на дні водойм, які за кількістю, якістю та умовами залягання є придатними для промислового використання. Вони поділяються на корисні копалини загальнодержавного та місцевого значення.

\* *Води є національним багатством українського народу, оскільки забезпечують існування людей, тваринного і рослинного світу та є обмеженими й уразливими природними об'єктами. Усі води на території України утворюють водний фонд.*

#### Склад водного фонду

- *поверхневі води (природні водойми (озера), водостоки (річки, струмки), штучні водойми (водосховища, ставки), канали та інші водні об'єкти)*
- *підземні води та джерела*
- *внутрішні морські води та територіальне море*

За своїм значенням водні об'єкти поділяються на загальнодержавні та місцеві.

Водними об'єктами загальнодержавного значення є:

- ⇒ *внутрішні морські води та територіальне море;*
- ⇒ *підземні води, які є джерелом централізованого постачання;*
- ⇒ *поверхневі води (озера, водосховища, річки, канали), що знаходяться і*

*використовуються на території більш як однієї області, а також їх притоки всіх порядків;*

⇒ *водні об'єкти в межах територій природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, а також віднесені до категорії лікувальних.*

До водних об'єктів місцевого значення належать поверхневі води, що знаходяться і використовуються в межах однієї області і які не віднесені до водних об'єктів загальнодержавного значення; підземні води, які не можуть бути джерелом централізованого водопостачання.

|| \* *Атмосферне повітря – це життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який є природною сумішшю газів, що знаходяться за межами жилих, виробничих та інших приміщень.*

Усі ліси та земельні ділянки, які не вкриті лісовою рослинністю, але надані для потреб лісового господарства, утворюють **лісовий фонд України**. До лісового фонду належать усі види зелених насаджень у межах населених пунктів, які не віднесені до категорії лісів, окремі дерева і групи дерев, чагарники на сільськогосподарських угіддях, садибах, присадибних, дачних і садових ділянках. Згідно з чинним законодавством України деревина, технічна і лікарська сировина, кормові, харчові та інші продукти лісу, що використовуються для потреб населення і виробництва, є лісовими ресурсами, які поділяються на ресурси загальнодержавного та місцевого значення.

\* *Рослинний світ* – сукупність усіх видів рослин, а також грибів та утворених ними угруповань на певній території. Природні рослинні ресурси, як і більшість природних ресурсів, поділяються на ресурси загальнодержавного та місцевого значення. До загальнодержавних природних ресурсів належать:

1) об'єкти рослинного світу у межах:

- *внутрішніх морських вод і територіального моря, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони України;*
- *поверхневих вод (озер, водосховищ, річок, каналів), що розташовані та використовуються на території більш ніж однієї області, а також їх притоків усіх порядків;*
- *природних та біосферних заповідників, національних природних парків, а також заказників, пам'яток природи, ботанічних садів, дендрологічних парків, зоологічних парків, парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення;*
- 2) *лісові ресурси державного значення;*
- 3) *рідкісні і такі, що перебувають під загрозою зникнення, та типові*

природні рослинні угруповання тощо.

До природних рослинних ресурсів належать дикорослі та інші несільськогосподарського призначення судинні рослини, мохоподібні, водорості, лишайники, а також гриби, не віднесені до природних ресурсів загальнодержавного значення.

★ **Тваринний світ** є одним з компонентів навколишнього природного середовища, національним багатством України, джерелом духовного та естетичного збагачення і виховання людей. До об'єктів тваринного світу належать дикі тварини (хордові, в тому числі хребетні (ссавці, птахи, плазуни, земноводні, риби та інші) та безхребетні (членистоногі, моллюски, голкошкірі та інші) в усьому їх видовому і популяційному різноманітті та на всіх стадіях розвитку (ембріони, яйця, лялечки тощо), які перебувають у стані природної волі, утримуються у напіввільних умовах чи в неволі), частини диких тварин (роги, шкіра тощо), продукти життєдіяльності диких тварин (мед, віск тощо).

Складовою частиною природного середовища, що підлягає особливій охороні, є природні та штучно створені території та об'єкти природно-заповідного фонду. До них належать природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки та парки-пам'ятники садово-паркового мистецтва.

Об'єктом охорони також є **життя та здоров'я людини** від негативного впливу несприятливої екологічної обстановки. Згідно з основами законодавства України про охорону здоров'я, здоров'я – це стан повного фізичного, душевного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів.

#### 9.4. Основні принципи охорони навколишнього природного середовища

Принципами екологічного права є основоположні начала, на яких будується раціональне використання природних ресурсів, їх відтворення та охорона, екологічна безпека, захист життя і здоров'я людини та довкілля загалом. Принципами права повинні керуватися всі учасники суспільного життя і, в першу чергу, у тих випадках, коли відсутні норми права, що встановлюють відповідні правила поведінки. Тому позитивною рисою Закону України *“Про охорону навколишнього природного середовища”* є встановлення основних принципів охорони довкілля.

Пріоритетність вимог *екологічної безпеки*, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів і лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності визнано законодавцем одним із принципів охорони довкілля. За допомогою цього принципу попереджується погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для життя і здоров'я людини. Екологічна безпека гарантується громадянам України за допомогою реалізації широкого комплексу взаємопов'язаних політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів.

#### Шляхи здійснення екологічної безпеки

- встановлення екологічних вимог до розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введення в дію та експлуатації підприємств, споруд та інших об'єктів
- охорона навколишнього природного середовища при застосуванні засобів захисту рослин, мінеральних добрив, нафти і нафтопродуктів, токсичних хімічних речовин та інших препаратів
- охорона навколишнього природного середовища від неконтрольованого та шкідливого біологічного впливу
- охорона навколишнього природного середовища від акустичного, електромагнітного, іонізуючого та іншого шкідливого впливу фізичних факторів та радіаційного забруднення
- охорона навколишнього природного середовища від забруднення відходами
- встановлення екологічної безпеки транспортних засобів
- додержання вимог екологічної безпеки при проведенні наукових досліджень, впровадженні відкриттів, винаходів, застосуванні нової техніки, імпортного устаткування, технологій і систем
- встановлення вимог екологічної безпеки щодо військових, оборонних об'єктів та військової діяльності
- встановлення екологічних вимог при розміщенні і розвитку населених пунктів

З метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, встановлюються *екологічна стандартизація* (комплекс обов'язкових до виконання вимог) і *нормування* (гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище).

Принцип гарантування екологічно безпечного середовища для життя та здоров'я людей, по суті, є принципом екологічної безпеки людини, що спрямований на збереження життя і здоров'я людини, попередження або зниження негативного впливу факторів довкілля на життя людини.

На комплексне вирішення питань охорони навколишнього природного середовища спрямовані й інші принципи. А саме:

✦ пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість дотримання екологічних стандартів, нормативів і лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

✦ принцип гарантування екологічно безпечного середовища для життя та здоров'я людей;

✦ запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

✦ екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

✦ збереження просторової та видової різноманітності та цілісності природних об'єктів і комплексів;

✦ науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;

✦ обов'язковість екологічної експертизи;

✦ гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;

✦ науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

✦ безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;

✦ стягнення збору за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів, компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

✦ вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної змінності території, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку;

✦ поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;

✦ вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міждержавного співробітництва.

В інших нормативно-правових актах конкретизуються особливості використання та охорони окремих природних ресурсів. Так, у *Земельному кодексі України* встановлено правові засади земельного законодавства, зокрема, поєднання особливостей використання землі як територіального базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва, забезпечення рівності права власності на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави, забезпечення раціонального використання та охорони земель, пріоритету вимог екологічної безпеки.

## 9.5. Екологічні права та обов'язки громадян щодо охорони навколишнього природного середовища

**\* Екологічні права громадян** — це встановлені та гарантовані державою можливості у сфері використання та охорони навколишнього природного середовища. Вони пов'язані з охороною, використанням і відтворенням природних ресурсів, забезпеченням екологічної безпеки, запобіганням і ліквідацією негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереженням природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Вперше в Україні екологічні права громадян були визначені у Законі *“Про охорону навколишнього природного середовища”*. Кожний громадянин має право на:

- безпечне для його життя і здоров'я навколишнє природне середовище;
- участь в обговоренні проектів законодавчих актів, матеріалів щодо розміщення, будівництва і реконструкції об'єктів, які можуть негативно впливати на стан навколишнього природного середовища, та внесення пропозицій до державних і господарських органів, установ та організацій з цих питань;
- участь у розробці та здійсненні заходів щодо охорони навколишнього природного середовища, раціонального та комплексного використання природних ресурсів;
- здійснення загального і спеціального використання природних ресурсів;
- об'єднання в громадські природоохоронні формування;
- одержання у встановленому порядку повної та достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища та його вплив на здоров'я населення;
- участь у проведенні громадської екологічної експертизи;
- одержання екологічної освіти;
- подання до суду позовів до державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян про відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Законодавством можуть бути визначені й інші екологічні права громадян.

Одним з основних кроків на шляху розвитку екологічних прав є Конвенція Європейської Економічної Комісії ООН *“Про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища”*, що прийнята 25 червня 1998 р. у м. Оргусі (Данія). Україна була однією з перших держав, що підписала цю Конвенцію. Конвенція ратифікована Україною у 1999 р. Оргуська конвенція встановила три основних екологічних права — доступ громадськості до екологічної інформації, участь громадськості у процесі прийняття рішень

з питань довкілля та доступ громадськості до правосуддя з питань довкілля.

Законодавство України надає громадськості право на екологічну інформацію. Основними законодавчими актами у сфері еколого-інформаційних відносин є *Конституція України*, Закон України *“Про інформацію”*, Закон України *“Про звернення громадян”*, Закон України *“Про охорону навколишнього природного середовища”*, інші екологічні закони та підзаконні нормативно-правові акти.

Визначення екологічної інформації відсутнє в екологічному законодавстві України. Поняття екологічної інформації подано в Організаційній конвенції. У п. 3 ст. 2 вказано, що екологічна інформація – це будь-яка інформація в письмовій, аудіовізуальній, електронній чи іншій матеріальній формі про:

⇒ стан складових навколишнього середовища, таких як повітря й атмосфера, вода, ґрунт, земля, ландшафт і природні об’єкти, біологічне різноманіття та його компоненти, включаючи генетично змінні організми, та взаємодію між цими складовими;

⇒ фактори, такі, як речовини, енергія, шум і випромінювання, а також діяльність або заходи, включаючи адміністративні заходи, угоди в галузі навколишнього середовища, політику, законодавство, плани і програми, що впливають або можуть впливати на складові навколишнього середовища, зазначені в попередньому підпункті і аналіз затрат і результатів та інший економічний аналіз та припущення, використані в процесі прийняття рішень з питань, що стосуються навколишнього середовища;

⇒ стан здоров’я та безпеки людей, умови життя людей, стан об’єктів культури і споруд тією мірою, якою на них впливає або може вплинути стан складових навколишнього середовища або через ці складові, фактори, діяльність або фактори, зазначені у попередньому пункті.

Конституція України гарантує кожному право вільно збирати, зберігати, використовувати і поширювати інформацію усно, письмово або в інший спосіб, аналогічно як і право вільного доступу до інформації про стан довкілля, якість продуктів харчування та предметів побуту.

Закон України *“Про охорону навколишнього природного середовища”* визнає за громадянами України право на одержання повної та достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища та його вплив на здоров’я населення. У ньому наголошується, що громадські природоохоронні об’єднання мають право одержувати інформацію про стан навколишнього природного середовища, джерела його забруднення, програми і заходи щодо охорони навколишнього природного середовища. Інші екологічні закони передбачають право на отримання того чи іншого виду інформації залежно від сфери регулювання закону. Наприклад, Закон України *“Про відходи”* передбачає право на одержання достовірної інформації про безпеку

об’єктів поводження з відходами – як тих, що вже експлуатуються, так і тих, що планується збудувати.

Конституція України та законодавчі акти надають громадянам право звертатися за отриманням екологічної інформації як до державних органів, так і до суб’єктів господарської діяльності.

Українське законодавство надає громадянам право приймати участь у прийнятті екологічно значущих рішень владними органами. Зокрема, такі норми передбачені *Конституцією України*, законами України *“Про загальноукраїнський та місцевий референдум”*, *“Про звернення громадян”*, *“Про місцеве самоврядування в Україні”*, *“Про екологічну експертизу”*, *“Про охорону навколишнього природного середовища”* та іншими екологічними законами. До екологічно значущих рішень можна віднести: закони, постанови Верховної Ради України, нормативно-правові акти Кабінету Міністрів України, міністерств та відомств, інших виконавчих органів, органів місцевого самоврядування, що регулюють екологічні відносини, та акти індивідуального характеру, що підтверджують, встановлюють, змінюють або скасовують юридичні права чи обов’язки окремих суб’єктів в екологічній сфері.

Основними формами участі громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень є: референдум, звернення громадян, робота з депутатами, громадські (публічні) слухання, збори громадян за місцем їх проживання, залучення експертів від громадськості у робочі групи, створені органами влади з екологічних питань, участь у проведенні екологічної експертизи та у зборах, мітингах, демонстраціях. Наприклад, згідно Закону України *“Про екологічну експертизу”*, громадськість має право на участь у проведенні державної чи громадської екологічної експертизи щодо об’єктів, які можуть негативно впливати на стан навколишнього природного середовища й здоров’я населення. Іншою формою участі громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень є громадські слухання. Так, порядок проведення громадських слухань з питань використання ядерної енергії та радіаційної безпеки затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 18 липня 1998 р.

Екологічним правам громадян кореспондуються й екологічні обов’язки. Закон України *“Про охорону навколишнього природного середовища”* зазначив, що громадяни зобов’язані: берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства відповідно до вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища; здійснювати діяльність з дотриманням вимог екологічної безпеки, інших екологічних нормативів і лімітів використання природних ресурсів; не порушувати екологічні права та законні інтереси інших суб’єктів; вносити

плату за спеціальне використання природних ресурсів і штрафи за екологічні правопорушення; компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє природне середовище.

Громадяни зобов'язані виконувати й інші обов'язки у галузі охорони навколишнього природного середовища згідно зі законодавством України. Такі обов'язки передбачаються у ресурсному законодавстві. Наприклад, згідно ст. 10 Закону України "Про тваринний світ", громадяни зобов'язані охороняти тваринний світ і середовище перебування диких тварин, сприяти відтворенню відновлюваних об'єктів тваринного світу, використовувати об'єкти тваринного світу відповідно до закону, відшкодовувати шкоду, заподіяну ними тваринному світу внаслідок порушення вимог законодавства про охорону, використання і відтворення тваринного світу.

## 9.6. Управління в галузі охорони навколишнього природного середовища

Метою управління в галузі охорони навколишнього природного середовища є реалізація законодавства, контроль за додержанням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних і комплексних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів, досягнення узгодженості дій державних і громадських органів у галузі охорони навколишнього природного середовища (ст. 16 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища").

Для досягнення поставлених завдань управління охороною навколишнього природного середовища здійснюється у декількох напрямках: *▷ спостереження, ▷ дослідження, ▷ екологічної експертизи, ▷ контролю, ▷ прогнозування, ▷ програмування, ▷ інформування* тощо.

Управління охороною навколишнього природного середовища є багатоаспектним явищем і здійснюється різними суб'єктами. Тому виділяють такі види управління:

- ☞ *громадське* – здійснюється громадянами та їх об'єднаннями. Цей вид управління свідчить про демократизацію суспільства;
- ☞ *виробниче* – цей вид управління реалізується у рамках підприємства, установи, організації і спрямований безпосередньо на раціональне природокористування, охорону довкілля конкретним господарюючим чи іншим суб'єктом;
- ☞ *галузеве* – управління, що здійснюється в рамках відповідної галузі чи сфері діяльності, якщо така негативно впливає на довкілля;

☞ *державне* – управління у сфері охорони навколишнього природного середовища є складовою частиною державного управління і здійснюється органами держави та місцевого самоврядування.

Систему державного управління з охорони навколишнього природного середовища утворює сукупність органів, які можна поділити на:

- \* *державні органи та органи місцевого самоврядування;*
- \* *органи загальної та спеціальної компетенції.*

Особливість управління охороною навколишнього природного середовища органів загальної компетенції полягає у тому, що таке управління вони здійснюють поруч з іншими видами державного управління (економіки, соціальної та культурної сфери тощо). До цих органів належать Верховна Рада України, Президент України, Кабінет Міністрів України, Верховна Рада та Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, органи місцевої державної адміністрації, місцеві ради та їх виконавчі органи тощо. Органи спеціальної компетенції створені в першу чергу для здійснення управління охорони навколишнього природного середовища, наприклад, Міністерство екології та природних ресурсів України та його управління на місцях.

Основи управління охороною навколишнього природного середовища закладені в *Конституції України*, яка визначає органи державної влади та місцевого самоврядування та їх загальні повноваження. Конкретизація компетенції органів управління визначається у відповідних законах (ресурсних кодексах і законах та комплексному Законі України "Про охорону навколишнього природного середовища"), а також у підзаконних нормативно-правових актах (наприклад, положеннях про відповідні міністерства, відомства, комітети, управління).

До компетенції *Верховної Ради України* у галузі регулювання відносин щодо охорони навколишнього природного середовища належать:

- ☞ *прийняття екологічних законів. Ними встановлюються права та свободи людини і громадянина, їх гарантії, засади використання природних ресурсів, виключної (морської) економічної зони, континентального шельфу, освоєння космічного простору, основи охорони здоров'я та екологічної безпеки та інші;*
- ☞ *визначення основних напрямів державної політики у галузі охорони навколишнього природного середовища;*
- ☞ *затвердження державних екологічних програм;*
- ☞ *визначення правових основ регулювання відносин у галузі охорони навколишнього природного середовища, в тому числі щодо прийняття рішень про обмеження, зупинення (тимчасово) або припинення діяльності підприємств і об'єктів в разі порушення ними законодавства про охорону навколишнього природного середовища;*
- ☞ *визначення повноважень Рад, порядку організації та діяльності органів управління в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки;*



⇒ встановлення правового режиму зон надзвичайної екологічної ситуації, статусу потерпілих громадян та оголошення таких зон на території республіки;

⇒ інші повноваження, визначені законодавством.

*Президент України* є гарантом державного суверенітету, територіальної цілісності України, додержання Конституції України, прав і свобод людини та громадянина, в тому числі права на безпечне довкілля та інших екологічних прав. Він забезпечує національну безпеку, складовою частиною якої є екологічна безпека. З цією метою в Україні створена Рада національної безпеки і оборони України, яку очолює Президент України. У разі необхідності Рада оголошує окремі місцевості України зонами надзвичайної екологічної ситуації, з наступним затвердженням цих рішень Верховною Радою України.

Вищим органом виконавчої влади, повноважним здійснювати державне управління, є *Кабінет Міністрів України*. У галузі охорони навколишнього природного середовища він:

⇒ здійснює реалізацію визначеної Верховною Радою України екологічної політики;

⇒ забезпечує розробку державних республіканських, міждержавних і регіональних екологічних програм;

⇒ координує діяльність міністерств, відомств, інших установ та організацій України у питаннях охорони навколишнього природного середовища;

⇒ встановлює порядок утворення та використання Державного фонду охорони навколишнього природного середовища, затверджує перелік природоохоронних заходів;

⇒ встановлює порядок розробки та затвердження екологічних нормативів, лімітів використання природних ресурсів, скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, розміщення відходів;

⇒ встановлює порядок визначення збору та їх граничних розмірів за користування природними ресурсами, забруднення навколишнього природного середовища, розміщення відходів, інші види шкідливого впливу на нього;

⇒ приймає рішення про організацію територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення;

⇒ організує екологічне виховання та екологічну освіту громадян;

⇒ приймає рішення про зупинення (тимчасово) або припинення діяльності підприємств, установ і організацій, незалежно від форм власності та підпорядкування, в разі порушення ними законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

⇒ керує зовнішніми зв'язками України в галузі охорони навколишнього природного середовища та здійснює інші повноваження щодо управління охороною навколишнього природного середовища.

Загальне державне управління охороною навколишнього природного середовища здійснюють *Верховна Рада* та *Рада Міністрів Автономної Республіки Крим*. Їх компетенція обумовлюється територією, на яку розповсюджується її повноваження.

Державна виконавча влада на місцях здійснюється місцевими державними адміністраціями, що створюються в областях, районах і містах

Києві та Севастополі. Порядок їх створення та повноваження, у тому числі в екологічній сфері, визначено у Законі України “Про місцеві державні адміністрації” від 5 травня 1999 р. На відповідній території місцеві державні адміністрації забезпечують виконання програм охорони довкілля, реалізацію делегованих їм функцій та ін.

Спеціально створеним органом для здійснення управлінських і контролюючих функцій у сфері охорони навколишнього природного середовища є *Міністерство екології та природних ресурсів України*. Положення про це Міністерство затверджено указом Президента України від 29 травня 2000 р. В Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі створені державні управління екології та природних ресурсів, що входять в систему місцевих органів Міністерства. 11 серпня 2000 р. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України затверджено Положення про вказані управління. До компетенції спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів і його органів на місцях належать:

⇒ здійснення комплексного управління в галузі охорони навколишнього природного середовища в державі, проведення єдиної науково-технічної політики з питань охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів, координація діяльності міністерств, відомств, підприємств, установ та організацій в цій галузі;

⇒ державний контроль за використанням і охороною земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів та іншої рослинності, тваринного світу, морського середовища та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу і виключної (морської) економічної зони держави, а також за додержанням норм екологічної безпеки;

⇒ організація моніторингу навколишнього природного середовища, створення і забезпечення роботи екологічної інформаційної системи;

⇒ затвердження нормативів, правил, участь у розробці стандартів щодо регулювання використання природних ресурсів і охорони навколишнього природного середовища від забруднення та інших шкідливих впливів;

⇒ здійснення державної екологічної експертизи;

⇒ одержання безоплатно від міністерств, відомств, підприємств, установ та організацій інформації, необхідної для виконання покладених на нього завдань;

⇒ видача дозволів на захоронення (складування) відходів, викиди шкідливих речовин у навколишнє природне середовище, на спеціальне використання природних ресурсів відповідно до законодавства України;

⇒ обмеження чи зупинення (тимчасово) діяльності підприємств і об'єктів, незалежно від їх підпорядкування та форм власності, якщо їх експлуатація здійснюється з порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища, вимог і дозволів на використання природних ресурсів, з перевищенням нормативів гранично допустимих викидів і лімітів скидів забруднюючих речовин;

⇒ подання позовів про відшкодування збитків і втрат, заподіяних в результаті порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

⇒ складання протоколів та розгляд справ про адміністративні правопорушення в



галузі охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів;

- ⇒ керівництво заповідною справою, ведення Червоної книги України;
- ⇒ координація роботи інших спеціально уповноважених органів державного управління в галузі охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів;
- ⇒ здійснення міжнародного співробітництва з питань охорони навколишнього природного середовища, вивчення, узагальнення і поширення міжнародного досвіду в цій галузі, організація виконання зобов'язань України відповідно до міжнародних угод з питань охорони навколишнього природного середовища.

В Україні створені й інші органи спеціальної компетенції. Як правило, їх управлінські функції пов'язані з охороною окремих видів природних ресурсів. Здійснюючи управління охороною навколишнього природного середовища, вони координують свою діяльність з Міністерством екології та природних ресурсів. До таких органів належать *Державний комітет України по земельних ресурсах, Державний комітет України по водному господарству, Державний комітет лісового господарства України, Державний комітет ядерного регулювання України, Державний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України* тощо.

Законодавець визнав участь громадськості в охороні навколишнього природного середовища одним із принципів екологічного права. На цьому принципі побудоване також управління охорони довкілля. У статті 21 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” встановлено приблизний перелік повноважень громадських об'єднань у галузі охорони навколишнього природного середовища. Вони мають право **\*розробляти і пропагувати свої природоохоронні програми; \*утворювати громадські фонди охорони природи; \*виконувати роботи по охороні та відтворенню природних ресурсів, збереженню та поліпшенню стану навколишнього природного середовища; \*брати участь у проведенні спеціально уповноваженими державними органами управління в галузі охорони навколишнього природного середовища перевірок виконання підприємствами, установами та організаціями природоохоронних планів і заходів; \*проводити громадську екологічну експертизу, обнародувати її результати і передавати їх органам, уповноваженим приймати рішення. Повноваження громадськості в управлінській сфері можуть передбачатися і в інших нормативно-правових актах.**

## 9.7. Екологічна експертиза

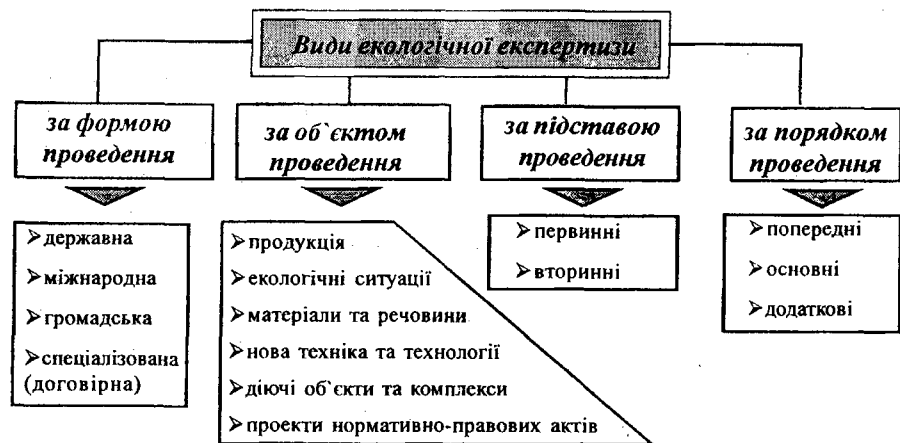
З метою попередження негативного впливу антропогенної діяльності на стан довкілля та здоров'я людей, а також оцінки ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах проводиться **екологічна експертиза**. Її проведення встановлює відповідність чи невідповідність антропогенної діяльності екологічним вимогам і можливість або неможливість реалізації об'єкту, що в подальшому може вплинути на навколишнє природне середовище. Засади проведення екологічної експертизи, її суб'єкти та об'єкти, принципи її здійснення передбачені в Законі України “Про охорону навколишнього природного середовища” та Законі України “Про екологічну експертизу” від 9 лютого 1995 р.

**\* Екологічна експертиза в Україні** – це вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколога-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

### Завдання екологічної експертизи

- визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності
- організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи
- встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, будівельних норм і правил
- оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища і якість природних ресурсів
- оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища
- підготовка об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи

Проведення екологічної експертизи базується на принципах законності, обов'язковості, обґрунтованості, екологічної безпеки, гарантування безпечного для життя та здоров'я людей навколишнього природного середовища тощо. Важливим принципом також є участь громадськості в проведенні екологічної експертизи та врахування її думки. У законодавстві передбачено такі форми реалізації цього принципу:



- проведення публічних слухань або відкритих засідань,
- виступи у засобах масової інформації,
- подання письмових зауважень, пропозицій і рекомендацій,
- включення представників громадськості до складу експертних комісій, груп по проведенню громадської екологічної експертизи.

Еколого-експертні органи чи формування після завершення екологічної експертизи повідомляють про її висновки через засоби масової інформації, що дає можливість оскарженню громадськістю висновків такої експертизи.

Усі екологічні експертизи мають спільну мету, вони можуть проводитися одночасно, проте порядок їх проведення та реалізація їх висновків є різними. Найбільш чітко у законодавстві визначено правове регулювання державної та громадської екологічної експертизи, що дозволяє провести їх розмежування. Відмінності між державною та громадською екологічними експертизами лежать у площині обов'язковості їх проведення, обов'язковості виконання їх висновків і джерелах фінансування.

*Державна екологічна експертиза* обов'язково проводиться для видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 554. У законодавстві чітко визначені об'єкти, що підлягають державній екологічній експертизі. До таких об'єктів належать, наприклад, державні інвестиційні програми, проекти схем розвитку і розміщення продуктивних сил, розвитку окремих галузей народного господарства; проекти генеральних планів населених пунктів,

схем районного планування, схем генеральних планів промислових вузлів, схем розміщення підприємств у промислових вузлах і районах, схем упорядкування промислової забудови; інвестиційні проекти, техніко-економічні обґрунтування і розрахунки, проекти і робочі проекти на будівництво нових та розширення, реконструкцію, технічне переозброєння діючих підприємств.

Державна екологічна експертиза організується і проводиться еколого-експертними підрозділами, спеціалізованими установами, організаціями або спеціально створюваними комісіями спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів, його органів на місцях із залученням інших органів державної виконавчої влади. Громадська екологічна експертиза – тимчасовими або постійними еколого-експертними колективами, громадськими організаціями чи іншими громадськими формуваннями.

Фінансування державної екологічної експертизи здійснюється її замовником. Якщо експертиза проводиться щодо об'єктів, які реалізуються за рахунок державних капіталовкладень, то вона фінансується за рахунок державного бюджету. Аналогічно державна екологічна експертиза фінансується за рахунок коштів державного бюджету, бюджету Автономної Республіки Крим, місцевих бюджетів, а також відповідних позабюджетних фондів охорони навколишнього природного середовища, якщо вона проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України, уряду Автономної Республіки Крим, місцевих рад чи їх виконавчих комітетів. Громадська екологічна експертиза фінансується за рахунок коштів об'єднань громадян, громадських природоохоронних та інших фондів, а також цільових добровільних грошових внесків громадян, підприємств, установ і організацій.

Висновки державної екологічної експертизи мають обов'язкове юридичне значення. Тому суб'єкти екологічної експертизи зобов'язані їх виконувати. Висновки ж громадської екологічної експертизи носять рекомендаційний характер. Тому вони можуть бути враховані при проведенні державної екологічної експертизи, а також при прийнятті рішень щодо подальшої реалізації об'єкта екологічної експертизи. Для доведення до відома зацікавлених осіб громадськість може висвітлювати висновки у засобах масової інформації, надсилати відповідним радам, органам виконавчої влади на місцях, органам державної екологічної експертизи, іншим органам та особам і замовникам об'єктів екологічної експертизи, стосовно яких вона проводилася.

Екологічні експертизи можуть містити наступні висновки:

☞ схвалення – проект відповідає екологічним вимогам і може

реалізуватися;

☞ *повернення на доопрацювання* – проект не повністю відповідає екологічним вимогам і потребує доопрацювання;

☞ *відхилення* – проект суперечить екологічним вимогам і не може бути реалізований.

Реалізація проектів і програм чи діяльності без позитивних висновків державної екологічної експертизи забороняється. Висновки екологічної експертизи та рішення, прийняті на їх основі, можуть бути оскаржені та скасовані.

## 9.8. Контроль і нагляд у галузі охорони навколишнього природного середовища

*\* Перевірка повноважними (компетентними) суб'єктами права дотримання та виконання вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища називається екологічним контролем.*

Контроль у галузі охорони навколишнього природного середовища здійснюється з метою забезпечення додержання вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища всіма державними органами, підприємствами, установами та організаціями, незалежно від форм власності і підпорядкування, а також громадянами. Для реалізації цих завдань контроль за дотриманням законодавства про охорону навколишнього природного середовища оперує трьома функціями – превентивною, інформаційною та каральною. Основним змістом превентивної функції є попередження порушень законодавства про охорону навколишнього природного середовища незалежно від суб'єкта права. Здійснюючи контроль за діяльністю юридичних і фізичних осіб, компетентні органи держави та місцевого самоврядування накопичують інформацію про природоохоронну діяльність підконтрольних об'єктів. Суть каральної функції полягає в тому, що до осіб, винних у порушенні екологічного законодавства, компетентні органи застосовують заходи державного примусу.

Екологічний контроль може здійснюватися різними суб'єктами. Тому розрізняють *⇒державний, ⇒відомчий, ⇒виробничий і ⇒громадський контроль*.

*Державному контролю* підлягають використання і охорона земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів та іншої рослинності, тваринного світу, морського середовища та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу та виключної

(морської) економічної зони республіки, природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, стан навколишнього природного середовища. Державний контроль має надвідомчий характер і здійснюється щодо всіх юридичних і фізичних осіб у галузі охорони навколишнього природного середовища. Його проводять центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, а також спеціально уповноважені органи у сфері екології. У свою чергу державний екологічний контроль поділяють на загальний і спеціальний. *Загальний контроль* здійснюється органами загальної юрисдикції. *Спеціальний контроль* – органами спеціальної компетенції, наприклад, Міністерством екології та природних ресурсів України та його управліннями на місцях.

*Відомчий контроль* проводиться відповідними органами центральної виконавчої влади (міністерствами, комітетами, відомствами) щодо підприємств, установ, організацій, що входять у сферу їх управління.

*Виробничий екологічний контроль* здійснюється щодо конкретних виробництв та їх впливу на навколишнє природне середовище. Цей вид контролю може здійснюватися відповідними структурними підрозділами підприємства (наприклад, природоохоронними лабораторіями, відділами з охорони природи).

*Громадський екологічний контроль* може здійснюватися як самими громадянами, так і їх утвореннями (наприклад, Українським товариством охорони природи, Українським товариством мисливців та рибалок). Законодавство України передбачає різні форми здійснення громадською контрольною функції, зокрема, при одержанні екологічної інформації, участі в прийнятті екологічно вагомих рішень, оскарження незаконних актів, дій чи бездіяльності у суді, безпосередньої участі у здійсненні перевірок дотримання екологічного законодавства.

Громадський контроль у галузі охорони навколишнього природного середовища здійснюється громадськими інспекторами охорони навколишнього природного середовища згідно з Положенням, яке затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів. Наприклад, 14 липня 1997 р. наказом Міністерства рибного господарства України затверджено Положення про громадських інспекторів рибоохорони, а 5 липня 1999 р. наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України затверджено Положення про громадських інспекторів з охорони навколишнього природного середовища.

Громадські інспектори охорони навколишнього природного середовища:

⇒ беруть участь у проведенні спільно з працівниками органів державного контролю рейдів та перевірок додержання підприємствами, установами, організаціями та громадянами законодавства про охорону навколишнього природного середовища, додержання норм екологічної безпеки та використання природних ресурсів;

⇒ проводять перевірки і складають протоколи про порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища і подають їх органам державного контролю в галузі охорони навколишнього природного середовища та правоохоронним органам для притягнення винних до відповідальності;

⇒ подають допомогу органам державного контролю в галузі охорони навколишнього природного середовища в діяльності по запобіганню екологічним правопорушенням.

Наведений перелік повноважень громадськості щодо здійснення контролю не є вичерпним і в інших нормативно-правових актах можуть бути передбачені додаткові функції та повноваження.

## 9.9. Види використання природних ресурсів

Українське законодавство визначає суб'єкти та об'єкти природокористування, їх права та обов'язки, принципи та порядок реалізації природокористування тощо. Норми інституту природокористування визначені в Конституції України, Законі України *“Про охорону навколишнього природного середовища”*, ресурсних кодексах України (земельному, лісовому, водному, про надра), спеціальних законах України (наприклад, *“Про рослинний світ”*, *“Про тваринний світ”*, *“Про охорону атмосферного повітря”*, *“Про природно-заповідний фонд”*).

Поняття природокористування як правовідносин є сукупністю прав і обов'язків суб'єктів, що здійснюють таке користування.

Можливість безпосередньої експлуатації природного об'єкту для задоволення своїх потреб та інтересів називається суб'єктивним правом. Реалізуючи право природокористування, громадяни, підприємства, установи та організації повинні дотримуватися вимог раціонального і економного використання природних ресурсів на основі широкого застосування новітніх технологій, здійснення заходів щодо запобігання псуванню, забрудненню, виснаженню природних ресурсів, негативному впливу на стан навколишнього природного середовища, відтворення відновлюваних природних ресурсів тощо.

У законодавстві та науці екологічного права виділяють декілька критеріїв класифікації права природокористування на окремі види, що дозволяє повніше розкрити його зміст. Такими підставами можуть бути:

об'єкти та суб'єкти права природокористування, цільове призначення природо-користування, підстави виникнення права природокористування та інші.

За *об'єктами* право природокористування поділяється на:

- *право водокористування;*
- *право землекористування;*
- *право користування атмосферним повітрям;*
- *право користування надрами;*
- *право користування рослинним світом;*
- *право користування тваринним світом;*
- *право лісокористування.*

Диференціацію права природокористування можна провести за цільовим призначенням використання природних ресурсів. Як правило, цільове призначення природних ресурсів визначається у ресурсних нормативно-правових актах. Згідно зі Законом України *“Про тваринний світ”*, здійснюються такі види використання об'єктів тваринного світу:

- *мисливство, рибальство, включаючи добування водних безхребетних тварин;*
- *використання об'єктів тваринного світу в наукових, культурно-освітніх, виховних та естетичних цілях;*
- *використання корисних властивостей життєдіяльності тварин – природних санітарів середовища, запилювачів рослин тощо;*
- *використання диких тварин з метою отримання продуктів їх життєдіяльності;*
- *добування (придбання) диких тварин з метою їх утримання і розведення у напіввільних умовах чи неволі.*

*Кодекс України про надра* передбачає можливість використання надр для геологічного вивчення, в тому числі дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення; видобування корисних копалин; будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин, у тому числі споруд для підземного зберігання нафти, газу та інших речовин і матеріалів, захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва, скидання стічних вод; створення геологічних територій та об'єктів, що мають важливе наукове, культурне, санітарно-оздоровче значення та задоволення інших потреб.

За *значущістю природних ресурсів* розрізняють використання природних ресурсів загальнодержавного та місцевого значення. До природних ресурсів загальнодержавного значення належать:

- *територіальні та внутрішні морські води;*
- *природні ресурси континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони;*
- *атмосферне повітря, підземні води, поверхневі води, що знаходяться або використовуються на території більш як однієї області;*
- *лісові ресурси державного значення;*

Природні ресурси в межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення;

Дикі тварини, що перебувають у стані природної волі, а також інші об'єкти тваринного світу у межах територіальних і внутрішніх морських вод, водойм, розташованих на території більш ніж однієї області, державних мисливських угідь, лісів державного значення, а також види тварин і рослин, занесені до Червоної книги України, корисні копалини, за винятком загальнопоширених та інші.

До природних ресурсів місцевого значення належать природні ресурси, не віднесені законодавством України до природних ресурсів загально-державного значення.

Поклавши в основу поділу суб'єкт, право природокористування можна поділити на право природокористування громадян і право природокористування підприємств, установ, організацій.

Законодавець за суб'єктами права виділяє первинне та вторинне природокористування. Водний кодекс України визнає первинними водокористувачами тих суб'єктів, що мають власні водозабірні споруди і відповідне обладнання для забору води, а вторинними – осіб, що не мають власних водозабірних споруд і отримують воду з водозабірних споруд первинних водокористувачів та скидають стічні води в їх системи на умовах, що встановлюються між ними.

За строком здійснення право природокористування поділяється на постійне або тимчасове. Постійним є природокористування, що здійснюється без заздальгід встановленого строку і, навпаки, тимчасове природо-користування здійснюється протягом строку, визначеному наперед. Тимчасове природокористування може бути довгостроковим або короткостроковим. Наприклад, спеціальне водокористування може бути короткостроковим (до трьох років) або довгостроковим (від трьох до двадцяти п'яти років). Особливим видом тимчасового природокористування законодавець виділяє користування на умовах оренди.

Законодавець за критерієм порядку виникнення права виділяє загальне та спеціальне природокористування.

#### Характерні ознаки загального природокористування

- це право виникає безпосередньо з нормативно-правових актів
- воно встановлюється для задоволення життєво необхідних потреб (естетичних, оздоровчих, рекреаційних, матеріальних тощо)
- його реалізація є безоплатною
- громадяни здійснюють це право без закріплення природних ресурсів за окремими особами
- це право реалізується без надання відповідних дозволів
- обмеження цього права передбачаються лише у законодавстві

У порядку загального використання природних рослинних ресурсів громадяни можуть збирати лікарську і технічну сировину, квіти, ягоди, плоди, гриби та інші харчові продукти для задоволення власних потреб, а також використовувати ці ресурси в рекреаційних, оздоровчих, культурно-освітніх та виховних цілях.

Ст. 9 Закону України "Про рослинний світ"

Проте законодавець заборонив збирання у порядку загального використання дикорослих рослин, віднесених до переліку наркотиковмісних рослин, їх плодів, насіння, післяжнивних залишків, відходів сировини.

Спеціальне природокористування, як правило, здійснюється для задоволення економічних потреб та інтересів суб'єктів. Воно здійснюється на підставі (1) спеціальних дозволів, зареєстрованих у встановленому порядку, (2) за плату та (3) потребує виділення окремих частин природних об'єктів у відособлене користування. Зокрема, спеціальне використання природних рослинних ресурсів здійснюється за дозволом на основі встановлених лімітів для задоволення виробничих і наукових потреб, а також з метою отримання прибутку від реалізації цих ресурсів або продуктів їх переробки. Таке використання є платним.

### 9.10. Природні території та об'єкти, що підлягають особливій охороні

З метою збереження екологічної цінності унікальних і типових природних комплексів, сприятливої екологічної обстановки, попередження та стабілізації негативних природних процесів і явищ, в Україні прийнято програмні та правові акти щодо охорони природних територій та об'єктів. До них належать Програма перспективного розвитку заповідної справи в Україні, затверджена Верховною Радою України 22 вересня 1994 р., Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки, затверджена Верховною Радою України 21 вересня 2001 р., Земельний кодекс України, Водний кодекс України, Лісовий кодекс України, закони України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про природно-заповідний фонд", "Про курорти" тощо.

До природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, входять території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні та лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні та інші типи територій та об'єктів, що визначаються законодавством України.

До природно-заповідного фонду України належать:

\* **Природні території та об'єкти**, зокрема, такі, як

✧ **природні заповідники** – природоохоронні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження в природному стані типових або унікальних для даної ландшафтно-зони природних комплексів з усією сукупністю їх компонентів, вивчення природних процесів і явищ, що відбуваються в них, розробки наукових засад охорони навколишнього природного середовища, ефективного використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

✧ **біосферні заповідники** – природоохоронні, науково-дослідні установи міжнародного значення, що створюються з метою збереження в природному стані найбільш типових природних комплексів біосфери, здійснення фонових екологічних моніторингу, вивчення навколишнього природного середовища, його змін під дією антропогенних факторів;

✧ **національні природні парки** – природоохоронні, рекреаційні, культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність;

✧ **регіональні ландшафтні парки** – природоохоронні, рекреаційні установи місцевого чи регіонального значення, що створюються з метою збереження в природному стані типових або унікальних природних комплексів та об'єктів, а також забезпечення умов для організованого відпочинку населення;

✧ **заказники** – це природні території (акваторії), створені з метою збереження і відтворення природних комплексів чи їх окремих компонентів;

✧ **пам'ятки природи** – окремі унікальні природні утворення, що мають особливе природоохоронне, наукове, естетичне і пізнавальне значення, з метою збереження їх у природному стані;

✧ **заповідні урочища** – лісові, степові, болотні та інші відокремлені цілісні ландшафти, що мають важливе наукове, природоохоронне і естетичне значення, з метою збереження їх у природному стані;

✧ **Штучно створені об'єкти**, такі, як

✧ **ботанічні сади** – науково-дослідні природоохоронні установи, що створюються з метою збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах та ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої та світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної та освітньої роботи;

✧ **дендрологічні парки** – науково-дослідні природоохоронні установи, що створюються з метою збереження і вивчення у спеціально створених умовах різноманітних видів дерев і чагарників та їх композицій для найбільш ефективного наукового, культурного, рекреаційного та іншого використання;

✧ **зоологічні парки** – природоохоронні культурно-освітні та науково-дослідні установи, що створюються з метою організації екологічної освітньо-виховної роботи, створення експозицій рідкісних, екзотичних та місцевих видів тварин, збереження їх генофонду, вивчення дикої фауни і розробки наукових основ її розведення у неволі;

✧ **парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва** – природоохоронні рекреаційні установи, що створюються з метою охорони і використання найбільш визначних та цінних зразків паркового будівництва в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях.

Порядок організації, використання і охорони територій та об'єктів

природно-заповідного фонду, додаткові їх категорії визначаються законодавством України та Автономної Республіки Крим;

✧ **Курортні та лікувально-оздоровчі зони** – території, які мають виражені природні лікувальні фактори: мінеральні джерела, кліматичні та інші умови, сприятливі для лікування і оздоровлення людей. З метою захисту цих зон встановлюються округи їх санітарної охорони.

У межах курортних і лікувально-оздоровчих зон заборонено діяльність, яка суперечить їх цільовому призначенню або може негативно впливати на лікувальні якості та санітарний стан території, що підлягає особливій охороні.

✧ **Рекреаційні зони** є ділянки суші та водного простору, призначені для організованого масового відпочинку населення і туризму. Такі зони повинні використовуватися лише за цільовим призначенням, тому на їх території забороняються:

а) господарська та інша діяльність, що негативно впливає на навколишнє природне середовище або може перешкодити використанню їх за цільовим призначенням;

б) зміни природного ландшафту та проведення інших дій, що суперечать використанню цих зон за прямим призначенням.

**Рідкісні і такі, що перебувають (зростають) під загрозою зникнення у природних умовах на території республіки, види тварин і рослин** підлягають особливій охороні і заносяться до Червоної книги України.

✧ **Червона книга України** – це офіційний державний документ, який містить перелік рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного і рослинного світу у межах території України, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони, а також узагальнені відомості про сучасний стан цих видів тваринного і рослинного світу та заходи щодо їх збереження і відтворення.

Червона книга містить сім категорій видів тваринного та рослинного світу, а їх диференціація залежить від небезпеки зникнення того чи іншого виду. Це категорії: *Зниклі*, *Зниклі в природі*, *Зникаючі*, *Вразливі*, *Рідкісні*, *Неоцінені* та *Недостатньо відомі*.

7 лютого 2002 р. Верховною Радою України прийнято Закон “Про Червону книгу України”, що встановлює поняття та об'єкти Червоної книги України, повноваження державних органів у сфері управління та контролю щодо охорони, використання та відтворення рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів тваринного і рослинного світу, занесених до Червоної книги, порядок організації та ведення

Червоної книги, умови використання об'єктів і відповідальність за порушення законодавства про Червону книгу.

### 9.11. Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища

З метою забезпечення реалізації державної політики у сфері збереження і охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів створюється система заходів, зокрема, адміністративно-управлінських, економічних тощо. Життєдіяльність цієї системи полягає в комплексній реалізації всіх її структурних елементів. Як показує досвід, надання абсолютної переваги одному з них спричиняє негативні наслідки для довкілля. Варто згадати адміністративно-управлінську політику радянської держави чи недавні події раптового переходу до ринкової економіки, що призвело до варварського та нищівного використання природних ресурсів. Саме застосування сукупності всіх механізмів і в їх поєднанні дозволяє досягнути раціонального природокористування, збереження та охорони навколишнього природного середовища.

Сукупність економічних заходів, спрямованих на раціональне природокористування і охорону навколишнього середовища, утворює *економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища*. Його основи передбачені у Законі України *“Про охорону навколишнього природного середовища”*, а саме:

➤ *взаємозв'язок усієї управлінської, науково-технічної та господарської діяльності підприємств, установ та організацій з раціональним використанням природних ресурсів та ефективністю заходів з охорони навколишнього природного середовища на основі економічних важелів;*

➤ *визначення джерел фінансування заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;*

➤ *встановлення лімітів використання природних ресурсів, скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище та на утворення і розміщення відходів;*

➤ *встановлення нормативів збору і розмірів зборів за використання природних ресурсів, викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, на утворення і розміщення відходів та інші види шкідливого впливу;*

➤ *надання підприємствам, установам і організаціям, а також громадянам податкових, кредитних та інших пільг при впровадженні ними маловідходних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій і нетрадиційних видів енергії, здійсненні інших ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;*

➤ *відшкодування в установленому порядку збитків, завданих порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища.*

Науковці критично підходять до наведених законодавцем економічних заходів, оскільки окремі з них не можна віднести до таких, а щодо інших існують спірні думки. Незважаючи на спірність питання, до основних елементів економічного механізму охорони навколишнього природного середовища належать: фінансування, спеціальні збори, заходи стимулювання та еколого-економічні гарантії.

Фінансування заходів з охорони навколишнього природного середовища здійснюється за рахунок:

1) коштів різного рівня бюджетів

• *Державного бюджету України;*

• *республіканського бюджету Автономної Республіки Крим;*

• *місцевих бюджетів;*

2) коштів підприємств, установ, організацій;

3) фондів охорони навколишнього природного середовища

• *державного;*

• *Автономної Республіки Крим;*

• *місцевих.*

Кабінетом Міністрів України прийнято низку нормативно-правових актів, що визначають порядок формування фондів охорони навколишнього природного середовища та витрачання їх коштів. 7 травня 1998 р. затверджено *Положення про Державний фонд охорони навколишнього природного середовища*, 5 липня 1999 р. визначено порядок використання коштів фондів охорони навколишнього природного середовища;

4) добровільних внесків;

5) інших коштів.

В Україні встановлено *спеціальні збори* в системі економічного механізму охорони навколишнього природного середовища. До них належать:

1) *збір за спеціальне використання природних ресурсів*, що встановлюється на основі нормативів збору і лімітів їх використання. Правове регулювання встановлення лімітів використання природних ресурсів залежить від їх виду. Так, визначення лімітів використання природних ресурсів загально-державного значення є компетенцією Кабінету Міністрів України (такі ліміти встановлені у його постанові від 10 серпня 1992 р. № 459), а інших природних ресурсів – Верховної Ради Автономної Республіки Крим, обласних, міських (міст загально-державного значення) рад.

Правове регулювання збору за спеціальне використання конкретних природних ресурсів встановлюється у відповідних ресурсних нормативно-правових актах. Наприклад, збір за спеціальне використання:



➤ водних ресурсів справляється згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 18 травня 1999 р. “Про затвердження нормативів збору за спеціальне використання водних ресурсів та збору за користування водами для потреб гідроенергетики і водного транспорту”;

➤ надр справляється згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 12 вересня 1997 р. “Про затвердження базових нормативів плати за користування надрами для видобування корисних копалин та Порядку справляння плати за користування надрами для видобування корисних копалин”;

➤ лісових ресурсів справляється згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 6 липня 1998 р. “Про затвердження Порядку справляння збору за спеціальне використання лісових ресурсів та користування земельними ділянками лісового фонду”;

2) збір за забруднення навколишнього природного середовища. Цей збір встановлюється у вигляді:

- фіксованих зборів, що сплачуються за забруднення довкілля в межах нормативів викидів (скидів) забруднюючих речовин і розміщення відходів;
- штрафних зборів, що сплачуються за забруднення навколишнього природного середовища понад нормативи викидів (скидів) забруднюючих речовин і розміщення відходів.

Порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 р. № 303;

3) збір за погіршення якості природних ресурсів. Цей збір встановлюється за погіршення природних ресурсів шляхом, наприклад, зниження родючості ґрунтів, продуктивності лісів, рибопродуктивності водойм, у результаті володіння та користування цими ресурсами.

З метою підвищення зацікавленості господарюючих суб'єктів у раціональному використанні природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища, в економічний механізм введено стимулюючі заходи. Їх суть полягає у встановленні певних пільг. Такими пільгами є:

➤ встановлення пільгового оподаткування юридичних і фізичних осіб при їх переході на маловідхідні та ресурсо- і енергозберігаючі технології, організації виробництва та впровадженні очисного обладнання для утилізації та знешкодження відходів, вжиття інших заходів, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів та охорону навколишнього природного середовища;

➤ надання пільгових короткострокових і довгострокових позичок для реалізації заходів, спрямованих на охорону навколишнього природного середовища;

➤ встановлення підвищених норм амортизації основних виробничих природоохоронних фондів;

➤ звільнення від оподаткування фондів охорони навколишнього природного середовища;

➤ передача частини коштів фондів охорони навколишнього природного середовища на договірних умовах підприємствам, установам, організаціям і громадянам на заходи для гарантованого зниження скидів і викидів забруднюючих речовин і зменшення

шкідливих фізичних, хімічних та біологічних впливів на стан навколишнього природного середовища, на розвиток екологічно безпечних технологій і виробництв;

➤ надання можливості одержання природних ресурсів під заставу тощо.

Еколого-правові гарантії охоплюють екологічне страхування, окремі автори відносять до них і екологічний аудит. У Законі України “Про охорону навколишнього природного середовища” передбачена можливість запровадження страхування громадян та їх майна, майна і доходів підприємств, установ, організацій на випадок шкоди, заподіяної внаслідок забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів. Проте, така гарантія на практиці фактично не застосовується.

## 9.12. Відповідальність за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища

Складовою частиною механізму забезпечення раціонального природо-користування, відновлення екологічних об'єктів і охорони навколишнього природного середовища є юридична відповідальність за порушення екологічного законодавства. Її суть полягає в тому, що особа, яка порушила законодавство про охорону навколишнього природного середовища, зобов'язана понести негативні наслідки, що забезпечується у свою чергу примусом держави.

За порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища може настати дисциплінарна, адміністративна, цивільна та кримінальна відповідальність. Підставою притягнення особи до відповідальності є вчинення правопорушення. В науковій і навчальній літературі таке правопорушення називається екологічним. Екологічне правопорушення складається з ⇨об'єкту, ⇨суб'єкту, ⇨об'єктивної сторони та ⇨суб'єктивної сторони.

\* Об'єктом екологічного правопорушення є врегульовані правом суспільні відносини у сфері навколишнього природного середовища, що охоплюють відносини власності на природні ресурси, природо-користування, охорони довкілля від негативного впливу та захисту екологічних прав та інтересів людини і громадянина.

\* Суб'єктом екологічного правопорушення є юридичні особи (наприклад, резиденти і нерезиденти України, органи держави і місцевого самоврядування, підприємницькі та непідприємницькі структури) та фізичні особи (наприклад, посадові (службові) особи, працівники, громадяни України, іноземні громадяни, особи без громадянства).

\* Об'єктивна сторона екологічного правопорушення охоплює три



елементи:

- ⇒ *протиправні діяння (дії чи бездіяльність);*
- ⇒ *заподіяння або реальна загроза заподіяння шкоди чи порушення законних прав та інтересів суб'єктів екологічного права;*
- ⇒ *причинний зв'язок між протиправними діяннями і негативними наслідками, що настали в результаті таких діянь.*

Протиправними визнаються діяння, якщо ними порушується законодавство про охорону навколишнього природного середовища. Шкода внаслідок таких правопорушень може заподіюватися як майну і здоров'ю особи, так і самому довкіллю. Особливістю відшкодування шкоди, заподіяної природним об'єктам є те, що вона підраховується на підставі затверджених у встановленому порядку такс та методик відшкодування шкоди. Такі такси і методи прийняті щодо землі, вод, атмосферного повітря, лісів, об'єктів тваринного світу та природно-заповідного фонду.

Крім того, негативним наслідком екологічного правопорушення може бути заподіяння моральної шкоди. Відшкодуванню підлягають і неодержанні прибутки за час, необхідний для відновлення здоров'я, якості навколишнього природного середовища, відтворення природних ресурсів до стану, придатного для використання за цільовим призначенням. Слід наголосити, що у результаті вчинення екологічного правопорушення не завжди настає шкода. Доволі часто шкода заподіюється екологічним правам людини та громадянина. Наприклад, право на достовірну і своєчасну екологічну інформацію.

★ *Суб'єктивною стороною екологічного правопорушення є психічне ставлення особи до вчиненого. Вона виступає у формі умислу (прямий і непрямий) та необережності (недбалість і самовпевненість). Відповідальність за екологічне правопорушення настає також і у разі відсутності вини у випадках, передбачених законодавством. Відповідальність настає за шкоду, заподіяну джерелом підвищеної небезпеки (ст. 450 Цивільного кодексу України). Загальне поняття джерела підвищеної небезпеки не подається у законодавстві, воно наводиться у постанові Пленуму Верховного Суду України від 27 березня 1992 р. “Про практику розгляду судами цивільних справ за позовами про відшкодування шкоди”. Джерелом підвищеної небезпеки слід визнавати будь-яку діяльність, здійснення якої створює підвищену імовірність заподіяння шкоди через неможливість контролю над нею людини, а також діяльність по використанню, транспортуванню, зберіганню предметів, речовин і інших об'єктів виробничого, господарського чи іншого призначення, які мають такі ж властивості. Проте, у законодавстві є поняття об'єктів підвищеної небезпеки, воно подається у Законі України “Про об'єкти підвищеної небезпеки”. Такими визнаються об'єкти, на яких*

використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру (ст.1).

Стаття 69 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” також встановила відповідальність без вини за шкоду, проте заподіяну вже джерелами підвищеної екологічної небезпеки. Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. №554. Особи, що володіють ними, зобов'язані компенсувати заподіяну громадянам та юридичним особам, якщо не доведуть, що шкода виникла внаслідок стихійних природних явищ чи навмисних дій потерпілих.

Є різні види екологічних правопорушень, вчинивши які, особа буде нести юридичну відповідальність. За ступенем суспільної небезпеки розрізняють екологічні злочини та екологічні правопорушення. Їх склад, порядок притягнення винних до відповідальності визначаються у Кримінальному кодексі України та Кодексі України про адміністративні правопорушення.

Кримінальний кодекс України від 5 квітня 2001 р. має окремий розділ, що безпосередньо передбачає екологічні злочини – це розділ VIII “Злочини проти довкілля”. До них належать: порушення правил екологічної безпеки (ст. 236); нежиття заходів щодо ліквідації наслідків екологічного забруднення (ст.237); приховування або перекручення відомостей про екологічний стан або захворюваність населення (ст. 238); забруднення або псування земель (ст. 239); порушення правил охорони надр (ст. 240); забруднення атмосферного повітря (ст. 241); порушення правил охорони вод (ст. 242); забруднення моря (ст. 243); порушення законодавства про континентальний шельф України (ст. 244); знищення або пошкодження лісових масивів (ст. 245); незаконна порубка лісу (ст. 246); порушення законодавства про захист рослин (ст. 247); незаконне полювання (ст. 248); незаконне зайняття рибним, звіриним або іншим водним добувним промислом (ст.249); проведення вибухових робіт з порушенням правил охорони рибних запасів (ст. 250); порушення ветеринарних правил (ст. 251); умисне знищення або пошкодження територій, взятих під охорону держави, та об'єктів природно-заповідного фонду (ст. 252); проектування чи експлуатація споруд без систем захисту довкілля (ст. 253); без господарське використання земель (ст. 254).

Основний перелік адміністративних правопорушень в екологічній сфері подано в главі 7 Кодексу України про адміністративні правопорушення – “Адміністративні правопорушення в галузі охорони природи, використання природних ресурсів, охорони пам'яток історії та

культури”. Вона передбачає правопорушення в сфері охорони і використання земель, надр, вод, лісів, тваринного світу, природно-заповідного фонду та поводження з відходами. До адміністративних правопорушень належать також порушення правил поводження з пестицидами, агрохімікатами, токсичними хімічними речовинами, невиконання вимог і норм щодо роботи з мікроорганізмами, біологічно активними речовинами та іншими продуктами біотехнологій, невиконання вимог екологічної безпеки у процесі впровадження нової техніки, технологій і систем, речовин і матеріалів тощо.

Правопорушення, за які настає юридична відповідальність, передбачені і в інших нормативно-правових актах. Так, Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” у статті 68 наводить перелік екологічних правопорушень. За порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища несуть відповідальність особи, винні у:

- ⇒ порушенні прав громадян на екологічне безпечне навколишнє природне середовище;
- ⇒ порушенні норм екологічної безпеки;
- ⇒ порушенні вимог законодавства України при проведенні екологічної експертизи, в тому числі поданні свідомо неправдивого експертного висновку;
- ⇒ невиконанні вимог державної екологічної експертизи;
- ⇒ фінансуванні, будівництві та впровадженні у виробництво нових технологій і устаткування без позитивного висновку державної екологічної експертизи;
- ⇒ порушенні екологічних вимог при проектуванні, розміщенні, будівництві, реконструкції, введенні в дію, експлуатації та ліквідації підприємств, споруд, пересувних засобів та інших об’єктів;
- ⇒ допущенні наднормативних, аварійних і залпових викидів і скидів забруднюючих речовин та інших шкідливих впливів на навколишнє природне середовище;
- ⇒ перевищення лімітів та порушенні інших вимог використання природних ресурсів;
- ⇒ самовільному спеціальному використанні природних ресурсів;
- ⇒ порушенні строків внесення зборів за використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища,
- ⇒ нежитті заходів щодо попередження та ліквідації екологічних наслідків аварій та іншого шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;
- ⇒ невиконанні розпоряджень органів, які здійснюють державний контроль у галузі охорони навколишнього природного середовища, та вчиненні опору їх представникам;
- ⇒ порушенні природоохоронних вимог при зберіганні, транспортуванні, використанні, знешкодженні та захороненні хімічних засобів захисту рослин, мінеральних добрив, токсичних, радіоактивних речовин і відходів;
- ⇒ невиконанні вимог охорони територій та об’єктів природно-заповідного фонду та інших територій, що підлягають особливій охороні, видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України;
- ⇒ відмові від надання своєчасної, повної та достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища, а також про джерела забруднення, у прихову-

ванні випадків аварійного забруднення навколишнього природного середовища або фальсифікації відомостей про стан екологічної обстановки чи захворюваності населення;

⇒ приниження честі і гідності працівників, які здійснюють контроль у галузі охорони навколишнього природного середовища, посягання на їх життя та здоров’я.

Законодавством України може бути встановлено відповідальність і за інші порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища. Наприклад, такі правопорушення передбачено у ресурсних законах України “Про охорону атмосферного повітря” (ст. 33), “Про тваринний світ” (ст. 63), “Про рослинний світ” (ст. 40), “Про природно-заповідний фонд України” (ст. 64).

## Резюме

- ① Як система законодавства, екологічне право є сукупністю правових актів, що регулюють екологічні відносини.
- ② Право власності на природні ресурси – це сукупність норм права, що встановлюють володіння, користування та розпорядження цими ресурсами.
- ③ Об’єктами правової охорони є природні ресурси (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс, тваринний рослинний світ), здоров’я і життя людей від впливу несприятливої екологічної обстановки.
- ④ Принципами екологічного права є основоположні начала, на яких будується раціональне використання та охорона, екологічна безпека тощо.
- ⑤ Екологічні права громадян України – це встановлені та гарантовані державою можливості у сфері використання та охорони навколишнього природного середовища. Економічним правам громадян кореспондуються й екологічні обов’язки берегти природу, охороняти, раціонально використовувати їх багатства.
- ⑥ Метою управління в галузі охорони навколишнього природного середовища є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки.
- ⑦ З метою попередження негативного впливу антропогенної діяльності на стан довкілля та здоров’я людей, а також оцінки ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях та об’єктах проводиться екологічна експертиза.
- ⑧ Українським законодавством чітко визначені суб’єкти та об’єкти природокористування, принципи та порядок реалізації природокористування.

- ⑨ До природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, входять території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні та лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні та ін. типи територій та об'єктів, що визначаються законодавством України.
- ⑩ Сукупність економічних заходів, спрямованих на раціональне природо-користування і охорону навколишнього середовища, утворює економічний механізм забезпечення охорони природного середовища. Складовою частиною механізму забезпечення раціонального природокористування, відновлення екологічних об'єктів і охорони навколишнього природного середовища є юридична відповідальність за порушення екологічного законодавства.

### Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що таке екологічне право?
2. Які нормативно-правові акти складають систему екологічного законодавства України?
3. На які об'єкти природних ресурсів розповсюджується право публічної та приватної власності?
4. Що є об'єктами правової охорони навколишнього природного середовища?
5. У чому полягає суть основних принципів охорони навколишнього середовища?
6. Якими екологічними правами та обов'язками наділені громадяни України щодо охорони навколишнього середовища?
7. Які ви знаєте форми участі громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень?
8. Що складає систему державного управління з охорони навколишнього природного середовища?
9. Які функції і завдання здійснює Міністерство екології та природних ресурсів України?
10. Що таке економічна експертиза?
11. Які завдання екологічної експертизи?
12. Що таке екологічний контроль? Які є види цього контролю?
13. Що ви розумієте під правом природокористування?
14. Хто є суб'єктами права природокористування?
15. Які природні території та об'єкти підлягають особливій охороні?
16. Що Ви розумієте під економічним механізмом забезпечення охорони навколишнього природного середовища?
17. Що таке екологічне правопорушення?

18. Що таке екологічний злочин?

19. За які злочини проти довкілля настає кримінальна відповідальність?



### План семінарського заняття (2 год.)

1. Загальна характеристика правового регулювання охорони навколишнього середовища.
2. Управління в галузі охорони навколишнього природного середовища.
3. Регулювання використання природних ресурсів.



### Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

1. Конституція України про засади регулювання охорони навколишнього природного середовища.
2. Закон України "Про охорону навколишнього середовища".
3. Право власності на природні ресурси.
4. Об'єкти правової охорони навколишнього середовища.
5. Основні принципи охорони навколишнього середовища.
6. Екологічні права та обов'язки громадян щодо охорони навколишнього середовища.
7. Відповідальність за екологічні правопорушення.



### Завдання, вправи, тести

1. У ст. 50 Конституції України записано:  
*"Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення".*  
 Прокоментуйте положення цієї статті.
2. Охарактеризуйте землі, які перебувають у державній, комунальній та приватній власності.
3. Земельний Кодекс України дозволяє передавати у власність замкненні земельні ділянки лісового фонду загальною площею до:
 

а) 3 га;	б) 5 га;
в) 7,5 га;	г) 10 га.
4. Об'єкти тваринного світу можуть перебувати у власності:

- а) лише держави;
- б) лише територіальних громад;
- в) лише фізичних осіб;
- г) суб'єктів різних форм власності.

5. Надра є виключною власністю:

- а) трудових кооперативів;
- б) територіальних громад;
- в) держави;
- г) народу України.

6. Різновидами права природокористування є:

- а) податкове право;
- б) фінансове право;
- в) муніципальне право;
- г) право землекористування.

7. Спеціальне використання природних ресурсів є:

- а) безкоштовним;
- б) не визначеним у часі;
- в) платним і визначеним у часі.

8. Навколишнє природне середовище – це сукупність:

- а) землі і надр;
- б) вод і атмосферного середовища;
- в) рослинного і тваринного світу;
- г) усіх природних об'єктів.

9. Вперше в Україні економічні права громадян були визначені:

- а) у Законі "Про охорону навколишнього середовища" від 25 грудня 1991 р.;
- б) у Конституції України 28 червня 1996 р.;
- в) у Законі України "Про громадянство" від 18 січня 2001 р.

10. Які види управління охороною навколишнього природного середовища Ви знаєте (напишіть)?

- а) \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_;
- в) \_\_\_\_\_;
- г) \_\_\_\_\_.

11. Спеціальним органом, створеним для здійснення управлінських і контролюючих функцій у сфері навколишнього природного середовища, є

- а) Державний комітет України по земельних ресурсах;
- б) Державний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України;

в) Міністерство екології та природних ресурсів України.

12. Екологічний контроль може здійснюватися різними суб'єктами. Тому розрізняють контроль (вказіть):

- а) \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_;
- в) \_\_\_\_\_;
- г) \_\_\_\_\_.

13. Для загального природокористування є характерними такі п'ять ознак (вказіть):

- а) \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_;
- в) \_\_\_\_\_;
- г) \_\_\_\_\_;
- д) \_\_\_\_\_.

14. Видами природних територій і об'єктів є:

- а) ботанічні сади;
- б) зоологічні парки;
- в) заказники;
- г) парки-пам'ятники.



## ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ЕКОЛОГІЇ



### Практична робота №1

**Тема:** Визначення параметрів навколишнього середовища.

**Мета:** набути практичних навичок визначення фізичних параметрів навколишнього середовища

**Завдання:** ознайомитися із приладами для вимірювання деяких факторів навколишнього середовища, замалювати їх, провести виміри температури, вологості, освітленості, швидкості вітру, тиску.

**Матеріали:** термометри (ртутний, спиртовий), психрометр Асмана, люксметр, анемометр ручний, секундомір, барометр.

#### Теоретичні відомості

Живі організми знаходяться під постійним впливом абіотичних факторів, що створюють фізико-хімічні умови навколишнього середовища. Для вимірювання параметрів навколишнього середовища використовують різноманітні фізичні прилади.

**Температура.** Для вимірювання температури повітряного, ґрунтового, водного середовища використовують термометри. Принцип дії термометра базується на властивості речовини змінювати об'єм залежно від температури. Залежно від вимог до проведення досліджень, використовують спиртовий, ртутний або біметалічний термометр. Для вимірювання температури ґрунту використовують термометр – щуп, що дозволяє робити заміри температури на різній глибині від поверхні. Одиниці виміру – градуси за Цельсієм (°C).

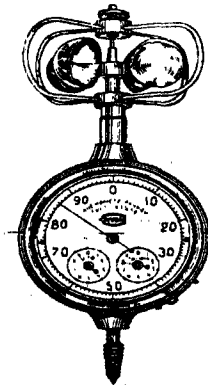
Для вимірювання вологості повітря застосовують аспіраційний психрометр Асмана. Психрометр складається з двох термометрів – сухого і змоченого. Датчик одного з термометрів обмотаний бати́стом, який змочений водою. Психрометр обладнаний вентилятором, при ввімкненні якого термометри обдуваються повітрям. Внаслідок випаровування води, змочений термометр показує нижчу температуру, ніж сухий. Чим менша вологість, тим більша інтенсивність випаровування і тим нижчими є показники змоченого термометра. Різниця



температур між змоченим і сухим термометром буде характеризувати вологість повітря. Одиниці виміру – відсоткове співвідношення у повітрі (%).

Для визначення освітленості поверхні використовується фізичний прилад – люксметр, принцип дії якого базується на фізичних властивостях фотоелементу. Залежно від освітленості стрілка люксметра показує різні величини, що і буде характеризувати освітленість. Одиниці виміру – люкс (лк).

Швидкість вітру вимірюють за допомогою фізичного приладу – анемометра. Принцип дії анемометра базується на основі обертання “крила” приладу (див. мал.) за певний період часу. Після встановлення анемометра у повітряному потоці і фіксації даних всіх шкал, через однакові інтервали часу (10-15 с) одночасно включають механізм приладу і секундомір. Визначення проводять протягом 1-2 хв. По завершенні вимірів анемометр та секундомір зупиняють і фіксують дані обидвох приладів. Швидкість вітру визначають за графіком, що додається до анемометра. Для цього по вертикальній осі графіку відшукують значення



Оцінка сили вітру за видимими проявами

Сила вітру, бали	Назва вітру	Прояви дії вітру	Швидкість, км/год
0	Штиль	Дим із димарів піднімається вертикально	0-1
1	Дуже слабкий бриз	Напрямок вітру можна за відхиленням стовпів диму, але не за флюгером	1-5
2	Легкий бриз	Рух повітря відчувається обличчям, спостерігається легке тремтіння листків, є реакція флюгера	6-11
3	Малий бриз	Постійно дрижать легкі листки і кінчики гілочок, ворухаються легкі прапори	12-19
4	Хороший бриз	Вітер ворухить листя і папір на землі, коливаються тонкі гілки	20-28
5	Бриз	Починають коливатися куші, на озери чи річці з'являються хвилі	29-38
6	Свіжий вітер	Коливаються великі гілки, починають свистіти дроти, важко утримувати парасольку	39-49
7	Сильний вітер	Коливаються цілі дерева, важко рухатися проти вітру	50-61
8	Шквал	Вітер ламає тонкі гілки, дуже важко рухатися проти вітру	62-74
9	Сильний шквал	Ламаються товсті гілки, вітер починає пошкоджувати будівлі	75-88
10	Буря	Ламаються дерева, пошкоджує будівлі (покрівлю тощо)	89-102
11	Сильна буря	Вітер ламає і вивертає товсті дерева, спостерігаються значні пошкодження споруд	103-117
12	Ураган	Масове пошкодження дерев і будівель звичайного проектування	> 118

шкали лічильника анемометра за одну секунду. З цієї точки проводиться горизонтальна лінія до перетинання з графіком, потім від точки перетину до горизонтальної осі. Показники на горизонтальній осі і будуть характеризувати швидкість вітру в м/с.

Приблизну оцінку сили вітру можна провести і за видимими проявами (шкала Бофорта).

Для визначення тиску повітря застосовують барометр, принцип дії якого базується на властивості волосини змінювати свою довжину у залежності від вологості, яка знаходиться в прямій залежності від тиску. Одиниці виміру – мм ртутного стовпа або кПа.

Хід роботи

Після ознайомлення із принципами роботи приладів студенти визначають фізичні параметри навколишнього середовища. Для цього студенти розділяються на групи з 2-3 чоловік, кожна з яких проводить дослідження окремих параметрів навколишнього середовища, хоча б на трьох ділянках. Результати досліджень заносяться в таблицю.

Таблиця

№ п/п	Назва ділянки, коротка характеристика	t° повітря	P Повітря	V вітру	вологість	освітленість
1						

На основі отриманих результатів роблять висновки.



Питання для самоконтролю

- 1. У чому полягає принцип дії термометра?
- 2. За яким принципом діє психрометр Асмана?
- 3. Чому температура змоченого термометра нижча, ніж сухого?
- 4. Який принцип дії люксметра і в яких одиницях вимірюється освітленість?
- 5. У чому полягає принцип дії анемометра і в яких одиницях вимірюється швидкість вітру?
- 6. На основі якої властивості волосу базується принцип дії барометра?

## Практична робота №2

**Тема:** Визначення параметрів навколишнього середовища протягом довгого періоду часу (робота виконується протягом 4 год).

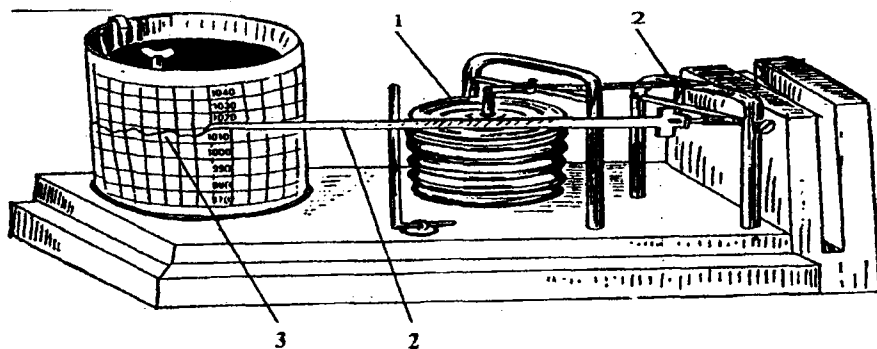
**Мета:** набути практичних навичок у організації та проведенні вимірів фізичних параметрів навколишнього середовища за допомогою автоматичних приладів реєстрації.

**Завдання:** ознайомитись із приладами автоматичного вимірювання деяких факторів навколишнього середовища, принципом їх роботи, провести виміри температури, вологості, тиску.

**Матеріали:** термограф, гігрограф, барограф, термометр, психрометр Асмана, барометр, чорнило, міліметровий папір.

### Теоретичні відомості

Для тривалих досліджень фізичних параметрів навколишнього середовища застосовують різноманітні прилади автоматичної реєстрації тих чи інших показників. Автоматичний прилад для реєстрації складається із датчика –1, механізму передачі даних –2, барабану –3, механізму обертання барабану (мал.).



Залежно від того, які фізичні параметри необхідно отримати, застосовують такі прилади: термограф (для автоматичної фіксації температури), барограф (для автоматичної реєстрації змін тиску), гігрограф (для автоматичної реєстрації зміни вологості). Відмінності у

побудові цих приладів полягають тільки у механізмах датчиків. У гігрографа датчик вологості – пучок (35-40 шт.) обезжиреного людського волосу, захищеного від пошкодження спеціальним пристроєм. Датчик термографа – біметалічна пластинка, захищена від пошкоджень спеціальним пристроєм. Принцип роботи барографа базується на роботі комплексу анероїдних мембран і компенсаторної біметалічної пластини.

Принцип дії автоматичних пристроїв широко використовується і при інших екологічних дослідженнях. Зокрема, вдалим є використання цих пристроїв для вивчення частоти відвідування гнізд птахами під час вигодовування пташенят, вивчення активності дрібних ссавців тощо. Простота у виготовленні, надійність роботи та досить висока точність автоматичних приладів забезпечує їх широке використання.

### Хід роботи

Після ознайомлення із принципом роботи пристроїв автоматичної реєстрації студенти за допомогою термометра, психрометра Асмана, барометра калібрують шкалу на міліметровому папері. Після калібрування і визначення точки початку досліду міліметровий папір заправляється на барабан, чорнилом наповнюється перо, запускається годинниковий механізм обертання барабану. На наступне заняття, після зупинки годинникового механізму зніміть міліметровий папір і проведіть розшифровку отриманих результатів. Отримані результати занесіть в зошит у вигляді графіку. Зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. Для чого використовують автоматичні пристрої реєстрації?
2. В чому полягає принцип роботи автоматичних пристроїв?
3. Які відмінності у роботі термографа, барографа, гігрографа?
4. Яку інформацію можна отримати за допомогою автоматичних приладів?

## Практична робота №3

**Тема:** Фонова радіоактивність навколишнього середовища.

**Мета:** ознайомитись із методами виміру фонові радіоактивності, гамма- та бета-випромінювання.

**Завдання:** використовуючи дозиметр-радіометр, провести заміри фоновой радіації.

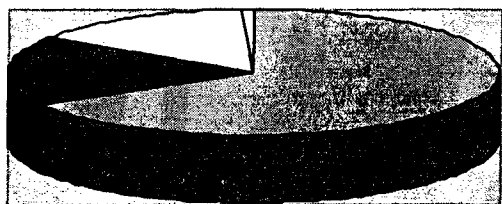
**Матеріали:** дозиметр – радіометр АНРІ – 01 – 02 “Сосна”.

### Теоретична частина

Усі види іонізуючого випромінювання поділяють на дві групи: електромагнітне випромінювання, до яких відноситься рентгенівське і гамма-випромінювання та корпускулярне випромінювання – випромінювання різного роду ядерних частинок.

У природі є багато джерел природного іонізуючого випромінювання. Перш за все – це ізотопи багатьох елементів, що знаходяться у складі гірських порід та мінералів. Головним є калій-40 та вуглець-14. Несприятливість біологічної дії радіоактивних речовин пов’язана не тільки з їхньою разовою дією, а із здатністю акумулюватись в організмі. Стронцій-90 накопичується в кістках, йод-131 – в щитовидній залозі, цезій-137 включається в активний метаболізм, витісняючи азот.

Космічне випромінювання також є джерелом радіаційного фону. Космічні промені дають трохи менше половини зовнішнього опромінення, яке отримує населення від природних джерел радіації. Космічні промені в основному приходять до нас із глибин Всесвіту, але деяка їх частина зароджується на Сонці під час сонячних спалахів. Космічні промені можуть досягати поверхні Землі або взаємодіяти з її атмосферою, породжуючи вторинне випромінювання та сприяючи утворенню різноманітних радіонуклідів.



<input type="checkbox"/>	Земного походження
<input checked="" type="checkbox"/>	Земного походження (зовнішнє випромінювання)
<input type="checkbox"/>	космічне зовнішнє
<input type="checkbox"/>	космічне внутрішнє

Небезпека, що пов’язана з атомною енергетикою та атомним озброєнням, була яскраво продемонстрована аварією на Чорнобильській АЕС в 1986 р. У результаті аварії в навколишнє середовище потрапили радіактивні ізотопи свинцю-239, цезію-137, стронцію-90, плутонію-240.

Загальний фон радіаційного випромінювання на території України складає – 0,005 – 0,06 мР/год.

### Хід роботи

Вімкніть прилад, для чого перемикач живлення переведіть в положення “Вкл.” На цифровому табло повинні індукуватись:

0.000

Або

0000

Вімкнення приладу повинно супроводжуватись коротким звуковим сигналом. При природньому фоновому випромінненні прилад повинен подавати 1–6 звукових сигналів у хвилину. Зі збільшенням дози гамма випромінювання пропорційно зростає частота звукових сигналів.

Для вимірювання потужності експозиційної дози гамма-випромінювання зробіть наступні кроки:

- 1) перевірте, чи закрита задня кришка приладу, при необхідності закрийте її;
- 2) переведіть перемикач режиму роботи в положення “МД” (крайнє ліве положення);
- 3) включіть прилад перемикачем живлення і натисніть кнопку “пуск/стоп”. При цьому на цифровому табло повинні з’явитись крапки після кожного розряду і розпочатись відлік імпульсів;

0.0.0.0.

- 4) через 20-25 с. вимірювання закінчиться, що супроводжується звуковим сигналом, а на цифровому табло зафіксується число з однією комою. Даний показник приладу буде відповідати потужності експозиційної дози гамма-випромінювання, виміряної в мР/год. Для виконання повторного заміру достатньо, не вимикаючи прилад, натиснути кнопку “пуск”. Після закінчення вимірювання вимкніть прилад. Для отримання більш точних даних проведіть вимірювання 3-5 разів, вирахуйте середнє арифметичне.

Для вимірювання щільності бета-випромінювання, зробіть наступні кроки:

- 1) перевірте, чи закрита задня кришка приладу, при необхідності закрийте її;
- 2) переведіть перемикач режиму роботи в положення “МД” (крайнє ліве положення), ввмкніть прилад перемикачем живлення;
- 3) піднесіть прилад поверхнею задньої кришки до досліджуваної поверхні на відстань 0,5–1 см і натисніть кнопку “пуск”;
- 4) виконайте замір і запишіть показник індикатора;
- 5) відкрийте задню кришку приладу;
- 6) виконайте замір при відкритій задній кришці, запишіть показник



індикатора;

7. закрийте задню кришку, вимкніть прилад;
  8. за формулою:  $q = Ks(N\gamma + \beta + N\gamma)$  розрахуйте величину щільності потоку бета-випромінювання. Одиниці виміру – част./см<sup>2</sup>хв.
- На основі проведених вимірів зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. Що таке альфа-випромінювання?
2. Що таке бета-випромінювання?
3. Чим шкідливе радіоактивне випромінювання?
4. З чого складається фонове радіоактивне випромінювання?

## Практична робота №4

**Тема:** Швидкість зростання чисельності популяції (на прикладі дріжджів).

**Мета:** набути практичних навичок у дослідженні статистичних параметрів популяції.

**Завдання:** провести аналіз темпів зростання чисельності популяції залежно від температури, побудувати графік зростання чисельності особин популяції.

**Матеріали:** дріжджі пекарські, живильне середовище, мікроскоп, піпетки, формалін, йод, термометр ртутний, лабораторні склянки, пробірки.

### Теоретична частина

Швидкість зростання чисельності популяції – це кількість організмів, на яку вона збільшується за певний проміжок часу. Середню швидкість зміни популяції прийнято виражати у вигляді формули:

$$V = \frac{M}{t},$$

де  $M$  – величина популяції,  $t$  – час.

На швидкість зростання чисельності популяції впливають як абіотичні, так і біотичні фактори. При сприятливих умовах лімітуючий вплив зовнішніх факторів зведений до мінімуму, спостерігається експоненціальне зростання чисельності популяції.

Експериментальні дослідження зростання чисельності особин популяції дали змогу виявити наступні три фази: а) фаза зростання, б) фаза спаду, в) фаза рівноваги. В ідеальному випадку (існує тільки теоретично) графік чисельності особин популяції є прямою паралельною осі ординат. В природі такий стан чисельності особин популяції не спостерігається. Більш характерним є коливний процес, що характеризується коливанням чисельності особин популяції – флуктуаціями.

### Хід роботи

Для проведення досліду піпеткою відберіть об'єм 1 мл із лабораторної склянки на предметне скельце. Зафіксуйте краплиною формаліну та забарвіть йодом. Накрийте покривним скельцем і підрахуйте кількість клітин (особин) дріжджів у полі зору мікроскопу (збільшення у 400 разів). Для більшої статистичної достовірності проведіть підрахунок п'яти проб. Результати занотуйте в зошит.

100 мл приготованого розчину дріжджів розділіть у дві лабораторні склянки порівну і помістіть в різні температурні умови. Термометром визначте параметри точки початку досліду. Через кожні 15 хвилин, вимірюйте показники температури і відберіть по 1 мл з обидвох склянок. Попередньо зафіксувавши формаліном і забарвивши йодом, підрахуйте кількість клітин (особин). Отримані результати зафіксуйте в зошиті, побудуйте графік залежності темпів зростання від температури, відмічаючи на одному графіку і температурні показники, і залежність кількості особин за визначений період часу. Зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. Що розуміємо під швидкістю зростання чисельності популяції?
2. Що таке народжуваність, смертність?
3. Які фази виділяють під час динаміки чисельності особин популяції?
4. Чим характерні фази зростання, спаду, рівноваги?
5. Яка ідеальна графічна модель існування популяції?
6. Що таке флуктуація?
7. Які фактори впливають на чисельність особин популяції?

## Практична робота №5

**Тема:** Аналіз вікової структури популяцій деревних насаджень.

**Мета:** набути практичних навичок та засвоїти методи дослідження вікової структури популяцій деревних насаджень.

**Завдання:** проаналізувати вікову структуру деревних насаджень двох довільно вибраних ділянок.

**Матеріали:** лупи, лінійки, штангенциркуль.

### Теоретичні відомості

*Вікова структура популяції* – певний стан розвитку популяції, проявляється вона у співвідношенні особин різного віку в межах однієї популяції. За переважанням тих чи інших вікових груп розрізняють такі популяції:

*Інвазійні* – переважають молоді стадії і відсутні кінцеві;

*Нормальні* – представлені всі вікові групи;

*Регресивні* – відсутні початкові стадії, явне переважання кінцевих стадій.

У природних комплексах, тобто, в тих, де втручання людини зведено до мінімуму, популяції будуть представлені всіма віковими групами. Відмінність у параметрах вікової структури свідчить про порушений стан рівноваги даної системи.

Знання вікової структури є основою раціонального природокористування, оскільки дає можливість уникнути регресу екосистеми, забезпечує максимальне використання природного ресурсу. Яскравим прикладом незнання вікової структури лісових насаджень є створення одновікових угруповань, які найбільш вразливі як для факторів живої (короїди тощо), так і неживої природи (вітровали).

### Хід роботи

На визначеній ділянці проводиться повидовий опис деревних насаджень. Пізніше, при наявності зрізу або пня певного виду, визначається вік дерева і фіксується його діаметр. Дані, отримані в такий спосіб, використовуються для приблизної оцінки вікової структури кожного виду деревних насаджень. Отримані результати заносяться в таблицю. Роботу проводять, як мінімум, на двох ділянках.

Таблиця

Аналіз вікової структури різних видів деревних насаджень

№ ділянки	Вид	Вік
1		
2		

На основі отриманих результатів зробити висновки щодо вікової структури деревних насаджень, визначити, на якій стадії перебувають популяції рослин досліджуваної ділянки.



### Питання для самоконтролю

1. Що таке вікова структура популяції?
2. Чим характеризуються інвазійні популяції?
3. Чим відрізняються регресивні популяції від нормальних?
4. Яке практичне значення даних про вікову структуру популяції того чи іншого виду?
5. Що є основою раціонального природокористування з точки зору популяційної екології?

## Практична робота №6

**Тема:** Дослідження ґрунтів як складового елементу біотопу.

**Мета:** ознайомитись із основними методами вивчення ґрунтів.

**Завдання:** дослідити ґрунтові характеристики двох ділянок, які відрізняються біотопічно.

**Матеріали:** лопата, лінійка, поліетиленові пакети, ваги.

### Теоретична частина

Едафічні фактори – це ґрунтові умови, що впливають на життя і поширення живих організмів. Ґрунт має трифазну структуру, оскільки складається із твердих частинок, води і повітря.

*Потужність ґрунту* – це товщина в сантиметрах. До генетичних горизонтів відносяться наступні: лісова підстилка, перегнійно-акумулятивний, або гумусовий, підзолистий, материнська порода. Гумус зумовлює появу чорного або сірого кольору, окис заліза – червоне, жовте, іржасте забарвлення. Кварц і шпат білий, заболочені ґрунти зеленуваті.

За механічним складом розрізняють глинисті ґрунти, суглинки, піщані, супіщані. Глинисті ґрунти розтираються руками важко, супіщані – легко. Суглинки при розтиранні утворюють тонкий порошок, в якому відчуються піщинки. За структурою ґрунти можна розділити на горіхуваті та пластинчасті. За щільністю – на рихлі та щільні.

### Хід роботи

Перш ніж розпочати проведення розрізу, слід оглянути місцевість. Розріз не повинен закладатись поблизу доріг, канав та на нетипових для мікрорельєфу ділянках. На вибраній ділянці прокопайте ґрунтовий розріз так, щоб одна стінка його була рівною, а протилежна була у вигляді сходинок. Бічні також мають бути вертикальними. При прокопуванні ґрунт слід викидувати у боки, щоб не забруднити лицевої стінки, по якій і буде робитись опис горизонтів. Після прокопування, визначте потужність горизонтів у сантиметрах, використовуючи для цього лінійку. Візуально оцініть і опишіть колір ґрунту. Розітріть ґрунт і дайте характеристику його механічного складу. На зрізі дайте оцінку структури та щільності ґрунту. Результати оформіть у вигляді таблиці.

Таблиця

Генетичний горизонт	Потужність (см)	Колір	Механічний склад	Структура	Щільність

Замалюйте досліджуваний розріз ґрунту. Зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. До яких екологічних факторів відносяться ґрунтові умови?
2. Що таке ґрунт, які його складові компоненти?
3. Як відрізнити генетичні горизонти на розрізі?
4. Що таке гумус, чим він утворений?

### Практична робота №7

**Тема:** Фенологічні спостереження, календар природи (робота виконується протягом 4 год).

**Мета:** набути практичних навичок у організації та проведенні фенологічних спостережень, складанні календаря природи.

**Завдання:** в природних умовах дослідити характерні для даного періоду феноявища. Виділити феноіндикатори та феносигнали.

**Матеріали:** робота виконується за допомогою візуальних спостережень в польових умовах.

### Теоретичні відомості

Система знань про сезонні явища природи, строки їх настання та причини, які визначають ці строки, називаються *фенологією*. У певних географічних пунктах настання сезонних явищ природи відмічають відповідними записами. Середні багаторічні строки настання явищ в даному районі спостережень складають календар природи.

Постійне одночасне настання однакових моментів розвитку у різних видів рослин у певних умовах або постійне співпадання одних і тих самих явищ, але на різних фазах розвитку, називається *синхронністю розвитку*. Синхронність у розвитку спостерігається і у світі тварин, як наслідок однакової реакції на умови зовнішнього середовища. Хід сезонних явищ в тому чи іншому місці зручно спостерігати за більш доступними видами рослин і тварин, сукупність реакцій яких творять феносигнали.

Про настання певної фази у рослин можна говорити, коли ознаки цієї фази виявленні хоча б на окремих гілках, але не менш ніж у 10% загальної кількості рослин. Масовий хід даної фенофази відмічають, коли в неї вступають не менш 50% рослин.

Тварини по-різному сигналізують про настання фенофаз. У птахів він проявляється у скупченнях перед сезонними міграціями. Певні дані про ту чи іншу фенофазу можна почерпнути, здійснюючи обліки птахів на заданому маршруті. Присутність або відсутність певних видів є сигналом настання певних фенофаз.

### Хід роботи

Перед початком спостережень дайте загальну характеристику місцевості, де будуть проводитись спостереження. Для цього опишіть характер місця спостережень, складіть план-схему ділянки. Під час проведення досліджень фенологічних явищ давайте характеристику погодних умов. Проведіть спостереження за рослинами та тваринами, які доступні для спостережень візуально. Виділіть види, які дають

сигнальну інформацію про настання тієї чи іншої фенофази. Зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. Що таке фенологічні явища, фенологія?
2. Як складають календар природи?
3. Що таке феносигнал і як його визначити?
4. На основі чого визначають масовий хід фенофази у рослин?
5. Які дані можна отримати за допомогою обліків тварин?

## Практична робота №8

**Тема:** Екологічні групи птахів.

**Мета:** набути практичних навичок визначення екологічних груп птахів на основі морфологічних пристосувань.

**Завдання:** ознайомитися з особливостями будови дзьоба, кінцівок, тіла. На основі спільних ознак виділити екологічні групи птахів: водно-болотні, птахи лісу, хижі.

**Матеріали:** наукові тушки, експонати зоологічного музею.

### Теоретичні відомості

Лазання по гілках дерев – початкова фаза переміщення птахів. Так рухались безпосередні предки птахів із плазунів, археоптерікс, який володів слабкою здатністю до польоту. В процесі подальшої спеціалізації виробилась лазальна трипала кінцівка із четвертою, відвернутою назад, фалангою. У більш спеціалізованих дереволазів третя фаланга також здатна відводитись назад. В подальшому спеціалізація у морфологічній будові відбувалась у напрямку пристосування до середовища існування (щільність оперення) та способу добування їжі (цідильний апарат, гачкоподібний дзьоб тощо). В результаті еволюції утворились певні екологічні групи птахів, які можна об'єднати певними морфологічними ознаками.

### Хід роботи

Перед початком роботи проведіть загальний огляд представленого матеріалу. Детально характеризуючи кожного птаха, відмічайте

адаптивно-морфологічні відмінності, що дають змогу віднести їх до тієї чи іншої екологічної групи. Порівняйте відмінності у птахів різних екологічних груп. Систематизуйте матеріал у вигляді таблиці.

На основі отриманих результатів зробіть висновок.

Таблиця

Екологічні групи птахів

Екологічна група	Вид	Основні адаптивно-морфологічні ознаки	Примітка (малюнок)



### Питання для самоконтролю

1. На основі чого виділяють екологічні групи птахів?
2. Що характеризує птахів водно-болотного комплексу?
3. Що характеризує екологічну групу хижі птахи?
4. Які ознаки характерні для комахоїдних птахів?

## Практична робота №9

**Тема:** Екологічні групи ссавців.

**Мета:** набути практичних навичок визначення екологічних груп ссавців на основі морфологічних пристосувань.

**Завдання:** ознайомитися з особливостями будови кінцівок, тіла. На основі спільних ознак виділити екологічні групи ссавців: водні, напівводні, підземні, наземні (лісові звірі, звірі відкритого простору).

**Матеріали:** наукові тушки, експонати зоологічного музею.

### Теоретичні відомості

Не дивлячись на те, що ссавці є одним з наймолодших класів хребетних тварин, розповсюджені вони надзвичайно широко. Таке широке географічне та екологічне розповсюдження класу визначається загальною високою організацією. Оскільки у ссавців високий рівень обміну речовин і, як наслідок, постійна температура тіла, вони мало залежать безпосередньо від кліматичних факторів. Висока організація

їх нервової системи визначила складну поведінку, швидке вироблення умовних рефлексів, тобто, швидкі реакції на вплив зовнішнього середовища.

Ссавці не тільки широко розповсюджені, але й займають найрізноманітніші екологічні ніші. Поряд із наземними представниками всіх ландшафтів, серед ссавців багаточисельні підземні та напівпідземні форми. Обширні групи деревних та літаючих звірів, як і представників водного середовища, деякі з яких ніколи не виходять на сушу.

### Хід роботи

Перед початком роботи проведіть загальний огляд представленого матеріалу. Детально характеризуючи кожного ссавця, відмічайте адаптивно-морфологічні відмінності, що дають змогу віднести їх до тієї чи іншої екологічної групи. Порівняйте відмінності у ссавців різних екологічних груп. Систематизуйте матеріал у вигляді таблиці.

Таблиця

Екологічні групи ссавців

Екологічна група	Вид	Основні адаптивно-морфологічні ознаки	Примітка (малюнок)

На основі отриманих результатів зробіть висновок.



### Питання для самоконтролю

1. На основі чого виділяють екологічні групи ссавців?
2. Що характеризує водних та напівводних ссавців?
3. Що характеризує екологічну групу наземних звірів?
4. Які ознаки характерні для підземних форм?

## Практична робота №10

**Тема:** Біоценологічні зв'язки тварин.

**Мета:** набути практичних навичок виявлення та визначення біоценологічних зв'язків.

**Завдання:** на основі перегляду відеофрагменту скласти схему біоценологічних зв'язків тварин.

**Матеріали:** відеомagnetofon, телевізор, відеокасети.

### Теоретичні відомості

Існування живого організму неможливе без взаємозв'язків з іншими компонентами екосистеми. Живі організми пов'язані між собою топично і трофічно, об'єднанні загальним потоком енергії, що проходить через екосистему. Виявлення біоценологічних зв'язків у певних ділянках екосистеми – основна мета еколога, який ставить перед собою завдання вивчення причин змін стану екосистеми. Започаткований енергією Сонця процес претворення енергії об'єднує між собою живі організми, які виділяють у три великі групи – продуценти, консументи, редуценти. Кожна з цих груп виконує свою роль у стабільному функціонуванні екосистеми, а зменшення кількості видів тієї чи іншої групи веде до порушення функції окремої групи і перебудови цілої екосистеми.

### Хід роботи

На основі перегляду відеофільму побудуйте схему біоценологічних зв'язків, визначаючи при цьому, до якої з груп (консументи, редуценти чи продуценти) належить кожен компонент побудованої схеми. Зробіть висновок, виділяючи лімітуючі фактори.



### Питання для самоконтролю

1. Які складові компоненти біоценозу?
2. Назвіть елементи трофічного ланцюга та поясніть їх взаємозв'язок.
3. Чим об'єднанні живі організми в екосистемі?
4. На основі чого виділяють ведучий (головний) компонент біоценозу?
5. Який з екологічних факторів вважають лімітуючим?

## Практична робота № 11

**Тема:** Транспортне навантаження населених пунктів.

**Мета:** набуття практичних навичок та визначення транспортного

навантаження в населених пунктах.

**Завдання:** на основі проведених обліків в різних точках населеного пункту зробити розрахунок транспортного навантаження населеного пункту, провести аналіз та надати практичні рекомендації.

**Матеріали:** олівець, блокнот.

### Теоретичні відомості

Проблеми транспорту та його впливу на довкілля і здоров'я людини посідають важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів. Транспорт перетворився на потужну галузь економіки і, водночас, став впливовим чинником розвитку і функціонування суспільства. З усіх видів транспорту найбільшими забруднювачами є автомобілі. Забруднення повітря автотранспортом здебільшого відбувається внаслідок спалювання пального у двигунах внутрішнього згорання, виробленого шляхом переробки нафти. Основними газоподібними частками, що утворюються під час роботи бензинових та дизельних двигунів, є двоокис вуглецю, оксид вуглецю, двоокис сірки, окиси азоту. Визначення транспортного навантаження населених пунктів є основою для розробки та вдосконалення схем руху автотранспорту в населених пунктах.

Інтенсивність руху транспорту проводять методом прямого підрахунку кількості транспортних одиниць протягом визначеного періоду час. Для більш точної оцінки транспортного навантаження певної ділянки доцільно проводити обліки в одній і тій же точці протягом трьох разів, охоплюючи при цьому "години пік" – період максимального навантаження та період відносного спокою. При оцінці транспортного навантаження особливу увагу слід звертати на характеристику ділянки, де проводиться облік (кількість зелених насаджень, вологість повітря, температуру, швидкість вітру, тип руху автотранспорту).

### Хід роботи

Перед початком обліку студент проводить опис ділянки обліку, детально при цьому характеризуючи зелені насадження (віковий та видовий склад, тип покриття, тощо).

Підрахунок автотранспорту проводять візуально, фіксуючи при цьому три типи автомобілів – вантажний, автобус, легковий, по можливості реєструється тип двигуна (бензиновий, дизельний). Облік проводиться три рази (вранці, ввечері та вдень) по 20 хв. кожен. Отримані результати заносять у таблицю.

Час	Тип автотранспорту	Число одиниць
	Легковий автомобіль (бензин. + дизельні)	
	Автобус	
	Вантажний автомобіль	

На кожен облік заповнюється окрема таблиця. На основі табличних даних побудуйте графіки інтенсивності руху автотранспорту в перерахунку на 1 годину. Зробіть висновок щодо завантаження тієї чи іншої магістралі населеного пункту, дайте пропозиції щодо покращення схеми руху авто-транспорту.



### Питання для самоконтролю

1. Як визначити інтенсивність руху автотранспорту в певній точці населеного пункту?
2. Які шляхи зменшення рівня автотранспортного навантаження?
3. Які методи зменшення шкідливого впливу автотранспорту на довкілля?

### Практична робота №12

**Тема:** Очищення води, робота насосно-фільтрувальної станції міста.

**Мета:** ознайомитися з основними методами фільтрації води для населених пунктів.

**Завдання:** на основі знайомства з роботою насосно-фільтрувальної станції побудувати схему очищення води, відмічаючи всі етапи фільтрації.

**Матеріали:** робота проводиться у вигляді екскурсії на об'єкт.

### Теоретичні відомості

Найбільшим джерелом питної води для населених пунктів є поверхневі води та артезіанська вода, яка подається з підземних водоносних шарів. За ступенем чистоти артезіанська вода набагато чистіша і не потребує очистки, за виключенням випадків, коли її хімічний склад не є збалансованим. Таке спостерігається, коли водоносні шари проходять через породи, багаті на певні хімічні елементи. Поверхневі води потребують обов'язкової очистки.

Найпоширенішим способом очистки поверхневих вод є фільтрація, яка включає різні етапи. На кожному з етапів фільтрації проводяться контрольні заміри як бактеріологічних, так і фізико-хімічних показників якості води.

**Перший етап:** хлорування. Під час хлорування ведеться контроль за бактеріологічними параметрами води, що поступає на насосно-фільтрувальну станцію. Відповідно до цих показників розраховується кількість хлору, необхідного для досягнення визначених параметрів. Хлорування на даний час залишається найбільш надійним способом дезінфекції води від патогенних бактерій. Серед інших методів дезінфекції можна застосовувати озонування, пастерізацію, опромінення ультрафіолетом.

**Другий етап:** фільтрація. Під час фільтрації вода проходить стадію коагуляції та власне фільтрації. *Коагуляція* – хімічний процес, який використовують для дестабілізації колоїдних частинок. Для коагуляції застосовують коагулянт – сульфат алюмінію. Для досягнення необхідної чистоти води після коагуляції застосовують фільтрацію – процес, коли вода проходить через фільтруючий шар. Як фільтруючий компонент використовують пісок, гравій, активоване вугілля, цеоліт. Швидкість проходження води через фільтри не повинна перевищувати 3-4л/хв·м². У зв'язку з періодичним зниженням якості роботи фільтруючого елементу, його періодично необхідно замінити. Після проходження води через фільтри, через насосні установки вода подається населенню.

### Хід роботи

Під час ознайомлення з роботою насосно-фільтрувальної станції студенти занотують основні етапи очистки води та відображають схему роботи кожного складового компоненту. Будують схему роботи насосно-фільтрувальної станції, відображаючи на ній етапи та методи очистки води.



### Питання для самоконтролю

1. Які джерела постачання питної води для населення?
2. Що таке коагуляція?
3. Який коагулянт використовується на насосно-фільтрувальних станціях, який механізм його дії?
4. Для чого використовують хлорування?
5. Що таке фільтрація?
6. Які показники питної води досягаються фільтруванням?

## Практична робота №13

**Тема:** Робота каналізаційно-очисної станції (КОС) населеного пункту.

**Мета:** ознайомитися з основними методами очищення стічних вод населених пунктів.

**Завдання:** на основі знайомства з роботою насосно-фільтрувальної станції побудувати схему очищення води, відмічаючи всі етапи очистки стічних вод.

**Матеріали:** робота виконується у вигляді екскурсії на КОС населеного пункту.

### Теоретичні відомості

Стічні води населеного пункту складаються з вод ливневої каналізації, стічних побутових вод та промислово забрудненої води. На великих підприємствах існують системи очистки використаної води з метою її подальшого використання (замкнуті цикли використання води).

По системі каналізаційних колекторів вода, яка потребує очистки, проходить перші етапи очистки, а саме *декантацію*. Декантація призначена для видалення великих частинок, що містяться у каналізаційних стоках, і проводиться перепуском води через металічні решітки (сітки) з отворами 6 мм.

Після першого етапу механічної очистки вода проходить наступний етап – *седиментацію*. Седиментація – один з найстаріших методів очистки стічних вод, оснований на силі тяжіння. Вода, що містить тверді частинки, протікає через седиментаційний резервуар, затримуючись на стільки, щоб більші частинки осідали на дно резервуару. Потім осад, що утворюється, видаляється з резервуару механічно. Для більш повної седиментації використовують декілька седиментаційних резервуарів.

Після проходження механічної очистки вода потрапляє в аеротенки, де проходить процес біологічної очистки води. Суть біологічної очистки ґрунтується на здатності живих організмів в процесі життєдіяльності використовувати забруднену воду як середовище існування, при цьому очищаючи її. Для більшої активності мікроорганізмів через аеротенки подається повітря. В аеротенках проходить процес очищення води від органічних решток.

Після біологічної очистки вода потрапляє у відстійники, де проходить процес седиментації, тобто, механічної очистки води від біоактивного

мулу. Після декількох етапів седиментації очищена вода подається у природні водойми. В деяких країнах останнім етапом очистки стічних вод є *озонування*.

КОС можуть бути використані для добування електроенергії. Для цього осади, що утворюються, відкачують в спеціальні біоколектори, де метан, що утворюється в процесі гниття, вловлюють і використовують як паливо для електростанцій.

Пропускна спроможність КОС населеного пункту повинна враховуватись на основі максимальних пікових навантажень під час сезонних явищ та враховувати специфіку фізико-географічних умов населеного пункту.

### Хід роботи

Під час ознайомлення із роботою КОС студенти занотують основні етапи очистки води та відображають схему роботи кожного складового компоненту. Будують схему роботи станції очистки стічних вод, відображаючи на ній етапи та методи очистки води.



#### Питання для самоконтролю

1. Які джерела поступлення води на КОС населеного пункту?
2. Що таке седиментація?
3. Який механізм дії седиментаційних резервуарів?
4. Що таке біологічна очистка води, яка будова аеротенка?
5. Для чого використовують седиментацію після проходження води через аеротенк?

### Практична робота №14

**Тема:** Розрахунок чисельності населення міста.

**Мета:** ознайомитися з основними методами прогнозування чисельності мешканців міста та визначення точності прогнозу.

**Завдання:** на основі даних про чисельність жителів міста за останні 100 років побудувати графік динаміки чисельності населення міста.

**Матеріали:** статистичні дані, калькулятори, персональний комп'ютер.

#### Теоретична частина

Розрахунок чисельності жителів міста можна проводити за допо-

могою графічних, математичних та об'єднаних методів. Графічні моделі можна застосовувати при наявності даних про чисельність населення за минулі роки. Це дозволяє методом екстраполяції робити прогноз на певний період часу. Графічні методи часто застосовуються при прогнозуванні, але результати отримані під час застосування різних підходів, можуть різнитися, що залежить від фахового досвіду спеціаліста.

Математичні моделі є арифметичною або показовою функцією графічної моделі. Загальний метод полягає у використанні рівнянь, що описують S-подібну криву. При використанні математичних моделей можливе використання додаткових коефіцієнтів, що робить більш точним прогноз.

При об'єднаному методі враховуються не тільки дані зростання загальної чисельності, але й враховуються вікові та статеві показники, дані по іміграції та еміграції. Використовуючи цей метод, треба детально характеризувати і аналізувати дані по народжуваності і смертності різних вікових та статевих груп, що робить прогноз точнішим.

### Хід роботи

Виходячи зі статистичних даних про чисельність населення міста за останні сто років, будують графік зростання чисельності населення. Аналізуючи графік, зробить висновки про швидкість зростання чисельності в окремі роки. Для цього, використовуючи побудований графік, визначить точки перетинання вертикальної лінії із графіком.

За формулою:

$$N = \frac{k_1 - k_2}{n} = \text{кількість} / \text{рік},$$

де  $k_1$  – чисельність населення в 1956 р.,  $k_2$  – чисельність населення в 1960 р.,  $n$  – кількість років. Проведіть розрахунки темпів зростання чисельності населення міста в період між двома переписами населення (1989 і 2001 рр.). Зрівняйте отримані результати та зробить прогноз на 2010 рік, з урахуванням темпів зростання населення в кінці ХХ ст. Зробіть висновок, дайте пояснення.

Таблиця

Середня чисельність населення міста Смаятин в ХХ ст.

Рік	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
населення	10,24	12,15	18,43	26,21	22,48	32,41	48,45	64,23	69,23	70,26	78,56





## Питання для самоконтролю

1. Які методи використовуються для прогнозування чисельності населення?
2. Чим відрізняються графічні методи від математичних і об'єднаних?
3. Чи можна прогноз, побудований на основі даних методів, використовувати без уточнень, поясніть чому?

## Практична робота №15

**Тема:** Побутові відходи.

**Мета:** ознайомитися з основними методами визначення кількості побутових відходів.

**Завдання:** на основі даних, отриманих в процесі роботи, проаналізувати склад побутових відходів покомпонентно, їх масу.

**Матеріали:** поліетиленові пакети, ваги.

### Теоретична частина

Незмінним супутником людської цивілізації є побутові відходи (сміття). На різних етапах розвитку суспільства рівень навантаження навколишнього середовища побутовими відходами був різним. З розвитком науково-технічного прогресу перед людством, поряд із придбанням благ, постала грандіозна проблема утилізації сміття. Винайдення поліетилену значно ускладнило екологічну ситуацію, оскільки до цих пір хіміками-технологами та хіміками-теоретиками не представлено методів утилізації полімерів. Разом з тим синтезовані речовини накопичуються у великій кількості в навколишньому середовищі.

За походженням усі відходи можна розділити на *промислові* та *побутові*. До промислових будуть відноситись відходи промислових підприємств. Побутові відходи в переважній більшості менш шкідливі, ніж промислові, кількість їх пропорційна чисельності населення того чи іншого населеного пункту, регіону, країни. Для реальної оцінки кількості побутових відходів необхідним є аналіз складу побутових відходів, їх походження, визначення маси. Ці дані є необхідними для розробки стратегії природокористування та методів утилізації. Утилізація – процес знешкодження відходів, їх переробка та повторне використання. Побутові відходи досить важко утилізувати через їх неоднорідність.

До настання планетарної екологічної кризи побутові відходи не

утилізувались, а тільки захоронялись на сміттєзвалищах. На даний час захоронення сміття ще залишається найдешевшим способом утилізації. *Сміттєзвалище* – місце захоронення побутових відходів, проектується у віддалених від населених пунктах ділянках. При побудові такого об'єкту повинні враховуватись фізико-географічні умови ділянки. Після комплексної екологічної оцінки проходить закладка котловану та настил гідроізоляційної подушки, для запобігання проникнення стоків у ґрунт. Паралельно із заповненням сховища сміттям іде закладка гравійних шахт для відводу метану. Після заповнення сховища сміттям його консервують.

При глибокій утилізації побутові відходи проходять наступні етапи переробки: збір, сортування, власне утилізація відсортованих компонентів. Сортування полягає у масимальній фрагментації побутових відходів по походженню: органіка, деревина, папір, метал, пластмаси, скло. Кожен із відсортованих компонентів утилізується на окремих спеціалізованих підприємствах.

Не дивлячись на значні затрати по утилізації побутових відходів, економічний ефект від таких заходів значний, оскільки дає змогу значно зменшити кошти на видобування корисних копалин та на проведення заходів з рекультивації місць захоронень відходів.

### Хід роботи

Кожен студент по місцю проживання робить аналіз побутових відходів за одну добу. Для цього використовують поліетиленовий пакет, в який збирають сміття. Для спрощення роботи відходи аналізують і зважують перед викиданням у пакет. Отримані результати оформляють у вигляді таблиці.

Таблиця

Дані аналізу та вагового складу побутових відходів

Походження	Вага (кг)
Харчові	
Метал	
Скло	
Пластмаса, поліетилен	
Папір	
Інші	
Разом	

Зробіть висновок. На основі отриманих з результатів проведіть перерахунок ваги сміття, що продукує одна людина, на кількість мешканців населеного пункту, де проводилась робота.



## Питання для самоконтролю

1. Що таке утилізація?
2. Як можна класифікувати відходи?
3. Які відходи більш шкідливі – побутові чи промислові. Чому?
4. Чим небезпечні синтезовані речовини?
5. Назвіть основні етапи переробки побутових відходів.



## Теми рефератів, доповідей і контрольних робіт

### Промислова екологія.

1. Вплив промисловості та транспорту на навколишнє середовище.
2. Забруднення біосфери токсичними та радіоактивними речовинами.
3. Основні шляхи міграції та накопичення у біосфері радіоактивних ізотопів та інших речовин, небезпечних для людини, тварин та рослин.
4. Небезпека ядерних катастроф.
5. Особливості охорони чистоти атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, рослинного та тваринного світу.
6. Утилізація. Глобальне забруднення біосфери, його масштаби, наслідки та принципові шляхи боротьби з ними.

### Урбоекологія.

1. Урбанізація та її вплив на біосферу.
2. Місто як нове середовище перебування людей. Шляхи розв'язання проблем урбанізації.
3. Охорона природи та рекультивація земель на територіях з інтенсивною господарською діяльністю.
4. Відпочинок населення та охорона природи.
5. Сучасні методи контролю за якістю навколишнього середовища (моніторинг).

### Агроекологія.

1. Харчові ресурси людства. Проблеми харчування та виробництва сільськогосподарської продукції.
2. Екологічні основи інтродукції.
3. Біологічні основи боротьби з шкідниками. Фітомеліорація.

### Заповідна справа.

1. Природоохоронні території.

2. Заповідники, заказники, національні парки; визначення, функції, типи, біологічне, географічне і соціально-економічне значення.
3. Роль світової системи природних заповідних територій у вирішенні проблеми виходу з глобальної екологічної кризи.
4. Екологічна роль національного природного заповідного фонду України.
5. Наукові принципи та критерії проектування і розвитку заповідних територій з врахуванням його генофонду та біології.
6. Сучасний стан, проблеми та перспективи національного природного фонду України.
7. Заповідні території і проблема біорізноманіття (в контексті програми дій на XXI ст., прийнятій в 1992 р. в Ріо-де-Жанейро).
8. Екологічний моніторинг заповідних територій (типи і масштаби моніторингу, його значення).
9. Організаційно-правові основи ведення заповідної справи. Основи заповідного господарювання.

### Соціоекологія.

1. Екоправо. Правові аспекти охорони природи.
2. Організація охорони природи в Україні.
3. Міжнародне співробітництво з проблем охорони природи.
4. Медичні аспекти екології. Екологічна політика.
5. Охорона природи та розвиток культури.
6. Естетичний аспект охорони природи.
7. Охорона природи та школа.
8. Основні положення екологічної та природоохоронної освіти.

## Словник екологічних термінів

**Абіогенез** – гіпотеза, згідно з якою життя на Землі виникло з неживої матерії.

**Абіогенний процес** – процес, не пов'язаний з життям (наприклад, випаровування води під дією нагрівання Сонцем).

**Абіотичне середовище** – це середовище неживої матерії.

**Абіотичні фактори** – умови та явища зовнішнього середовища, які впливають на організми чи екосистеми (кліматичні, едафічні, гідрологічні, орографічні, геологічні).

**Абісаль** – ділянка найбільших морських глибин, які перевищують 2 тис. метрів.

**Автопрофагія** – здатність деяких видів живих організмів поїдати свої власні фекалії.

**Автотроф** – продуцент – організм, що синтезує органічну речовину з неорганічних сполук, використовуючи енергію Сонця (за допомогою фотосинтезу) або енергію, що вивільняється в хімічних реакціях (за допомогою хемосинтезу).

**Автотрофна сингузія** – функціональні структурні елементи фітоценозів, що включають самоопірні породи (дерева, чагарники), в'юнкі рослини (ліани) та епіфіти (мохи, лишайники).

**Автотрофне цвітіння** – зміна клімату з помітним падінням вмісту кисню і підвищенням вмісту вуглекислого газу в атмосфері, що відбувалося наприкінці палеозою.

**Агрегації** – скупчення особин в популяції, що залежить від характеру умов існування.

**Агроекологія** – підрозділ прикладної екології, що вивчає функціонування агро екосистеми.

**Агроекосистеми** – сукупність біогенних та абіогенних компонентів на ділянці суходолу або акваторії, яка знаходиться в сільськогосподарському використанні.

**Агрофітоценоз** – угруповання зелених рослин агро екосистеми.

**Агроценоз** – перетворене з природи й регулярно підтримуване людиною, звичайно маловидове (часто з одним видом висіяних культурних рослин), угруповання організмів. Створюється для вирощування сільськогосподарської продукції (зерна, кормових трав тощо).

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

**Адаптивна реакція** – це комплексна реакція, спрямована на створення гомеостазу.

**Аеробіосфера** – приземна зона атмосфери.

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

**Азотобактери** – деревні породи, на коріннях яких селяться аеробні бактерії, здатні фіксувати азот повітря і перетворювати його в доступний для рослин стан.

**Аквабіосфера** – системне утворення континентальних водоймищ.

**Акваценоз** – декоративні ставки та басейни з водяною рослинністю.

**Акліматизація** – значні морфологічні або фізіологічні модифікації організму у відповідь на тривалу зміну середовища або пристосування організмів до кліматичних, фізико-хімічних і ґрунтових умов нового середовища та до нових біоценозів. Акліматизація буває:

– *онтогенетична* – відбувається протягом життя однієї особини і полягає в зміні поколінь клітин і пагонів;

– *філогенетична* – відбуваються процеси зміни поколінь рослин.

**Аклімація** – значні морфологічні або фізіологічні модифікації організму у відповідь на тривалу зміну середовища (в лабораторних умовах).

**Активний водообмін** – швидкість відновлення окремих водних ресурсів гідросфери, яка відзеркалюється кількістю років і діб, необхідних для повного відновлення водних ресурсів.

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

**Актинометричні дослідження** – дослідження біогеоценозів, які включають теплові та радіаційні балансові спостереження.

**Акцесори** – група видів конкурентного угруповання, які емігрують із сусідніх біоценозів.

**Акція** – збуджуюча дія середовища на організм.

**Алелопатія** – явище, яке полягає в гальмуванні росту одного виду (аменсала) продуктами виділення іншого.

**Алкалізація ґрунтів** – олушення міських ґрунтів (РН – 4,0 – 9,0).

**Алкаліфіли** – деревні породи, відносно стійкі до лужної реакції ґрунтів – солонцюватості: тамарикс, акація біла, груша, берест, дуб звичайний ранній.

**Альbedo** – кількість короткохвильової сонячної радіації, відбитої поверхнею ґрунту, що виражається у відсотках загальної сонячної радіації, яка досягає поверхні Землі.

**Альтобіосфера** – відносно тонкий шар тропосфери.

**Аменсалізм** – тип коакції, коли один вид, який називають аменсалом, відчуває на собі пригнічення росту і розмноження, а інший, який називають інгібітором, таких незручностей не відчуває.

**Амфібіонти** – 1) організми, що живуть в одних вікових фазах розвитку

(як правило, личинкових) у воді чи ґрунті, а в інших – на суші. Наприклад, більшість жаб, бабки, комарі, хрущі та інші; 2) організми, що живуть в одних вікових фазах у одній підсфері біосфери, а в інших вікових фазах – в іншій підсфері (наприклад, прохідні риби).

**Анабіоз** – тимчасове припинення або уповільнення життєвих процесів.

**Анемогамія** – реалізація пропагандійних зв'язків за допомогою вітру.

**Анемохорія** – поширення організмів за допомогою вітру.

**Антибіотики** – токсичні виділення рослин (коліни – алелопатичні речовини).

**Антропоген** – останній геологічний період (з 5 млн. років тому до нашого часу), коли з'явилася і розвинулася до сучасного стану людина.

**Антропогенізація** –

– *агроландшафтна* – ослаблення зв'язків між рослинними угрупованнями в агроекосистемах;

– *урболандшафтна* – ослаблення зв'язків між рослинними угрупованнями на території міста.

**Антропогенне забруднення** – забруднення, пов'язане з діяльністю людини.

**Антропогенний обмін речовин і енергії** – обмін речовин і енергії між природою і суспільством. На вході антропогенного обміну знаходяться природні ресурси, а на виході – виробничі і побутові відходи.

**Антропогенний процес** – процес, зумовлений діяльністю людини.

**Антропогенні фактори** – різноманітні форми людської діяльності, які змінюють біотичні та абіотичні елементи природи.

**Антропосфера** – земна сфера, де живе і куди тимчасово проникає (за допомогою супутників і т. д.) людство.

**Антропоцентризм** – вчення, згідно з яким людина є центром Всесвіту й кінцевою метою світобудови.

**Апвелінг** – висхідна течія глибинних океанічних вод, насичених поживними для морських організмів речовинами.

**Апобіосфера** – аналог метабіосфери глибин Землі.

**Ареал** – зона поширення: 1) систематичної групи живих організмів (виду, роду і т.д.); 2) певного типу угруповань; 3) подібних умов; 4) подібних об'єктів (населених міст і т.д.).

**Аридизація суші** – комплекс процесів зменшення вологості великих територій і викликане цим скорочення біологічної продуктивності екологічних систем.

**Аридні умови** – посушливі умови.

**Архейська ера** – найдавніша ера геологічної історії Землі (4 тис. – 2600 млн. років тому).

**Асектатори** – підлеглий клас у одновіковому деревостані.

**Асиміляція** – процес засвоєння рослинами неорганічних поживних речовин.

**Асоціація** – це сукупність ділянок рослинності з однорідною фізіономічністю.

**Аспект** – зовнішність або фізіономічність.

**Астуарії** – екосистеми дельти річок.

**Аутекологія** – (термін введений у 1896 р. Шретером) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим середовищем. Цей розділ екології займається головним чином визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів. Також вивчає вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

**Аут(о)екологія** – розділ загальної екології, який вивчає пристосованість окремих видів рослин і тварин до умов середовища та способи життя виду.

**Афотосфера** – зона гідросфери, яка відповідає профундальній зоні освітленості.

**Ацидофіли** – деревні породи, які надають перевагу кислим ґрунтам: смерека, сосна звичайна, сосна кедрова, ялиця, модрина, береза, осика, горобина, каштан їстівний, граб, азалія, рододендрон.

**Бактерицид** – хімічний засіб для знищення бактерій.

**Батіаль** – ділянка (зони) глибин від 200 до 2000 м.

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

**Беккерель** – одиниця радіоактивності, що дорівнює розпаду одного атома за одну секунду.

**Беллоїдна екологія** – військова екологія.

**Бенталь** – ділянка (зона) заселена бентосом, тобто організмами, які живуть на ґрунті або товщі ґрунту океанського (морського) дна.

**Бентос** – організми, які живуть на ґрунті або в товщі ґрунту океанського (морського) дна.

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

**Біогенні елементи** – елементи, представлені в живих і мертвих організмах.

**Біогеографічна область (біоорбіс)** – нижчий ранг поділу біосфери, до якого належать материки чи океани або крупні їх частини.

**Біогеографічне царство** – за М.Ф. Реймерсом це вищий рівень поділу біосфери – суша чи Світовий океан.

**Біогеографія** – наука, яка займається поширенням організмів на Земній кулі.

**Біогеосфера** – біосфера разом з геосферою за В.І. Вернадським, утворюють біоосне тіло, яке перебуває в постійному розвитку.

**Біогеохімічні провінції** – біогеохімічні світи, утворені геохімічним середовищем разом із організмами, які його заселяють.

**Біогеоценоз** – взаємозумовлений комплекс живих і неживих компонентів, пов'язаних між собою обміном речовин і енергії (йдеться про взаємозв'язок угруповань рослинних, тваринних та мікроорганізмів з певною ділянкою ґрунту).

**Біогеоценоз антропогенізований** – біогеоценоз, в який внесена енергія людини.

**Біогеоценологія** (або екосистемологія) – вивчає біогеоценологічний шар Земної кулі і, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), в яких взаємодіють біоценози і абіотичне середовище.

**Біоекологія** – теоретична екологія.

**Біоіндикатори** – це група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища.

**Біоіндикація** (концепція) – базується на адекватному відбитті живим організмом умов середовища, в яких він розвивається і на зміну яких він відповідним чином реагує.

**Біокомплекс** – підсистема в ієрархічній будові біосфери М.Ф. Реймерса.

**Біологічне забруднення** – привнесення в середовище нових, не властивих йому раніше, біонтів; надмірне збільшення чисельності (біомаси) біонтів, що перевищують норму в природних умовах, в тому числі внаслідок набуття ними нових властивостей.

**Біологічний захист агроєкосистем** – захист без використання отрутохімікатів (розведення і випуск в агроєкосистеми сонечка, жужелиці, трихограми, мурашок та інших комах-хижаків і паразитів; при генетичному методі захисту в природні популяції впроваджують види або особини, які не здатні давати потомства; перспективне застосування фітофагів проти бур'янів; початі роботи по використанню пестицидних препаратів на основі природних інгредієнтів і т.д.).

**Біологічний контроль** – регуляція чисельності популяцій їх природними ворогами: хижаками, паразитами і патогенними мікроорганізмами.

**Біологічний контроль стану довкілля** – організми, особливо мікроорганізми, разом з абіотичним середовищем створюють складну систему регулювання, підтримуючи на Землі умови, сприятливі для життя, а на певній стадії розвитку біосфери організми почали і продовжують контролювати склад атмосфери. Розповсюдження біологічного контролю на глобальний рівень є основа *гіпотези Геї* (Дж. Лавлок, Л. Маргуліс, 1973-1979 рр.).

**Біологічний кругообіг** – обмін речовиною і енергією між організмами і неживою природою, а також між самими організмами за допомогою життєдіяльності різних груп організмів.

**Біогеохімічний кругообіг** – обмін хімічними елементами між живою речовиною й неорганічним середовищем під впливом біологічного і геологічного факторів.

**Біологічні методи боротьби** – використання живих організмів для зменшення або повного усунення шкоди, яку завдають шкідники тваринам, людині, сільськогосподарським культурам.

– *інтегровані методи боротьби* – оптимальне одночасне поєднання хімічних і біологічних методів;

– *автоцидний метод* – полягає у розведенні і розповсюдженні стерильних особин (чоловічої статі), які, копулюючись, залишають самок стерильними.

**Біологія** – комплекс знань про життя, а також сукупність наукових дисциплін (близько 300), які вивчають живе: хімічний склад, тонку і грубу структуру, поширення, функціонування, його минуле, теперішнє і майбутнє, а також практичне значення та застосування (наприклад, у біотехнології). Термін “Б.” в сучасному розумінні запроваджений у 1802 р. французьким вченим Ж.Б. Лазарком і одночасно німецьким природодослідником Г.Р. Тревіранусом.

**Біологічна надзвичайна ситуація** – надзвичайна ситуація, яка спричиняється живими організмами.

**Біолокус** – фізгеографічна ієрархічна одиниця.

**Біом** – це сукупність біоценозів, видів рослин і тварин однієї природної зони, яка характеризується певним типом структури угруповання, що є відбитком комплексу адаптації виду до умов середовища.

**Біомаса** – сумарний виразник біогеоценологічного процесу (кількість живої речовини на одиниці площі або об'єму в момент спостереження).

**Біоморфа** – життєва форма, що визначається систематичним становищем видів, їх формами росту і біологічними ритмами.

**Біонакопичення забруднюючої речовини** – акумуляція (біонакопичення) шкідливої речовини у живих організмах зростає на кожному

наступному трофічному рівні.

**Біоредуктори** – організми, які розкладають органічні речовини (бактерії, дріжджі, гриби-сапрофіти).

**Біосфера** – сфера існування живих організмів, які заселяють води, повітря літосфери і нижні шари атмосфери. Поділена на дві частини: фітосферу і ноосферу.

**Біосферологія** – (глобальна екологія) вивчає біосферу як єдине планетарне ціле, з'ясовує закономірності еволюції біосфери.

**Біотехнологія** – напрям сучасної науки й техніки з використанням біологічних процесів для виробничих цілей.

**Біотехносфера** – частина біосфери, яка перетворена людиною на технічні й техногенні об'єкти та є наслідком соціального і науково-технічного розвитку людини.

**Біотичні стосунки** – вплив особин одного виду на особини іншого виду.

**Біотичні фактори** – сукупність впливів життєдіяльності одних організмів на інші, як всередині видів, так і між видами.

**Біотичний потенціал** – здатність до розмноження.

**Біотоп** – середовище існування біоценозу.

**Біофільм** – активна плівка життя.

**Біохімічне споживання кисню (БСК)** – показник забруднення органічними речовинами; показує, яку кількість кисню потрібно мікроорганізмам для переробки усієї схильної до розкладання органічної речовини у неорганічні сполучення протягом декількох діб (наприклад, протягом 5 діб – БСК<sub>5</sub>).

**Біохімічний кругообіг** – більш-менш замкнуті шляхи руху речовини.

**Біохімічні цикли** – поділяються на дві групи: 1) кругообіги газів; 2) кругообіги осадові.

**Біоценоз** – історично складена сукупність рослин і тварин, що населяють територію з більш-менш однаковими умовами існування (біотопом).

**Біоценологія (синекологія)** – 1) розділ екології, що вивчає групи організмів (біоценози, екосистеми); 2) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і оточуючим середовищем.

**Біоценотичне забруднення** – полягає у впливі на склад і структуру популяції живих організмів (порушення балансу популяції, інтродукція і так далі).

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

**Біогени** – 1) речовини, необхідні для існування живих організмів; 2) речовини, що синтезуються організмами у процесі життєдіяльності – біоліни (антибіотики, фітонциди і т. д.); 3) речовини, що виникають при розпаданні залишків організмів, але ще не повністю мінералізованих; 4) речовини, які беруть активну участь у життєдіяльності водних організмів.

**Важкі метали** – це кольорові метали з щільністю більшою, ніж у заліза (7874 кг/м<sup>3</sup>) – Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Si, Sn, Bi, Hg.

**Вапнування** – внесення вапна в ґрунт на сільськогосподарських угіддях.

**Вертикальна структура біоценозу** – ярусна структура водних і наземних біоценозів, яку формують різні умови освітлюваності.

**Видове різноманіття** – один із основних показників структури біоценозу.

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

**Верхній автотрофний ярус** – «зелений пояс», який включає рослини або їх частини, що містять хлорофіл, де переважає фіксація сонячної енергії, використання простих неорганічних сполучень та накопичення складних органічних сполучень.

**Відходи** – залишки сировини, що втратили свої споживчі властивості.

**Вітер** – це переміщення мас повітря вздовж поверхні Землі, під час якого вирівнюється концентрація окремих його частин, посилюється газообмін в атмосфері і ґрунті.

**Вода** – це важливий екологічний фактор, що визначається її фізичними властивостями, зокрема, прозорістю, щільністю, теплопровідністю і теплоємністю, а також текучістю.

**Водоймища стоячі** –

– *дистрофні* (бідні на корм). В їхніх водах нагромадилась велика кількість гумінових кислот, що робить їх кислими і коричневатими (Янівське озеро біля Львова).

– *еутрофні* (багаті на корм) – неглибокі, продонні води, що мають більшу температуру, ніж оліготрофні. Тут добре розвиваються різноманітні організми, а також добре перебігають процеси їх відпаду і розпаду. Вода в таких водоймах зелена. Риби тут задовольняються невеликою кількістю кисню. Прикладом може служити озеро Глинна Наварія поблизу Львова;

– *оліготрофні* (небагаті на корм) – глибоководні озера з низькою температурою в нижніх шарах водної товщі, багаті на кисень. У цій воді добре розвиваються лососеві, форель (озера – Пісочне на Поліссі,

Синевир у Карпатах). Тут повільніше розкладається органічний відпад і вода в них голуба і прозора.

**Водні організми індикаторні –**

– *мезосапроби* – організми, що витримують лише середній ступінь забруднення (інфузорія папаметія, карась, короп, лин).

– *олігосапроби* – організми, які витримують лише слабкий ступінь забруднення, вимогливі до кисню (форель, багато видів личинок мошок).

– *полісапроби* – організми, які витримують сильний ступінь дефіциту кисню (личинка комара *Chaoborus*, мухи-бджоловики *Fristalis tenax*).

**Водний режим рослин –**

– *вологість в'янення* – вологість ґрунту, при якій проявляється стійке в'янення рослин;

– *гігрофіти* – (вологолюби) дуже чутливі до посухи, ростуть лише в умовах надмірного зволоження, витримуючи нестачу кисню в ґрунті: болотний екотип ясена, верба сіра, верба вухаста верба лапландська, кипарис болотний, береза чагарникова, вільха чорна;

– *ксерофіти* – (сухолюби) рослини, пристосовані до значних втрат вологи, ростуть в умовах недостатнього зволоження: сосна кримська, сосна звичайна, айлант, лох, обліпіха, абрикос, в'яз дрібнолистий, верба-шелюга;

– *мезогігрофіти* – породи, які потребують достатнього зволоження: в'яз черемха, осокир, верба козяча, верба срібляста, верба ламка, береза пухнаста, крушина ламка, птерокарія, вільха сіра, айва;

– *мезоксерофіти* – перехідна група від сухолюбів до порід середньої вимогливості до вологи: дуб звичайний, дуб сидячецвітний, берека, груша звичайна, чорноклен, клен польовий, клен гостролистий, берест, гледичія, черешня, яблуня;

– *мезофіти* – середні за вимогливістю до зволоження і посухостійкості: липа, граб, ясен, горіх, модрина, бук, каштан їстівний, береза повисла, осика, сосна кедрова, сосна Веймутова, ялиця, дугласія, їльм, бархат амурський, ліщина, бузина;

– *ультраксерофіти* (крайні сухолюби) – ростуть в посушливих районах: саксаул, ялівець, фісташка, дуб пухнастий, дуб корковий, грабінник.

**Водокористування** – використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення і галузей економіки (господарсько-питне, комунальне, сільськогосподарське, промислове, транспортне і т.д.).

**Водокористувачі** – використовують воду як середовище (водний транспорт, риболовство і т.д.) або як джерело енергії (ГЕС), але можуть змінювати якість води (наприклад, водний транспорт), гідрологічний

режим (наприклад, гідротехнічні споруди) і т.д.

**Водоспоживачі** – забирають воду, використовують її для виробки промислової та сільськогосподарської продукції або побутових потреб населення, а потім повертають у водний об'єкт, але вже в іншому місці, в меншій кількості і з іншими якісними характеристиками.

**Галофіти** – солестійкі породи дерев стосовно до загальної родючості.

**ГВК (ґрунтово-вбирний комплекс)** – це сукупність найдрібніших частинок ґрунту менше 0,0001 мм, які складаються із нерозчинних у воді алюмокремнієвих солей і деяких органічних кислот, здатних вбирати з розчинів катіони одних солей і віддавати взамін іони інших.

**Геліофіти** (світлолюбні рослини) – це дерева першого ярусу та трав'яні ефемери, які розвиваються до розпускання листя дерев і чагарників.

**Гемікриптофіти** – рослини, гони яких з настанням несприятливих умов зимових місяців відмирають до рівня ґрунту (більшість трав'яних багаторічників).

**Гемоглобін** – (червоний барвник крові), цей елемент присутній у білках, таких як міоглобін, трансфери, ферритин та ін., а також у деяких ферментах (каталази, пероксидази, цитохром).

**Генетичні ресурси** – генетичне різноманіття, яке відіграє вирішальну роль у задоволенні всіх потреб суспільства.

**Генофонд** – сукупність властивостей організму до його пристосування в нових умовах середовища.

**Гемеробність** – тип підходу до класифікації екосистеми (географічний, історико-періодичний, структурно-фізіономічний, функціональний, екосистемний).

**Геобіосфера** – сфера, населена геобіонтами.

**Геоботаніка** – наука, що вивчає рослинний покрив Земної кулі.

**Геоєкологія** (геоекологія ландшафтів) – це крупні надбіогеоценотичні системи.

**Геосфера** – концентричні оболонки, з яких складається Земля.

**Геохімічна функція живих організмів** – це спеціальний вплив живої матерії на хімічні властивості земної кори і міграцію хімічних елементів у межах біосфери.

**Гетерогенез** – різнорідне зародження для вищих рослин і тварин (Арістотель).

**Гетеротрофи** (консументи) – це організми, які потребують високоенергетичних органічних ресурсів і беруть участь у ланцюзі перетворень, за перебігом яких кожний попередній споживач ресурсу сам, у свою чергу, перетворюється в ресурс для наступного споживача.

**Гетеротрофна сингузія** – це функціональні структурні елементи, які включають паразитів, напівпаразитів і так званих сапрофагів.

**Гідробіонти** – водні організми, які поділяються на: *бентос* (мешканці дна водойми чи водотоку, а також прикріплені до підводних предметів організми); *планктон* (мешканці товщі води – від дна водойми до її поверхні); *нейстон* (організми, які мешкають у поверхневій плівці води); *пагон* (найпростіші, коловратки, черви, молюски, ракоподібні та ін., які зиму проводять у льоду в стані анабіозу, а весною оживають і продовжують планктонний чи бентосний спосіб життя).

**Гігрофіти** – тип рослин, що мають певні умови місце зростання (болото).

**Гідробіосфера** – зона Світового океану, в якій живуть живі організми.

**Гідрологія** – наука, що вивчає закономірності переміщення води по земній поверхні.

**Гідрологічний цикл** – кругообіг води у масштабах земної кулі.

**Гідросфера** – це водне середовище.

**Гідрофіти** – рослини, які не можуть витримати без води (квіткові рослини, що ростуть на прибережних зонах водойм).

**Гіпобіосфера** – зона осадових порід, в якій знаходять мікроорганізми і їх спори.

**Гіпогеобіосфера** – шар розрідженого життя під педосферою, утворений ґрунтовою сингузією фітосфери.

**Гіпотеза** – це науково обґрунтоване припущення, яке базується на спостереженнях, за допомогою якого можна пояснити те чи інше явище.

– *гомеостатична реакція* – реакція живого організму на дію середовища в якому він знаходиться;

– *гомологічна низка* – низка форм в межах одного виду, які генетично близькі;

– *конформісти* – тварини, у яких внутрішнє середовище змінюється відповідно до змін зовнішнього середовища;

– *регулятори* – тварини, здатні підтримувати постійність свого внутрішнього середовища.

**Гомеостаз** – 1) відносна сталість фізико-хімічних та біологічних властивостей внутрішнього середовища організму людини і тварин (сталість складу крові, температура тіла); 2) стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи, яка підтримується регулярним відновленням основних її структур, речовинно-енергетичним складом і постійною функціональною саморегуляцією її компонентів.

**Гомойотермні** – організми, які при зміні температури оточуючого середовища підтримують приблизно постійну температуру тіла, тоді як

у пойкилотермних організмів вона змінюється.

**Горизонтальна структура біосфери** – біогеоценози суходолу та водної поверхні.

**Горизонтальна структура біоценозу** – це його мозаїчність, пов'язана передусім з різноманітністю підстилаючої поверхні.

**Груповий відбір** – це природний відбір в групах організмів, не обов'язково пов'язаний мутуалістичними зв'язками.

**Градiєнти:**

– **А-Е** (від лат. урбор – дерево, еремур – пустеля) – дерева (сади, сквери, бульвари, алеї) в щільній міській забудові центрів міст з їх характерною фауною.

– **С-С** (від лат. каверна – печера і целла – камера), який описує перехід від життя в печерах до заселення підвалів.

– **Р-Н** (від лат. русті кус – селянський, гортус – сад) – приміська сільськогосподарська зона з полями, садами, плантаціями, де широко використовують регулярну обробку ґрунту.

– **Р-М** (від лат. рупус – скеля і мурус – стіна) – відбиває збільшення “каменястості” ландшафт і реакцію на це фауни.

**Градiєнт умов середовища комплексний** – це поєднання факторів середовища, які синхронно змінюються в просторі паралельно градiєнтові угруповань і тим самим впливають на популяції, що формують його.

– *вертикальний* – кількість фотосинтетичної енергії, що надходить у різні яруси екосистеми;

– *висотний* – зміна умов середовища залежно від висоти над рівнем моря;

– *горизонтальний* – враховує зміни показника родючості і вологості ґрунту, що дає змогу вивчати мозаїку угруповань;

– *зволоження* – враховує фактори гірської місцевості за топографічним показником (північні, північно-західні і північно-східні схили вологіший, ніж південні;

– *полютантно-забруднюючий* – враховує фактори зміни умов середовища за рахунок використання хімічних речовин (гербіцидів, мінеральних добрив та ін.), що викликають зміну плодovitості, смертності та міграції живих організмів;

– *просторовий* – враховує зміну географічного поширення окремих видів живих організмів за рахунок зміни кліматичних та фізико-хімічних особливостей навколишнього середовища (засолення земель, осушення боліт і т. д.);

– *рослинності, еколого-фітоценотичний* – враховує диференціацію фітоценотичного покриву великих міст і приміських зон (4 пояси);



– *температурний* – враховує динаміку температури навколишнього середовища (морозостійкість, зимостійкість живих організмів і т. д.);  
– *урбогенний* – враховує особливості умов середовища населеного пункту від периферії до центру.

**Градiєнт проміжних умов** – перехід між водоймищем і сушею.

**Градiєнтний аналіз** – дослідження, метою яких є встановлення стосунків популяцій, видів і характеристик угруповань до градiєнтів умов середовища.

**Градiєнти екологічних факторів** – певна напруженість діючого фактора навколишнього середовища, яка зумовлює відповідне йому посилення екологічної реакції організмів.

**Градiєнт угруповання** – враховує утворення чітко розмежованих угруповань (в межах популяції) залежно від градiєнта умов середовища.

**Гранично допустимий викид (ГДВ)** шкідливих речовин в атмосферу – встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери таким чином, що викиди речовин від цього джерела і від сукупності джерел міста або іншого населеного пункту з урахуванням розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих в атмосфері не створюють приземну концентрацію, що перевищує їх ГДК для населення, рослинного і тваринного світу. ГДВ ( $g/c$ ) встановлюються для умов повного навантаження технологічного обладнання і системи очищення газів і їх нормальної роботи.

**Гранично допустимий скид (ГДС)** – кількість шкідливих речовин у стічних водах, максимально допустимий для відведення в установленому режимі у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті. Величина ГДС розраховується в грамах на годину ( $g/god$ ).

**Грунт** – біокосна речовина, що утворилася в результаті взаємодії живих організмів та косної речовини.

– *вологість* – кількість води, що знаходиться в одиниці об'єму ґрунту.

– *вивітрювання* – процес, який відбувається за участю ґрунтових кислот.

– *олужнення* – переміщення катіонів ґрунтовим профілем вниз із будь-якого вище розташованого горизонту разом із ґрунтовими водами.

– *тепловий режим* – сукупність явищ надходження, переносу, акумуляції і віддачі тепла.

– *теплосмність* – здатність ґрунту поглинати тепло.

– *теплопоглинальна здатність* – здатність ґрунту поглинати і відбивати сонячну енергію (альbedo).

– *теплопровідність* – здатність ґрунту проводити тепло, яке

вимірюється кількістю тепла в калоріях, що переходить за одну секунду через  $1\text{ см}^2$  ґрунту завтовшки один сантиметр.

– *температура* – основний показник теплового режиму ґрунту, який визначається надходженням сонячної енергії і тепловими властивостями самого ґрунту.

**Ґрунтові води** – вода, яка знаходиться в ґрунтовому покриві літосфери.

**Ґрунтоутворення** – процес взаємодії живих організмів та неживої (материнської) породи.

**Гуманізація охорони оточуючого середовища** – розв'язання проблем охорони всього оточуючого природного середовища через призму здоров'я і генетичної цільності людства.

**Гумінова кислота** – продукт, утворений в процесі синтезу специфічних органічних речовин ґрунту, характерний для ґрунтів зі слаболужною реакцією, в яких переважають рослинні деструктори.

**Гуміфікація** – біологічний розклад і окислення органічної маси ґрунту.

**Гумінова речовина** – продукт гуміфікації.

**Ген** – молекулярний носій спадкових властивостей організму.

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

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

**Гетеротроф** – організм, що харчується органічними речовинами, синтезованими іншими речовинами.

**Гігроскопічність** – здатність деяких речовин поглинати рідини і газу.

**Гравітаційна диференціація** – розподіл геологічних тіл у Землі за їх масами.

**Грей** – одиниця поглинутої дози іонізуючого випромінювання, коли опроміненої речовини масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

**Гідробіонти** – живі організми, які населяють літосферу.

**Гранично допустима концентрація** – 1) для водного об'єкта – концентрація речовини у воді, вище якої вода непридатна для одного чи кількох видів користування; 2) для повітря – максимальна концентрація домішок в атмосфері, віднесена до певного часу осереднення, яка періодично чи протягом усього життя людини не шкодить їй, включаючи віддалені наслідки, а також не шкодить навколишньому середовищу.

**Гранично допустиме антропогенне навантаження** (гранично допустимий шкідливий вплив ГДШВ) – це антропогенне навантаження, тривалий вплив якого не призведе до зміни екосистеми. Наприклад,

ГДШВ на водний об'єкт – це таке навантаження, тривалий вплив якого не призведе до зміни екосистеми водного об'єкта, а також гранично допустимой маси шкідливих речовин, яка може надійти до водного об'єкта і на його водозбірну площу.

**Гранично допустимий скид** – нормативна маса речовини в водосоках, максимально допущена до відведення з встановленим режимом в даному пункті водного об'єкта в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті.

**Дампінг** – забруднення і отруєння морських вод, що відбувається при затоплюванні ємностей з отруюючими та радіоактивними речовинами, ґрунтів днопоглиблювальних робіт і т.д.

**Дем** – сукупність організмів зі значним генетичним обміном.

**Демекологія** – наука, що вивчає стосунки в надорганізмовій системі (популяція – середовище).

**Демографія** – наука, що вивчає статистику життя популяцій.

**Демотоп** – середовище, в якому проживає популяція.

**Демоцен** – система, що складається з популяції та її середовища.

**Денітрифікація** – процес перетворення нітратів в азот.

**Деструктори** – група живих організмів (бактерії, гриби), які переробляють органічні рештки.

**Деструкція** – процес переробки відмерлих живих організмів деструкторами.

**Детермінанти** – це популяції, які формуються на базі автотрофних рослин в системі консорції.

**Детрит** – це органічний мул і напівзруйновані рештки організмів, які перебувають у верхніх шарах ґрунту і у водному середовищі.

**Детритний ланцюг** – ланцюг живлення детритофагів.

**Детритофаги** – організми, які живляться мертвою органічною речовиною, частково мінералізованою.

**Дефоліація** – позбавлення рослини листя.

**Динамічний напрям** – вивчає розвиток угруповань: причини, які призвели до їх змін, обмін речовин та енергії між різними компонентами екосистем, а також кормові ланцюги, біомасу і енергію, продуктивність біоценозів.

**Дисиміляція** – енергетичні процеси у рослин і тварин, які характеризуються системою послідовності біохімічних і фотохімічних реакцій.

**Дисклімакс** – це процес зміни видового складу біогеоценозу в результаті дії екологічних факторів.

**Дискретність рослинного покриву** – зміна структури рослинного

покриву в просторі і в часі.

**Дисперсні тіла** – індивідуальні організми живої речовини, кожний з яких має свій власний генезис, свій генетичний склад.

**Дисфотосфера** – зона освітлення товщі води в межах глибини ефективного проникнення світла.

**Дихання ґрунту** – виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту в приземний шар атмосфери.

**Диморфізм** – існування в межах одного виду рослин або тварин двох груп особин з різко відмінними ознаками.

**Демекологія** – розділ загальної екології, який розглядає прямі і зворотні зв'язки популяцій з середовищем і внутрішньопопуляційні процеси.

**Депанування** – накопичення речовини, енергії, інформації тощо.

**Депопуляція** – зменшення чисельності населення людей чи тварин. Щодо рослин частіше говорять про прорідження.

**Дефлорант** – речовина, що застосовується для знищення квіток рослин з метою попередження їх плодоношення.

**Дефляція** – вітрова ерозія ґрунту (видування).

**Дефоліант** – речовина, що застосовується для знищення листя рослин.

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

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

**Добсон** – одиниця кількості озону над певним місцем Землі, що дорівнює товщині шару озону 10 мкм.

**Довкілля** – оточення, у якому функціонує об'єкт (повітря, вода, земля, флора, фауна тощо).

**Домінанти** – група видів конкурентного угруповання, які займають понад 5% особин, що входять до складу угруповання.

**Еволюційна дивергенція** – роз'єднання подібних видів в результаті міжвидової конкуренції.

**Еволюція** – історичний розвиток живої природи, що веде до її ускладнення й удосконалення.

**Евтрофікація** – підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її забруднення сполуками азоту і фосфору за рахунок промислових стоків тощо.

**Екодеструктивні процеси** – процеси впливу на людину і природу, що призводять до соціальних, економічних або екологічних наслідків (забруднення, порушення ландшафтів, прямий вплив на організм людини, вплив на особистість людини, вплив на біологічні об'єкти).

**Екологізація** – зменшення інтегрального екодеструктивного впливу процесів виробництва та споживання одиниці продукції. *Рівень екологізації* може бути визначений за такими показниками: економічні, енергетичні, земельні, порівняння, наявність чи відсутність екологічно «гарячих» місць.

**Екологізація агропромислового комплексу** – екологізація сільськогосподарського виробництва (боротьба з ерозією ґрунтів, застосування органічних добрив, агролісомеліорація, культурно-технічна меліорація, вапнування кислих ґрунтів, мінімізація техногенного впливу на ґрунти, ґрунтозахисні технології, біологічні методи захисту рослин та інші «м'які» методи поліпшення якості ґрунтів); прискорення розвитку промислово-побутової сфери агропромислового комплексу (інфраструктура і переробні галузі промисловості) і т.д.

**Екологізація виробництва** – постійне відтворення наукових ідей, інформаційних матеріалів, технічних засобів та технологічних рішень, що сприяють розвитку екологічно обумовлених виробничих систем.

**Екологізація людей і відтворення мотивів екологізації** – постійне відтворення екологічно орієнтованих знань, навичок і переконань; постійний процес створення організаційних, соціальних та економічних умов, які формують прагнення людей ставити і досягати цілі екологізації.

**Екологізація попиту** – постійно відтворювані процеси формування потреб в екологічних товарах, а також створення фінансових можливостей реалізації цих потреб.

**Екологічна ентропія** – безповоротне розсіяння енергії екосистем.

**Екологічна ніша** – місце, яке займає організм у середовищі проживання, зумовлене його потребою в їжі, території та пов'язане з функцією відтворення.

**Екологічна політика** – система заходів, направлена на забезпечення якості навколишнього середовища, відтворювання природних ресурсів і створення належних екологічних умов для життя населення – може здійснюватися в глобальних, державних і локальних масштабах за допомогою адміністративних і економічних (ринкових) методів регулювання.

**Екологічна безпека** – 1) сукупність дій, станів і процесів, які прямо чи опосередковано не призводять до життєво важливої шкоди (чи загрози такої шкоди) природному середовищу, окремим людям і людству; 2)

комплекс станів, явищ і дій, який забезпечує екологічний баланс на Землі і у будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технологічно і політично готове (може без серйозних збитків адаптуватися) людство.

**Екологічна експертиза** – попереджувальний захід, що дозволяє запобігти шкідливій діяльності з боку користувача природних ресурсів.

**Екологічна катастрофа** – стихійне лихо, крупна виробнича або транспортна аварія (катастрофа), які привели до надзвичайно негативних змін в середовищі залюднення і, як правило, до масової поразки флори, фауни, ґрунту, повітряного середовища і в цілому природи.

**Екологічна криза** – 1) напружений стан взаємовідносин (взаємозв'язків) між людьми і природою, що характеризується невідповідністю розвитку продуктивних сил і виробничих відносин у людському суспільстві ресурсно-екологічним можливостям біосфери; 2) у більш широкому розумінні – фази розвитку біосфери, на які відбувається якісне оновлення живої речовини (вимирають одні види і виникають інші).

**Екологічна надзвичайна ситуація** – аномальне природне забруднення природного середовища.

**Екологічна неосвіченість** – небажання вивчати закони взаємозв'язку людини і оточуючого середовища.

**Екологічна рівновага** – загальна узгодженість місця, часу і швидкості процесів за рівнями від популяції до біосфери.

**Екологічне лихо** (екологічна катастрофа) – екологічне неблагополуччя, яке характеризується глибокими незворотними змінами навколишнього середовища і суттєвим погіршенням здоров'я населення.

**Екологічний аналіз життєвого циклу продукції** – аналітичний метод оцінки ефектів впливу на навколишнє середовище протягом усього часу існування даної продукції: з моменту її створення до знищення.

**Екологічний аудит** – діагноз «екологічного здоров'я» підприємства, спроможність його «технологічного організму», виробничих систем самоочищуватися і не забруднювати навколишнє середовище, виробляти екологічно чисту продукцію і бути привабливим для залучення інвестицій.

**Екологічний моніторинг** – комплексна система спостереження, оцінювання і прогнозування змін стану навколишнього середовища внаслідок антропогенного впливу.

**Екологічний ризик** – імовірність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє природне середовище, які спричиняють незворотну деградацію екосистем. При цьому слід зазначити, що тут йдеться як про природні, так і про техногенно-природні фактори ризику.

**Еколого-економічні показники** – показники, що характеризують різні сторони використання природних благ.

**Екологічний нігілізм** – небажання керуватися екологічними законами.

**Екологічний паспорт промислового підприємства** – нормативно-технічний документ, який включає сукупність систематизованих даних по використанню ресурсів готової продукції і впливу підприємства на оточуюче середовище.

**Екологічні фактори** – життя живих організмів залежить від екологічних факторів, які поділяються на абіотичні, біотичні та антропогенні.

**Екологічний мінімум** – мінімальне значення екологічних факторів, при яких настає загибель живих організмів.

**Екзотермні організми** – організми, що регулюють температуру свого тіла за рахунок зовнішніх джерел.

**Екологізація господарської діяльності** – впровадження екологічних вимог у всі види і у всі етапи господарської діяльності людини, а також в її духовну і культурно-побутову сфери життєдіяльності.

**Екологічна піраміда** – графічне зображення (модель у вигляді прямокутників, поставлених один на одне) співвідношення між продуцентами, консументами й редуцентами в біогеоценозі.

**Екологічний склад** – набір життєвих форм, екологічних типів і синузій в угрупованні.

**Екологічний стан** – це природна ситуація, яка виникла внаслідок дії біологічних, фізичних та хімічних чинників.

**Екологічні нормативи якості води** – науково обґрунтовані кількісні значення показників якості води (гідрофізичних, гідробіологічних, бактеріологічних, специфічних речовин), які відображають природний стан водного об'єкта та заходи щодо водоохоронної діяльності з метою покращення або збереження його екологічного благополуччя.

**Екологія** – наука про взаємодію в живій природі, а детальніше – це наука про взаємодію живих істот між собою і з навколишньою неорганічною природою, зв'язки в надорганізмових системах, структуру і функціонування цих систем.

**Екологія ландшафтів** – вчення про крупні надбіогеоценотичні системи.

**Екологія** – наука про гармонізацію економіки і екології.

**Економічна освоєність території** – використання території для господарських цілей, будівництва доріг, населених пунктів тощо.

**Екосистема** – взаємозв'язаний природний або природно-антропо-

погенний комплекс, утворений живими організмами і їхнім життєвим середовищем

**Екосфера** – це штучно створена екосистема.

**Екотоксиканти** – шкідливі хімічні речовини, що забруднюють природне середовище і отруюють живі організми, які знаходяться в середовищі.

**Екотон** – це перехідна зона від одного біоценозу до іншого.

**Екотоп (біотоп)** – однорідний за абіотичними факторами середовища простір у межах біогеоценозу з усім комплексом абіотичних компонентів (грунтом, повітрям, кліматом і т.д.).

**Ектопаразит** – паразит, який хоча б на одній стадії свого розвитку пов'язаний з поверхнею іншого живого організму.

**Елімінація** – втрати, відпад, винесення особин за межі популяції.

**Еміграція** – перенесення тварин з одної популяції в іншу.

**Енвайронментологія** – дисципліна про оточуюче людину середовище, його якість і охорону.

**Енвайронменталістика** – технічний додаток енвайронментології, включаючи очищення викидів в атмосферу, стічних вод, утилізацію відходів тощо.

**Енвайронментальний простір** – граничні норми глобального забруднення, витрачання світових запасів природних ресурсів, що не відновлюються, площ сільськогосподарських земель і лісів.

**Ендемік** – вид організмів, що живе в певному районі і ніде більше не трапляється.

**Ендопаразити** – паразити, які хоча б на одній стадії свого розвитку пов'язані з внутрішніми органами інших живих організмів.

**Ензими** – ферменти, які діють в організмі в процесах окислення.

**Еноїд** – комплексний об'єкт, який включає в себе живий організм та найближче оточення.

**Ентальпія** – термодинамічна стала в процесах передачі енергії в кормових ланцюгах.

$$M=U+pV,$$

де  $M$  – ентальпія,  $U$  – енергія,  $p$  – тиск,  $V$  – об'єм.

**Ентропія** – енергетична характеристика, пропорційна зв'язаній енергії системи, яка не може використовуватися для здійснення будь-якого виду роботи.

**Ерозія ґрунтів** – руйнування ґрунтів під дією вітру, води, техніки і міграції.

**Екстерналії** – зовнішні ефекти або наслідки економічної діяльності, які позитивно або частіше негативно впливають на суб'єкти цієї

діяльності; розрізняють декілька типів екстерналій – тимчасові (між поколіннями), глобальні, міжсекторні, міжрегіональні, локальні.

**Етноекологія** – розділ екології людини.

**Етологія** – наука про поведінку тварин.

**Етологія** – поведінка споживання.

**Еубіосфера** – шар активного життя, глибина якого на суші становить близько 12 км, а в межах океану – 17 км.

**Еукаріот** – жива істота, клітини якої містять ядро.

**Ефект сумації** – при наявності в атмосфері декількох шкідливих речовин, що справляють сумарну дію (наприклад, ефектом сумації володіють фенол і діоксид сірки, діоксид сірки і діоксид азоту, діоксид сірки і сірководень, озон, діоксид азоту і формальдегід та ін.).

**Ефективність охорони довкілля** – максимальна результативність від проведення комплексу заходів щодо забезпечення якості довкілля і оптимального використання природних ресурсів.

**Євтрофікація вод** – 1) підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок накопичення у воді біогенних елементів під впливом антропогенних або природних факторів; 2) антропогенна євтрофікація – підвищення біологічної продуктивності водних екосистем внаслідок збагачення їх поживними речовинами, що надходять у результаті людської діяльності; 3) забруднення вод біогенами.

**Жива речовина** – сукупність організмів усієї біосфери або будь-якої її частини, які виражаються у одиницях маси, енергії та інформації.

**«Жорстке» управління** – безпосереднє, командне управління природними системами, як правило, технічний і техногенний впливи втручання в природні процеси, їх «виправлення» шляхом корінного перетворення самих механізмів і систем природи; базується на штучному перенапруженні і граничному омолодженні природних систем.

**Забруднення антропогенне** – забруднення, яке виникає в результаті діяльності людей, у т.ч. їх безпосереднього впливу на інтенсивність природного забруднення.

**Забруднення вод** – надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин.

**Забруднення водних об'єктів** – скидання або надходження іншим способом у водні об'єкти, а також скидання в них шкідливих речовин, які погіршують якість поверхневих і підземних вод, обмежують

використання або негативно впливають на стан дна і берега водних об'єктів.

**Забруднення ґрунтів** – привнесення і виникнення в ґрунті нових, звичайно нехарактерних для неї фізичних, хімічних або біологічних агентів або перевищення в розглянутий час природного рівня (в межах його крайніх коливань) концентрації зазначених агентів.

**Забруднення довкілля** – несприятлива зміна навколишнього природного середовища, яке цілком або частково є результатом антропогенної діяльності, прямо або побічно змінює розподілення енергії, що надходить, рівні радіації, фізико-хімічні властивості середовища й умови існування живих організмів.

**Забруднення земель** – виявлене привнесення чи виникнення в зоні аерації одного і більше інгредієнтів (або їх комбінацій), що можуть погіршити продуктивність і якість біоти.

**Забруднення морського середовища** – привнесення людиною, прямо чи посередньо, речовин або енергії в морське середовище, включаючи естуарій, яке призводить або може призвести до таких згубних наслідків, як шкода живим ресурсам і життю в морі, небезпечна для здоров'я людини, утворення перешкод для діяльності на морі, в тому числі для рибальства та інших правомірних видів використання моря, зниження якості використовуваної морської води та погіршення умов відпочинку.

**Забруднення навколишнього природного середовища** – фізико-хімічна і біологічна зміна якості навколишнього природного середовища внаслідок діяльності людини, що перевищує встановлені нормативи шкідливого впливу на природу і що створює загрозу здоров'ю людини, стану рослинного і тваринного світу.

**Забруднення хімічне** – зміна природних властивостей оточуючого середовища, яка перевищує допустимі значення, або проникнення в середовище речовин, що нормально відсутні в ньому.

**Забруднююча речовина** – речовина, яка привноситься у природний об'єкт в результаті антропогенної діяльності та аномальних природних процесів.

**Забруднювач** – будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид (в основному мікроорганізми), які попадають в оточуюче середовище або утворюються в ньому в кількості вище природного.

**Загальна біологія** – розділ біології, який розглядає найширші, універсальні для всього живого закономірності хімічного складу, тонкої й грубої структури, індивідуального розвитку, спадковості й еволюції організмів, їхні взаємозв'язки з зовнішнім середовищем і закономірності

виникнення природних угруповань – від біогеоценозу та біосфери.

**Закон біогенної міграції Вернадського** – міграція хімічних елементів в біосфері відбувається при безпосередній участі живої речовини (біогенна міграція) або при її непрямій участі.

**Зіверт** – одиниця еквівалентної дози випромінювання, що дорівнює 100 берам.

**Зона ландшафтна** – смуга земної поверхні, що характеризується певними співвідношеннями тепла і вологи, інтенсивності екзогенних процесів, ґрунтами й рослинністю, переважанням зонального типу ландшафту.

**Зооценоз** – сукупність тварин, що мешкають у певних умовах, складова частина біоценозу.

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

**Імміграція** – процес перенесення особин певного виду з іншої популяції.

**Інвазія** – заселення особинами певного виду нових територій, які не були до цього зайняті його популяцією.

**Інгібітори** – речовини, що сповільнюють хімічні процеси окислення, полімеризації, біохімічні та фізіологічні реакції.

**Інгредієнтне забруднення** – сукупність мінеральних, органічних і органо-мінеральних речовин, кількісно або якісно чужих біоценозам.

**Інженерна екологія** – наука, що вивчає питання технології гірничих розробок і будівництва інженерних споруд.

**Інсектицидні методи** – хімічні методи знищення шкідників сільськогосподарських рослин і паразитів тварин.

**Інсоляція** – опромінення земної поверхні сонячними променями.

**Інтегральний екодеструктивний вплив** – зведені до єдиної критеріальної бази результати негативних наслідків впливу людини і природної системи (екосистеми) процесів виробництва та споживання предметів і послуг.

**Інтегральний ресурс** – системна сукупність всіх конкретних природних ресурсів як факторів життя суспільства в поєднанні з матеріальними і трудовими ресурсами.

**Інтродукція** – штучне розселення видів за межами їхнього природного ареалу.

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

**Кайнозойська ера** – остання ера геологічної історії Землі (67 млн. років – до теперішнього часу).

**Катастрофа** – подія з трагічними наслідками; непередбачувана і несподівана ситуація, з якою постраждале населення не може упоратися самостійно.

**Кислотні опади** – кислотні опади зі значеннями  $pH$  від 5,6 – 5,5 до 2 – 1,5 (оксиди сірки та азоту, які викидаються в атмосферу, поєднуючись з атмосферною вологою, утворюють сірчану і азотну кислоти, які дисоціюють на іони  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $H^+$  та ін.)

**Кларк** – середній вміст елемента в земній корі.

**Клімакс** – стан динамічної рівноваги біогеоценозу, що характеризується відсутністю сукцесійних змін.

**Клімаксні угруповання** – це кінцеві результати сукцесій, характерні даному клімату.

**Клімат** – багаторічний режим погоди, який визначається географічною широтою, висотою над рівнем моря, віддаленістю місцевості від океану, рельєфом суші, характерною підстилаючою поверхнею, антропогенними впливами і т. д.

**Кліматограми** – графічне зображення параметрів клімату даної місцевості.

**Коагуляція** – розпад колоїдного розчину на рідину та желеподібну масу.

**Коакція** – вплив одних організмів на інші.

**Коеволюція** – сумісна еволюція двох (і понад) таксонів, які об'єднані тісними екологічними зв'язками, але не обмінюються генами.

**Коліни** – хімічні виділення, що є продуктами метаболізму (ефірні олії, фітонциди, глюкозиди).

**Коменсал** – організм, який дістав притулок від іншого не завдаючи йому при цьому шкоди.

**Комунальна екологія** – наука, яка вивчає проблеми життєдіяльності міст (тверді та рідкі відходи, атмосферне забруднення, шуми тощо).

**Комфортність середовища** – суб'єктивне почуття і об'єктивний стан повного здоров'я за даних умов оточуючого людину середовища, включаючи її виробничі, природні і соціально-економічні показники

**Консорти** – види, які об'єднуються довкола детермінантів.

**Консорція** – окрема особина чи популяція рослин і просторово або трофічно пов'язані з нею популяції інших рослин, тварин, бактерій, грибів.

**Консумент** – організм, що отримує енергію для життя за рахунок споживання органічної речовини, синтезованої іншими організмами – рослинами чи тваринами.

**Континуум** – принцип безперервного переходу угруповань одне в одне.

**Контроль екологічний виробничий** – діяльність підприємств, організацій, установ по управлінню впливом на оточуюче середовище наявних джерел забруднення.

**Контроль за оточуючим середовищем** – спостереження за станом і змінами особливо важливих для людини і біоти характеристик компонентів ландшафту. Контроль за оточуючим середовищем здійснюють державні органи, підприємства за певною апрограмою, безперервно або періодично, в окремих пунктах або шляхом перевірних рейдів.

**Конформісти** – тварини, у яких внутрішнє середовище змінюється відповідно до змін зовнішнього середовища.

**Кормові ланцюги** – перенесення енергії корму від її джерела через ряд організмів, яке відбувається шляхом поїдання одних організмів іншими.

**Космічна екологія** – галузь знань, яка досліджує та створює замкнуті системи життєзабезпечення космічних кораблів.

**Крайовий ефект** – перехідна зона, в якій відбувається перемішування видів.

**Крива виживання** – графічне зображення динаміки чисельності особин популяції в часі.

**Криптофіти** – зимуючі бруньки, що краще захищені від замерзання і висихання, оскільки вони зовсім захищені в ґрунті (бульбові і кореневищні трави) або на дні водойм. Трапляються також у холодному вологому кліматі.

**Ксенобіотики** – сторонні для живих організмів шкідливі сполуки (пестициди, препарати побутової хімії та ін.), які попадають в значних концентраціях в природне середовище і призводять до загибелі організмів, а також порушують нормальний хід природних процесів в екосистемах.

**Ксерофілізація** – процес перегріву верхніх шарів ґрунту скверів і вуличних насаджень.

**Ксерофіти** – рослини, які довший час витримують без води.

**Культурфітоценози** – штучно створені фітоценози.

**Ландшафт** – географічний комплекс, у якому рельєф, клімат, води, ґрунти і живі організми знаходяться у складній взаємодії й взаємозумовленості, утворюючи єдину нерозривну систему.

**Ланцюг живлення** – послідовність груп організмів, кожна з яких (ланка живлення) є їжею для наступної ланки, тобто пов'язана відно-

шенням їжа – споживач (хижак – жертва, паразит – господар).

**Латеральні потоки** – потоки енергії в екосистемі, що мають горизонтальний напрямок.

**Латеризація** – процес виживання окисів кремнію (поширені в тропіках).

**Лімнічна зона** – це зона водної поверхні в межах глибини ефективного проникнення світла.

**Лімітуючі фактори** – фактори зовнішнього середовища, які обмежують розвиток популяцій, перевершуючи в менший чи більший бік допустимі для виду межі.

**Лісові біоценози** – група живих організмів в екосистемах лісів.

**Логістична крива** – крива, побудована на експериментальних дослідженнях (1920 р.) статистичних змін чисельності мисливської фауни.

**Лісовий намет** – фотосинтетична частина автотрофного блоку лісової екосистеми.

**Лісовий відпад** – це органічні рештки лісового біоценозу (гілочки, листя і т.д.).

**Лісовий мікроклімат (фітоклімат)** – це клімат підпологового простору лісу.

**Літобіосфера** – сфера життя в нижніх шарах літосфери (особливо в підземних водах).

**Літоральна зона** – зона водної поверхні, в якій світло проникає до дна.

**Літосфера** – верхня тверда оболонка Землі. Протяжність л. 50 – 200 км в т.ч. товща земної кори на континентах – 50 – 75 км, а на дні океану – 5 – 10 км.

**Лотки-Вольтерра, рівняння конкуренції** – математична модель екологічного явища.

**Мантия Землі** – глибина сфери Землі, розташована нижче земної кори.

**Марікультура** – вирощування в морі корисних рослин і тварин в умовах штучних підводних плантацій.

**Макроеlementи** – хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в значних кількостях і становлять не менш як 0,1% загальної маси тіла (вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, сірка, калій, магній, кальцій).

**Макроконсументи**, або фаготрофи (від грец. *fagos* – той, що пожирає) – гетеротрофні організми, головним чином тварини, які поїдають

інші організми або частинки органічної речовини.

**Макроклімат** – регіональний клімат, що є наслідком географічного місцезнаходження.

**Маринобіоти** – живі організми, що живуть у водах океану

**Мариносфера** – сфера Світового океану.

**Масовий ефект** – це поняття складних коакційних зв'язків означає ефект, зумовлений перенаселенням середовища.

**Мегаклімат** (від грецьк. мега – великий) – клімат великих територій: суші, океану, частини півкулі (континентальний, морський, азидний тощо).

**Мегатрофні організми** – організми, вибагливі до родючості ґрунтів.

**Мезоклімат** – це клімат лісу, долини, вершини гори і т.п.

**Мезотронні організми** – середньо вибагливі до ґрунтів рослини.

**Мезофауна** – редуценти (ширина тіла від 100 км до 2 мм).

**Мезофіти** – середні за вимогливістю до зволоження і посухостійкості: липа, граб, ясен, горіх, модрина, бук, каштан їстівний, береза повисла, осика, сосна кедрова, сосна Веймутова, ялиця, дугласія, ільм, бархат амурський, ліщина, бузина.

**Мезоценоз** – угруповання видів, пов'язане з якісно однорідною ділянкою середовища.

**Меліорація** – система заходів для поліпшення ґрунтів з метою створення сприятливих умов для сільськогосподарського, лісогосподарського та інших виробництв з урахуванням вимог екологічного (раціонального) приро-докористування.

**Мертва органічна речовина (МОР)** – детрит (нафта, кам'яне вугілля, торф).

**Метаболізм** – перетворення речовин і енергії, які становлять основу життєдіяльності організмів.

**Міграція** – рух організмів, викликаний зміною умов існування в місцях їх проживання або зв'язаний з циклом їх розвитку.

**Мікориза** – форма тривалого співжиття (симбіозу) грибів з вищими рослинами.

**Мікроасоціації** – синузії (найменший рівень угруповань).

**Мікроелементи** – хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в малих кількостях і, як правило, становлять менше ніж 0,1% загальної маси тіла (мідь, цинк, молібден, манган, бор, йод, силіцій).

**Мікроклімат** (за Уваровим – еоклімат) – це клімат на рівні організмів.

**Мікроорганізми** – найменші, переважно одноклітинні, організми, видимі тільки за допомогою мікроскопу: бактерії, мікроскопічні гриби та водорості, інколи найпростіші і віруси.

**Моніторинг оточуючого середовища** – спостереження за станом оточуючого людину природного середовища і попередження про утворюючі критичні для здоров'я ситуації, шкідливі або небезпечні для здоров'я людей та інших живих організмів.

**Мутуалізм** – форма біотичних відносин (можливість життя кожного з видів лише в присутності іншого).

**Мезозойська ера** – четверта ера геологічної історії Землі (230 – 67 млн. років до н. е.).

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

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

**«М'яке» управління** – в основному опосередкований, непрямий вплив на природокористування, як правило, за допомогою природних механізмів самоврядування (саморегуляції), а інколи – шляхом технічного конструювання цих механізмів.

**Навантаження на ландшафт** – антропогенний вплив на ландшафт.

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

**Національний парк** – виділена державою або місцевими органами територія, яка крім збереження в незайманому вигляді флори і фауни призначена для відвідування людьми мальовничих місць з творчою, рекреаційною, культурною та науково-дослідною метою.

**Неоліт** – новий кам'яний вік, заключний період кам'яної доби історії людини (10 – 3 тис. років тому).

**Несприятливі природно-антропогенні процеси** – такі явища, які заважають виробничній діяльності людини, а іноді становлять небезпеку безпосередньо для населення (карст, зсуви, селеві потоки, ерозія ґрунтів, виникнення ярів, підтоплення тощо).

**Нижній гетеротрофний ярус** – «коричневий пояс» ґрунтів і опадів, речовин, які розкладаються, коріння рослин і т.д., у якому переважає використання, трансформація і розкладання складних сполук.

**Ніша екологічна** – місце виду у природі, яке включає не тільки положення виду у просторі, але й функціональну роль його в угрупованні та його положення відносно абіотичних умов існування (температури, вологості і т. д.).

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



**Норма викиду** – сумарна кількість газоподібних і (або) рідинних відходів.

**Норма забруднення** – гранична концентрація речовини, яка надходить або міститься в середовищі і яка допускається нормативними актами.

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

**Озеро** –

– *оліготрофне* (небагате на корм) – глибоководне озеро з низькою температурою в нижніх шарах водяної товщі, багате на кисень. У цій воді добре розвиваються лососеві, форель (озера – Пісочне на Поліссі, Синевир у Карпатах). Тут повільніше розкладається органічний відпад і вода в них голуба і прозора.

– *еутрофне* (багате на корм) – неглибокі, продонні води, що мають більшу температуру, ніж оліготрофні. Тут добре розвиваються різноманітні організми, а також добре перебігають процеси їх відпаду і розпаду. Вода в таких водоймах зелена. Риби тут задовольняються невеликою кількістю кисню. Прикладом може служити озеро Глинна Наварія поблизу Львова.

**Озон** – газ, що утворюється в атмосфері під час грозових розрядів,  $O_3$ .

**Озоноактивні гази** – домішки, які надходять в атмосферу і каталізують розпад озону ( $N_2O$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CFCI_2$ ,  $CFCI_3$ ,  $CH_3CCI_3$ , тощо): найбільшу небезпеку представляють викиди *хлорфторвуглеців (ХФВ)*, які використовуються як холодоагенти, розчинники, препарати гасіння, для розпилення лаків і барвників в аерозольних упаковках.

**Озонова діра** – ділянка в озоносфері, в якій озон відсутній.

**Озоновий екран** – озоносфера (шар озону в атмосфері, що поглинає ультрафіолетове випромінювання Сонця).

**Опідзолення** – процес вимивання з ґрунту розчинних солей.

**Організми** – багатозначний термін, який у найзагальнішому сенсі означає живу істоту, що характеризується всіма властивостями життя.

– *стено-евриойкний* – (стосовно місця зростання);

– *стено-евриобіонти* – (стосовно екологічного фактора);

– *стено-евритермні* – (стосовно температури);

– *стено-евригідричні* – (стосовно води);

– *стено-евригамний* – (стосовно солоності);

– *стено-еврифазний* – (стосовно поживи).

**Обмін речовин** – споживання, перетворення, використання, нагромадження і виведення (втрата) речовин і енергії в живих організмах, завдяки яким вони самозберігаються, ростуть, розвиваються й розмножуються в умовах навколишнього середовища, а також пристосовуються (адаптуються) до нього, його постійних змін.

**Онтогенез** – індивідуальний розвиток організмів, сукупність послідовних морфологічних, фізіологічних і біохімічних перетворень, які відбуваються в організмі з моменту народження до смерті.

**Оптимальне використання природних ресурсів** – досягнення максимальної ефективності використання природних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології і одночасне зниження техногенного впливу на навколишнє середовище.

**Оптимальне природокористування** – система діяльності по забезпеченню економної експлуатації природних ресурсів і умов та найбільш ефективний режим їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів господарства, що розвивається, і збереження здоров'я людей.

**Оптимізація** – найкращий з можливих варіантів розв'язання задач природокористування.

**Оптимізація соціально-еколого-економічна** – прихід до стану, найбільш бажаного з точки зору людини з позицій економіки, соціології, стану природного середовища.

**Охорона навколишнього природного середовища** – сукупність заходів, направлених на забезпечення гармонійної взаємодії суспільства і природи.

**Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)** – визначення масштабів і рівнів впливів діяльності, яка проектується, на навколишнє середовище, заходів щодо попередження або зменшення цих впливів, прийнятності проектних рішень з екологічної точки зору.

**Осморофи** (від грец. *osto* – проходити через мембрану), або мікроконсументи – гетеротрофні організми, переважно бактерії та гриби, які розкладають складові сполуки мертвої протоплазми, поглинають деякі продукти розкладу і вивільнюють неорганічні поживні речовини, придатні для використання продуцентами, а також органічні речовини, здатні служити джерелом енергії, інгібіторами для інших біотичних компонентів екосистеми.

**Охорона оточуючого середовища** – усвідомлена форма громадської і державної діяльності, спрямованої на збереження і відтворення природних ресурсів.

**Охорона навколишнього природного середовища людини** – комплекс міжнародних, державних, регіональних і локальних (місцевих)

адміністра-тивно-господарських, технологічних, політичних, юридичних і громадських заходів, спрямованих на забезпечення соціально-економічного, культурно-історичного, фізичного, хімічного і біологічного комфорту, необхідного для збереження людини.

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

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

**Палеоекологія** – наука, що вивчає викопні рештки живих організмів.

**Парабіосфера** – зона, що прилягає до біосфери зверху.

**Паразитизм** – форма біотичних відносин, коли організм використовує інший ще при житті.

**Параметричне забруднення** – пов'язане зі зміною якісних параметрів навколишнього середовища (теплове, шумове, світлове, радіаційне, електромагнітне).

**Парникові гази** – газоподібні складові атмосфери як природного, так і антропогенного походження, які поглинають і перевипромінюють інфрачервоне випромінювання ( $CO_2$ ,  $CO$ ,  $N_2O$ ,  $NO_x$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $ХФУ$ ).

**Парниковий ефект** – різке зростання вуглекислого газу в атмосфері, який на пропускання теплового випромінювання в атмосферу.

**Палеоген** – перший період кайнозойської ери геологічної історії Землі (67 – 25 млн. років тому).

**Палеозойська ера** – третя ера геологічної історії Землі (570 – 230 млн. років тому).

**Палеоліт** – давній кам'яний вік (500 – 10 тис. років тому).

**Пестициди** – збірна назва хімічних сполук, що використовуються для захисту рослин, тварин, сільськогосподарської продукції, деревини, вовни тощо від хвороб, шкідників і паразитів (бактерициди, фунгіциди, зооциди тощо).

**Піранометр** – прилад для вимірювання енергетичних параметрів сонячного світла.

**Пірофіти** – група рослин, які витримують температуру пожеж.

**Планктон** – сукупність мікроскопічних рослинних і тваринних організмів, що живуть у товщі води і пасивно переносяться течіями.

**Плеоцен** – біогеоценоз.

**Поводження з відходами** – дії, спрямовані на запобігання утворенню

відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

**Пойкілотермні організми** – організми, що змінюють температуру тіла залежно від температури зовнішнього середовища.

**Поліморфізм** – існування в межах одного виду декількох груп особин з різко відмінними ознаками.

**Популяція** – сукупність особин певного виду рослин, тварин чи мікроорганізмів, що населяють обмежену ділянку природного середовища.

**Популяційна екологія (демекологія)** – розділ загальної екології, який розглядає прямі і зворотні зв'язки популяцій з середовищем і внутрішньо-популяційні процеси.

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

**Порушення екологічної рівноваги** – зміна в процесах взаємодії і поєднання компонентів і елементів екосистеми, що зрештою приводить до її заміни іншою екосистемою на тривалий або умовно нескінченний термін.

**Потужність джерела впливу на оточуюче середовище** – відповідна кількість речовин або енергії, яка надходить в оточуюче середовище від певного джерела (або вилучається з оточуючого середовища) в одиницю часу.

**Правило 10%** – з нижчого на більш високий трофічний рівень (продуценти – первинні консументи – вторинні консументи і т.д.) переходить близько 10% енергії.

**Правило 1%** – зміна енергетики природної екосистеми у межах 1%, виводить її з рівноважного стану.

**Правило Гесса** – теплова продукція є реакцією сталою і незалежною від способу її перебігу.

**Пратоценози** – газони міських фітоценозів.

**Природна система** – система, що складається з природних структур і утворень (підсистем), що групуються у функціональні компоненти на вищих рівнях ієрархічної організації (біогеоценоз, біом, біосфера тощо). Для моделі екосистеми характерна спрямованість зв'язків з боку факторів «середовища» (об'єкт) насамперед на головний об'єкт – «господаря» (суб'єкт), а для моделі природної системи типовим є визнання рівності всіх зв'язків.

**Природне забруднення** – забруднення, яке викликане природними, нерідко аномальними процесами в природі.

**Природні ресурси** – джерела одержання потрібних людям матеріальних благ, що містяться в об'єктах живої і неживої природи.

**Природні умови** – сукупність живих організмів, тіл і явищ природи, існуючих поза діяльністю людей (хоча в низці випадків і перетворених ними), які впливають на інші живі організми, тіла і явища, що розглядаються як центральні в системі існуючих відносин, що вивчаються.

**Природний радіаційний фон** – опромінення, зумовлене космічним випромінюванням та випромінюванням природних радіонуклідів, природно розподілених у землі, воді, повітрі та інших елементах біосфери.

**Природна надзвичайна ситуація** – ситуація, пов'язана з проявом стихійних сил природи.

**Природний фактор** – будь-який предмет чи явище, що діє поза участю людини (неантропогенний) чи пов'язаний з його біологічною сутністю, тобто безпосередній вплив природного середовища, в певних межах він може змінюватися, але цілком не знімається дією соціальних факторів, включаючи техногенний вплив.

**Природно-заповідний фонд** – ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і охороняються як національні надбання, щодо яких встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання.

**Природно-ресурсний потенціал** – здатність природних систем без шкоди для себе (а, отже, і для людей) віддавати необхідну для людства продукцію або виконувати корисну роботу в рамках господарства даного історичного типу.

**Природно-техногенний ризик** – імовірність несприятливих для населення наслідків будь-яких антропогенних або техногенних змін природних об'єктів і факторів.

**Природокористування** – сукупність впливів людства на географічну оболонку Землі, що розглядається в комплексі, або сукупність всіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу.

**Продуктивність** – 1) біологічна біомаса, що виробляється популяцією або угрупованням (екосистемою) на одиниці площі чи в цілому за одиницю часу; 2) господарська – збільшення кількості особин чи біомаси економічно цінних організмів (рослин, тварин, грибів, прокаріотів) на одиниці площі за одиницю часу.

**Продуценти** – організми, які синтезують (продукують) живу органічну речовину за рахунок енергії Сонця або хімічних реакцій з вуглекислоти, води і мінеральних солей.

**Проективне покриття** – горизонтальна проекція надземних органів

на ґрунт.

**Прокаріот** – організм, клітини якого не мають ядра.

**Пропагандія** – поширення, основний тип коакцій всередині популяції.

**Радіаційний гормезис** – радіація в малих дозах корисна, більш того, вона необхідна в малих дозах (нижча межа шкоди – природний радіаційний фон – постійний потік радіації, в якій існує все живе, починаючи від вірусів і закінчуючи людиною).

**Радіонукліди** – радіоактивні елементи, продукти поділу інших радіоактивних елементів (урану, торію).

**Рациональне використання природних ресурсів** – економічне, бережливе використання джерел природної сировини, природних ресурсів з врахуванням вимог охорони оточуючого середовища.

**Регулятори** – тварини, здатні підтримувати постійність свого внутрішнього середовища.

**Редусфера** – нижня частина, де процеси фотосинтезу неможливі і утворення біомаси з мінеральних сполук (хемосинтез) істотного значення не має.

**Редуценти** – організми, головним чином бактерії і гриби, які в процесі життєдіяльності перетворюють органічні залишки у неорганічні речовини.

**Рекреація** – поновлення здоров'я і працездатності шляхом відпочинку на лоні природи або під час туристського походу.

**Рекультивация** – штучне відновлення ґрунтів після їх порушення; *технічна рекультивация* – це планування, формування укосів, пересування і трансплантація родючих ґрунтів на площу, яка рекультивується, будівництво меліоративних споруд і доріг; *біологічна рекультивация* – комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, направлених на поновлення середовища мешкання тварин і рослин і відновлення господарської продуктивності земель.

**Релікт** – види живих організмів, які знаходяться в протиріччі з сучасними умовами існування, це наче залишки минулих епох.

**Репарація** – самовідновлення пошкоджень у генному апараті.

**Ретрогноз** – прогноз, спрямований у минуле, визначення явищ, які мали місце в минулому, на основі наукового аналізу фактів.

**Рівень організації** – місце біологічної структури в органічному світі; звичайно виділяють молекулярний (молекулярно-генетичний), клітинний, організмовий, популяційно-видовий і біогеоценотичний.

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

**Рослинність** – зелені рослини (основні утворювачі первинних органічних речовин)

**Рудеральні види** – види живих організмів, які живуть поряд з людиною, але чинять шкоду їй.

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

**Санітарно-захисна зона** – смуга, що відділяє промислове підприємство від населеного пункту.

**Сейсмогенний** – викликаний землетрусом.

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

**Середовище** – усі тіла і явища (природні і антропогенні), з якими організм перебуває в прямих і непрямих зв'язках.

**Середологія** – наука про охорону середовища.

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

**Синантропні види** – види живих організмів, які живуть разом з людьми.

**Синекологія** – 1) розділ екології, що вивчає групи організмів (біоценози, екосистеми); 2) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і оточуючим середовищем.

**Синузія** – рівень угруповань за величиною (біоми, асоціації та синузії).

**Система екологічного управління (EMS)** – частина загальної системи управління, яка включає в себе організаційну структуру, діяльність з плануванням, обов'язки та відповідальність, практику, процедури, процеси, ресурси для формування, впровадження, досягнення, аналізу та здійснення екологічної політики.

**Системний час** – це час, який ми розглядаємо в аспектах періоду існування даної системи, або процесів, які в ній відбуваються.

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

**Созологія** – наука про охорону природи.

**Соляриметр (піранометр)** – прилад для вимірювання енергетичних параметрів сонячного світла.

**Солярна теорія (Свінтонна)** – теорія, що пояснювала масові інвазії сарани періодичною появою плям на Сонці.

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

**Соціоекологія** – інтегральна, міждисциплінарна наука, що вивчає закономірності взаємодії суспільства і природи та розробляє наукові принципи цієї взаємодії.

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

**Сталий розвиток** – розвиток, за якого задоволення потреби теперішніх поколінь не має ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби; процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умови збереження й поетапного відтворення цілісності довкілля, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь.

**Стація** – сукупність умов, необхідних для існування того чи іншого виду живих організмів.

**Стійкість екосистеми** – її здатність екосистеми зберігати структуру й функціональні особливості, коли діють зовнішні фактори.

**Стаціонально-деструкційне забруднення (стація – житло популяції, деструкція – руйнування)** – зміна ландшафту і екосистеми в процесі природокористування (вирубка лісових насаджень, ерозія ґрунтів, осушення земель та ін.).

**Стійкість довкілля до техногенного навантаження** – здатність природних систем (екосистем) під дією зовнішніх факторів зберігати набуту ними структуру і характер функціонування; складовими стійкості довкілля є: метеорологічний потенціал атмосфери, стійкість водних об'єктів, стійкість ґрунтів і біотичний потенціал.

**Стічні води** – води, що відводяться після використання в побутовій, виробничій або сільськогосподарській діяльності людини; за походженням стічні води поділяються декілька груп: господарсько-побутові; промислові; поверхневий стік підприємств і населених пунктів; сільськогосподарські; рудникові і шахтні води.

**Стихійне лихо** – небезпечне явище або процес геофізичного, геологічного, гідроабічного, атмосферного та іншого походження такого масштабу, який викликає катастрофічну ситуацію, що характеризується порушенням життєдіяльності людей.

**Стратифікація** – розподіл атмосфери (води) на шари з певними властивостями (температурою, солоністю тощо).

**Стратоценоз** – угруповання видів, пов'язані з певними ярусами в екосистемі.

**Субдомінанти** – група видів конкурентного угруповання представлені 2 – 5% особин, що входять до складу угруповання.

**Субедифікатори** – супутні дерева в одновіковому деревостані (класи панування – панівні, супутні, підлеглі).

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

**Сукцесія екологічна** – послідовна заміна біоценозів, що спадково виникає на одній території в результаті впливу природних факторів (у тому числі внутрішніх протиріч розвитку самих біоценозів) або впливу людини.

**Сумарне забруднення території** – забруднення природних середовищ (атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів), яка проявляється через надмірну концентрацію тих чи інших забруднюючих речовин вище фонових чи допустимих норм внаслідок введення в обіг речовин, які в природних екосистемах не виробляються.

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

**Суфозія** – винесення твердих часток і вилуговування розчинних речовин з ґрунту підземними водами.

**Сціофіти** – тіньолюбні рослини.

**Таксон** – група організмів, пов'язана певним ступенем спорідненості й достатньо відособлена, щоб їй можна було присвоїти категорію того чи іншого рангу – вид, рід, сімейство тощо.

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

**Теллуробіосфера** – шар літосфери глибиною нижче 1 км (нижче межі кисню).

**Температурний градієнт** – амплітуда коливань температури тіла рослини та середовища.

**Температурний нуль** – мінімальна сума ефективних температур, необхідних для життєдіяльності організмів.

**Температурний поріг розвитку** – температура зовнішнього середовища, при якій настає пробудження організму із зимового спокою і переходу до активного життя.

**Теплова продукція** – кількість внутрішньої енергії, яка передається з нижчого трофічного рівня на вищий.

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

**Терміт** – первинний продуцент, який живиться мертвою деревиною.

**Терморегуляція** – це температурні адаптації тварин до змін в оточуючому середовищі.

**Термофіли** – теплолюбні рослини (рослини, які добре розвиваються в умовах високих температур).

**Терофіти** – рослини, які відмирають в несприятливі пори року.

**Террабіосфера** – приземна зона атмосфери населена живими організмами.

**Техногенез** – геохімічна діяльність людини; має велике значення при формуванні біотехносфери.

**Типи асоціацій** – класифікація насаджень зелених зон міста (тип рослинності, субформація, тип лісу, асоціація).

**Токсичність** – отруйність.

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

**Топографічний градієнт зволоження** – градієнт, який визначається вологістю ґрунту і станом атмосфери.

**Точки Пастера** – критичні для історії біосфери рівні вмісту кисню: досягнення  $O_2$  в атмосфері 1% від сучасного вмісту, коли стало можливе анаеробне життя (архей, 3,5 млрд. років тому); точка формування озоносфери – досягнення кількості  $O_2$  в атмосфері 10% від сучасного (архей – кембрій, 3 – 2,6 млрд. років тому); відповідну вмісту  $O_2$  близько 20% від сучасного, коли стало можливе життя на суші (девон, 0,41 млрд. років тому).

**Транспірація** – процес виділення вологи в атмосферу наземною рослинністю.

**Тривалість життя абсолютна** – час існування особини від народження до смерті або від поділу материнської особини до власного поділу (для організмів, які розмножуються поділом).

**Тривалість життя видова** – середній максимальний вік, який досягається особинами даного виду за найбільш сприятливих умов існування.

**Трофічна мережа** – система переплетених між собою ланцюгів живлення в межах біогеоценозу.

**Трофічна структура** – це схема всіх трофічних зв'язків між видами, що входять до складу біоценозу.

**Трофічний** – пов'язаний з харчуванням.

**Трофічні зв'язки** – зв'язки, що виникають тоді, коли організми одного виду живляться організмами іншого або продуктами життєдіяльності організмів цього виду.

**Трофічні рівні** – це рівень в ланцюгу живлення біоценозу.

**Угрупування** – живі організми всіх видів, що населяють певний простір.

**Ультраелементи** – це хімічні елементи, що найменше мігрують через органічну матерію (Au, Rb, Hg, Ra, Rn).

**Управління процесами екологізації** – формування основних компонентів системи, якою управляють; механізм реалізації завдань екологізації передбачає формування чотирьох взаємозалежних системних компонентів, які складають «квадрат екологізації»: цілі і завдання екологізації; об'єкти екологізації; суб'єкти екологізації; інструменти екологізації.

**Урбанізація** – соціально-демографічний процес, який полягає у зростанні чисельності міського населення, кількості та величини міст.

**Урбогенні градієнти середовища** – градієнти середовища міської флори і фауни.

**Урбоекологія** – наука, що досліджує взаємодію міста, його жителів з навколишнім середовищем.

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

**Фактор абіотичний** – елементи неорганічного зовнішнього середовища, що впливають на організм.

**Фактор біотичний** – вплив живої природи, пов'язаний з діяльністю рослин, тварин і мікроорганізмів.

**Фактор екологічний** – будь-який елемент середовища, здатний виявляти прямий чи опосередкований вплив на живі організми хоча б протягом однієї фази їх розвитку.

**Фанерофіти** – рослини, бруньки і кінцеві гони яких призначені для перебігування несприятливих пір року, розміщені на кінчиках гілок високо над землею.

**Фауна** – еволюційно-історично складена сукупність усіх видів тварин, які розповсюджені на певній території.

**Фация** – найменший природний комплекс, на території якого спостерігається один склад гірських порід, однаковий характер рельєфу, вологості, мікроклімату, ґрунтів, біоценозів.

**Фенологія** – система знань про сезонні явища в живій природі.

**Ферменти** – це речовини, які покращують процеси окислення жирів і вуглеводів в живих організмах.

**Фізичне забруднення** – пов'язане зі зміною фізичних, температур-

но-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

**Філогенез** – процес історичного розвитку виду.

**Фітоагрегації** – сукупність окремо стоячих рослин, між якими зникають взаємовідносини.

**Фітомеліоранти** – рослини, які використовуються для природної перетворювальної функції в оптимізації атмосфери.

**Фітомеліорація** – це процес використання природної перетворювальної функції рослин в оптимізації біосфери.

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

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

**Фітосфера** – найпродуктивніший шар земної суші, що утворює активну плівку життя.

**Фітофаги** – живі організми, які для життєдіяльності використовують сонячну енергію.

**Фітоценоз** – сукупність усіх продуцентів біоценозу.

**Фітоценологія** – це вчення про фітоценози (рослинні угруповання).

**Флокуляція** – виділення з розчину під впливом хімічних реагентів згустків нерозчинного осаду.

**Флора** – еволюційно-історично складена сукупність видів рослин, які розповсюджені на певній території.

**Флуктуація** – випадкове відхилення якої-небудь величини від її середнього значення.

**Форезія** – одна з форм коменсалізму (організм більших розмірів носить менший організм).

**Фотоавтотрофи** – це автотрофи, для яких зовнішнім джерелом енергії є сонячне світло.

**Фотоперіодизм** – добовий і сезонний ритм розвитку активності рослин під впливом інтенсивності і якості світла та тривалості освітлення.

**Фотосинтез** – процес синтезу органічних речовин із неорганічних за рахунок променистої енергії. Порівняно з хемосинтезом, має високий ККД. Характерний для всіх рослин і деяких бактерій.

**Фотосфера** – група водних біоценозів.

**Фунгіцид** – хімічний засіб для знищення шкідливих мікроскопічних грибків.

**Футурологія** – наука про майбутній розвиток людського суспільства.

**Хвостосховище** – ділянка, де складаються і зберігаються відходи гірничо-збагачувальних фабрик (“хвости”).

**Хімічне забруднення** – збільшення кількості хімічних компонентів певного середовища, а також надходження в середовище хімічних речовин, не властивих йому або в концентраціях, що перевищують норму.

**Хлороз** – це хвороба рослин, пов’язана з нестачею заліза, що призводить до зменшення хлорофілу.

**Хлорофіл** – це клітини рослин, що синтезуються в процесі фотосинтезу.

**Хромосома** – частини ядра клітини, що містить генетичний матеріал.

**Цітологічне дослідження** – вивчення і оцінка змін стану клітинних структур різних систем організму тварин і людини.

**Цикли біохімічні** – це кругообіг хімічних елементів, котрі здійснюються в біогеоценозі.

**Циноклін** – це градієнт угруповань, що враховує закономірності просторового їх розміщення.

**Цунамі** – гігантські морські хвилі, що виникають внаслідок підводних землетрусів і спричиняють катастрофічні спустошення на узбережжях материків і островах.

**“Червона книга”** – книга, в яку занесені рідкісні та зникаючі види тварин, створена Міжнародним союзом охорони природи і природних ресурсів.

**Чиста продуктивність** – кількість енергії, що використовується тваринами і деструкторами в екосистемі.

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

**Шумове забруднення** – це один із видів атмосферного забруднення утвореного в пружному повітряному середовищі антропогенного походження.

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

**Якість навколишнього природного середовища** – міра відповідності природних умов потребам людей або інших живих істот.

**Ярусність** – вертикальне розшарування рослинних угруповань на структурні частини – яруси.

## Список використаної літератури

- Андрейцев А.К. Основы экологии: Учебник. – К.: Вища школа, 2001. – 358 с.
- Анісімова С.В., Рибалова О.В., Поддашкін О.В. Екологія. – К.: Грамота, 2001. – 135с.
- Баб'як О.С. та ін. Екологічне право України. – К., 2000. – 215.
- Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основы загалъной экології. – К.: Либідь, 1995. – 368 с.
- Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.О. Основы экологичних знань. – К.: Либідь, 2000. – 334 с.
- Білявський Т.А., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основы экології. – К.: Либідь, 1993.
- Бойчук Л.Д., Соломенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2003. – 284 с.
- Буркинський Б.В., Степанов В.Н., Харичков С.К. Природопользование: основы экономико-экологической теории. – Одеса: ИПРЭИ НАН Украины, 1999. – 350 с.
- Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад Римскому клубу. – М.: Academia, 2000. – 400 с.
- Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 424 с.
- Гайнріх Д., Гергт М. Екологія: dtv-Atlas. Пер. з 4-го нім. вид. – К.: Знання-Прес, 2001. – 287 с.
- Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери. – Львів: Поллі, 1997. – 256 с.
- Голубець М.А., Кучерявий В.П., Генсірук С.А. та ін. Конспект лекцій з курсу “Екологія та охорона природи” (теоретичні основи загалъной экології, охорони природи, комплекс природоохоронних заходів). – К.: УМКВО, 1990. – 216 с.
- Горелов А.А. Экология: Учебное пособие. – М.: Центр, 1998. – 240 с.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х томах. Т.1.: Пер. с. англ. / Под. ред. Р. Со-пера. – М.: Мир, 1990. – 368 с.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х томах. Т.2.: Пер. с. англ. / Под. ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1990. – 325 с.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х томах. Т.3.: Пер. с. англ. / Под. ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1990. – 376 с.
- Гук М. та інші. Державна екологічна інспекція України. Державна інспекція охорони природного середовища Польщі. Контроль і моніторинг природного середовища в Україні та Польщі. – Варшава, 1994. – 99 с.
- Дажо Р. Основы экологии. Пер. с франц. / Под. ред. В.В. Алпатова. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.
- Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С., Я.В. Коваль, М.М. Паламарчук. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. – К.: РАПС України, 1999. – 716 с.
- Дедю І.І. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Гл. Ред. МСЭ, 1989. – 408 с.

Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. – М.: Аспект Пресс, 1998. – 143 с.

Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища.: Навчальний посібник. 2-ге вид., стер. – К.: Знання, 2000. – 205 с.

Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основы экологии та охорона навколишнього середовища (Екологія та охорона природи): Підручник. Вид. 3-тє, доп. – Львів, Афіша, 2001. – 272 с.

Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Аблова О.К. Екологія. – К.: КНЕУ, 2001. – 152 с.

Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Балова О.К., Хусаїнов Д.Я. Чук Л.Г. Екологія. – К.: КНЕУ, 1999. – 152 с.

Дре Ф. Екологія. Пер с франц. – М.: Атомиздат, 1976 – 168 с.

Дьомін В. Вступ до економічної політики. – К., 2000.

Екологічне підприємництво: Навчальний посібник / Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та ін. – К.: Мета, 2001. – 197 с.

Екологічний аудит: Підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький. – К.: Вища шк., 2000. – 344 с.

Екологія. Охорона природи: Словник-довідник / Лисівко М.М., Серебрянов В.В., Брайон О.В. – К.: Знання, 2002. – 530 с.

Запольський А.К. Основы экологии: Підручник. – К.: Вища школа, 2001. – 358 с.

Злобін Ю.А. Основы экологии – К.: Видавництво “Лібра”, ТОВ, 1998. – 248 с.

Ийоганзен Б.Г. Основы экологии. – Томск: изд-во Томского университета, 1959. – 389 с.

Ийоганзен Б.Г., Лаптев И.П., Львов Ю.А. Экология, биогеоценология и охрана природы (очерки). – Томск: изд-во Томского ун-та, 1979. – 255 с.

Кравченко В.В. Екологічне право України. – К.: Атака, 2000. – 216 с.

Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 500 с.

Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 1999. – 320 с.

Магура Н.Л. Біологія навколишнього середовища: посібник для учнів професійно-технічних закладів. – К.: Грамота, 2001. – 96 с.

Мельник Л.Г. Екологічна економіка: Підручник. – Суми, ВТД «Університетська книга», 2002. – 346 с.

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіук, А.В. Яцик та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

Миллер Т. Жизнь в окружающей среде/Пер. с англ. Т. 1. – М.: Прогресс-Пангея, 1993. – 256 с.

Мусівко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. – К.: Знання. 2002. – 550 с.

Назарук М.М. Основы экологии та соціоекології. – Львів: Афіша, 1999. – 255 с.

Назарук М.М. Соціоекологія: Словник-довідник. – Львів: ВНТЛ, 1998. – 172 с.

Назарук М.М., Сенчина Б.В. Практикум із основ екології та соціоекології. – Львів: Афіша, 1999. – 116 с.

Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1998-2000 рр. – К., 1999-2001.

Некос В.Е. Основы общей экологии и неоекологии. Часть 1 – 1999; Часть 2. 2001. – Харьков: ХГУ.

Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы: Учеб. пособие. – Л.: изд-во Ленингр. Ун-та, 1979. – 352 с.

Обухов Є.В. Використання відновлюваних джерел енергії. – Одеса: «ТЭС», 1999. – 254 с.

Одум Ю. Основы экологии. Пер. с англ. /Под ред. Н.П. Наумова. – М.: Мир, 1975. – 740 с. ил.

Одум Ю. Экология (в 2-х томах). – М.: Мир, 1986.

Окружающая среда. – М.: Прогресс-Пангея, 1993. – 635 с.

Оценка и регулирование качества окружающей среды. Учебное пособие для инженера-эколога. Под ред. А.Ф.Порядина, Хованского. – М.: НУМЦ Минприроды России, Изд-ий Дом «Прибой», 1996. – 350 с.

Реймерс Н.Ф. Основные биологические понятия и термины: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988. – 319 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.

Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: Навч. посіб. – Львів: Новий Світ-2000, 2003. – 248 с.

Сахасєв В.Г., Шевчук В.Я. Економіка і організація охорони навколишнього середовища. – К.: Вища шк., 1995. – 272 с.

Серебряков В.В. Основы экологии: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2002. – 300 с.

Справочник по охране окружающей среды / В.Г. Сахасєв, Б.В. Щербицький. – К.: Будівельник, 1986. – 152 с.

Стадницький В.И., Родионов А.И. Экология. – М.: Высш шк., 1988. – 402 с.

Стегній О.Г. Інституціоналізація екологічних інтересів у суспільстві соціогенних ризиків. - К., 2002.

Сухарева С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Технологія та охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. - Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 256 с.

Сучасні технології очистки стічних вод / О.А. Василенко, В.О. Терновцев, Л.О. Василенко та ін. – К.: ДІПК Мінекобезпеки України, 1998. – 62 с.

Тетиор А.Н. Строительная экология. – К.: УМК ВО, 1991. – 276 с.

Топчиев А.Г. Геоэкология: географические основы природопользования. – Одесса: Астропринт, 1996. – 392 с.

Україна та глобальний парниковий ефект. Джерела і поглиначі парникових газів/ Н.П. Іваненко, М.М. Калетник, М.А. Козелькевич та ін. – К., 1997. – 96 с.

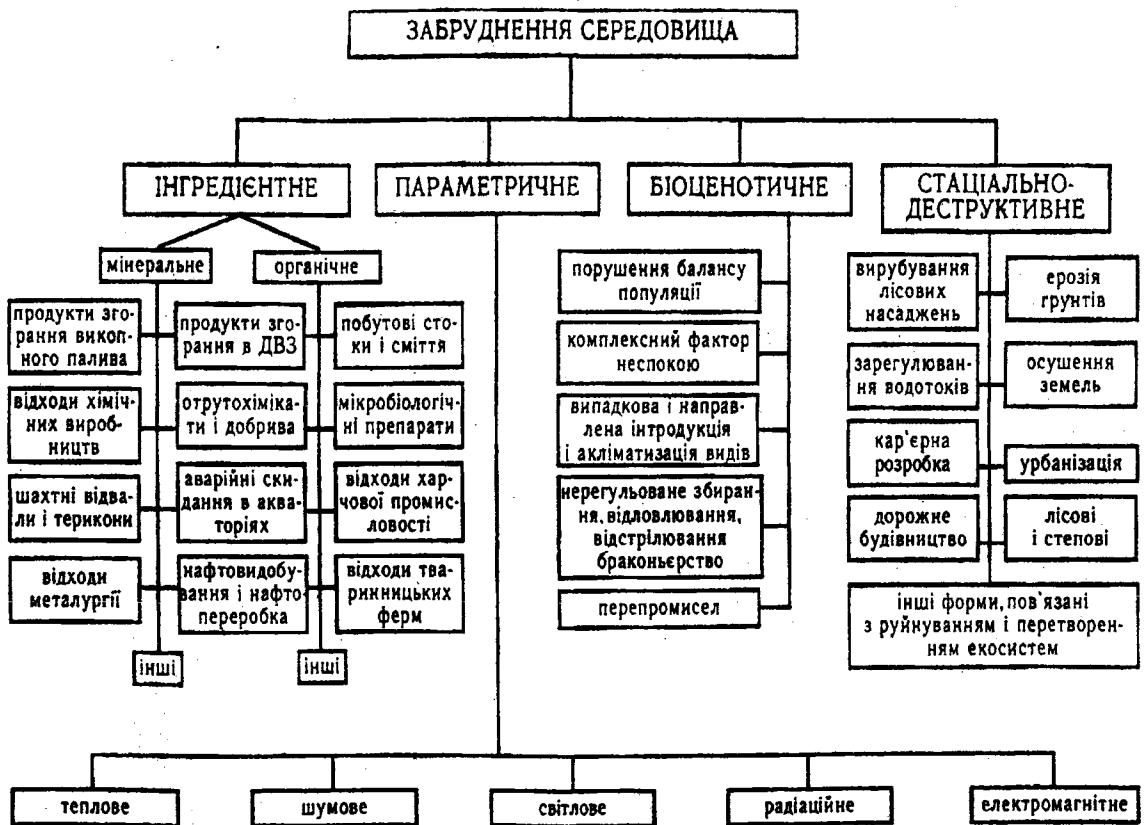
Хильчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. – К.: ВЦ «Київський університет», 1999. – 319 с.

Шикла М.К., О.Ф. Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капшик М.В. Охорона ґрунтів: Підручник. – К.: Знання, 2002. – 398 с.

Эндрэс А. Экономика окружающей среды. – К.: Либідь, 1995. – 168 с.

Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні. – К.: Генеза, 2001. – 214 с.

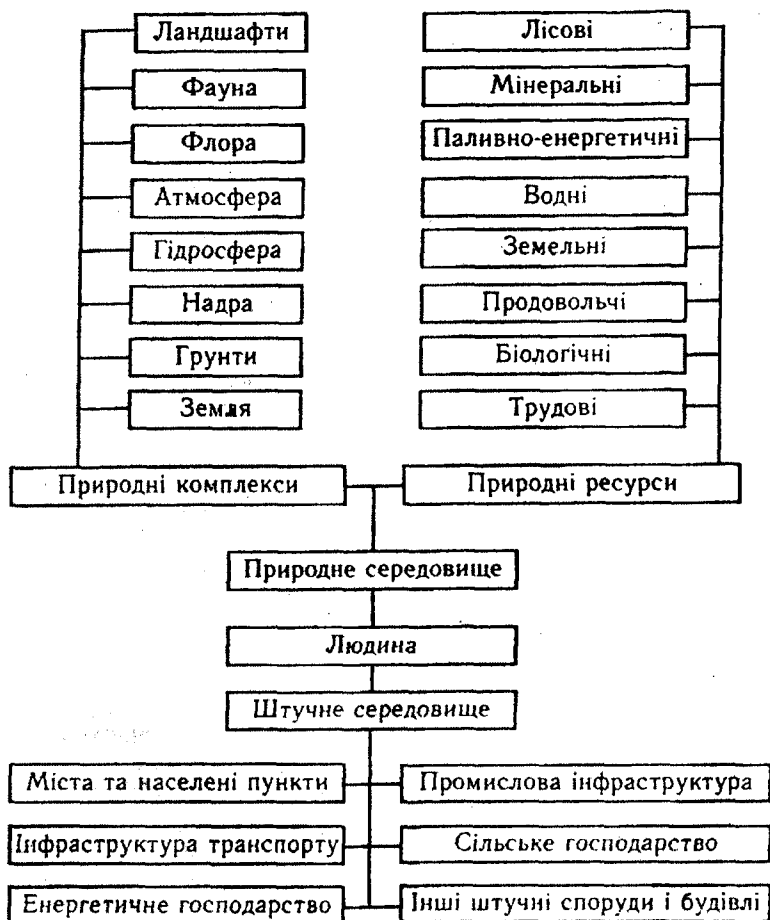




**Додаток №1**

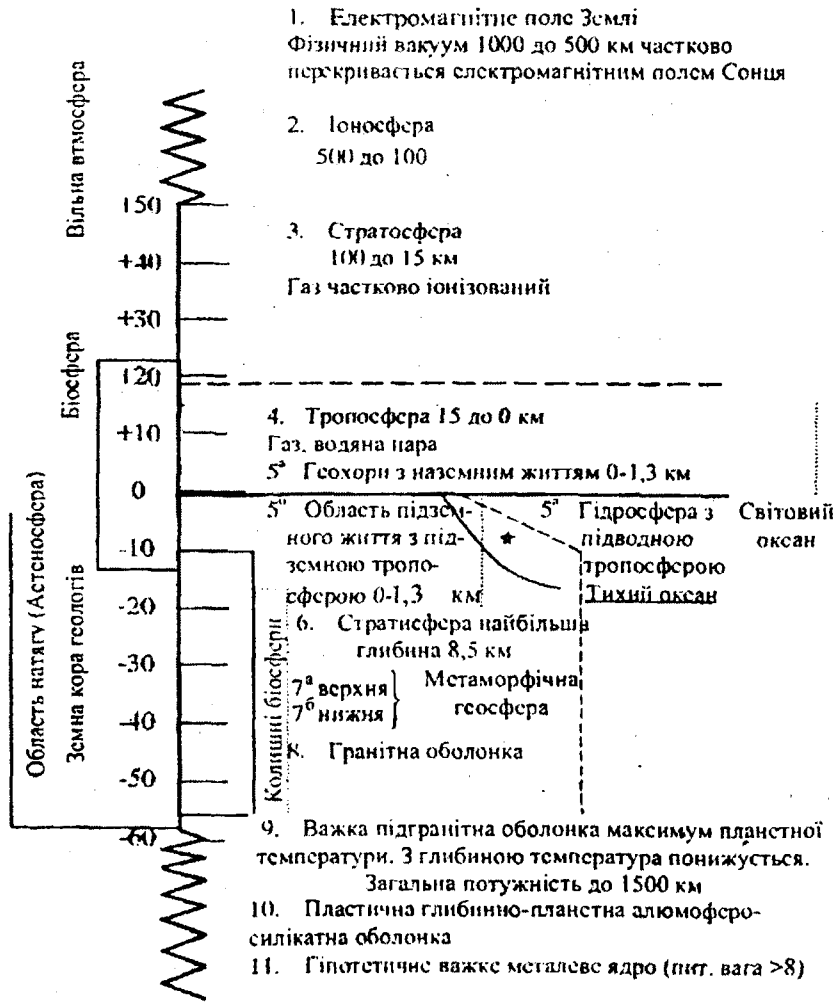
Класифікація забруднення екологічних систем  
(за Г. В. Стадницьким та А. І. Родіоновим)

**Додаток №2**  
**Структурна схема довкілля**  
(за В. С. Джигиреєм, В. М. Сторожуком, Р. А. Яцюком)



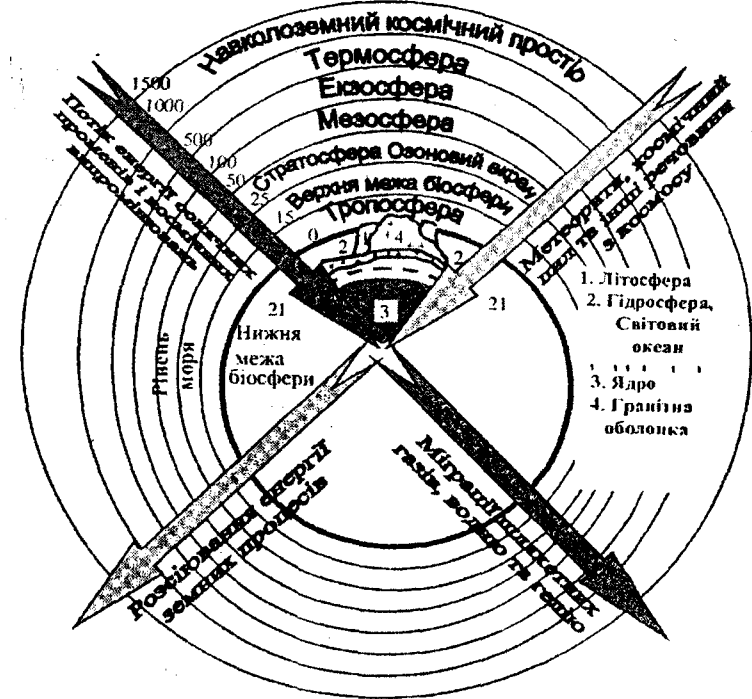
### Додаток №3

#### Схема розташування біосфери серед інших геосфер (за Шипуновим)



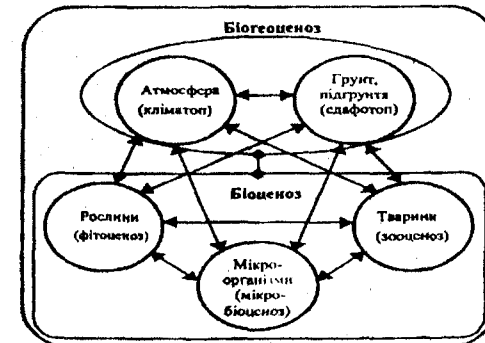
### Додаток №4

#### Структура біосфери та її оточення (за Назаровим)



### Додаток №5

#### Схема будови біоценозу (за В.І. Сукачовим)



### Додаток №6

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у ґрунтах  
(ГОСТ 3034-84, 3210-85, 42-128-4433-87)

Речовина	мг/кг	Речовина	мг/кг
Бензпирен	0,02	Бромфос, метилспірал	0,4
Свинець Pb	20,0	Сірководень H <sub>2</sub> S, паяхлорілен	0,5
Хром шестивалентний Cr <sup>6+</sup>	0,05	Фтор F <sub>2</sub>	10,0
Ртуть	2,1	Хлорофос	0,5
Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , Толуол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	0,3	Карбофос	2,0
Нітрати	130,0	Хлорамін	2,0
Мідь Cu	3,0	Метофос	0,1
Нікель Ni	4,0	Гексахлоран	1,0
Цинк Zn	23,0	Бромфос, метилспірал	0,4
Манган Mn	1500,0	Гетерофос	0,005
Ванадій V	150,0	Атразин	0,01
Кобальт Co	5,0	Сірка S	160,0
Кадмій Cd	1,0	Кадмій Cd	1,0

### Додаток №7

Показники санітарного стану ґрунтів населених пунктів та  
сільськогосподарських угідь  
(за В. С. Джигиреєм, В. М. Сторожуком, Р. А. Яцюком)

Ґрунт	Число личинок та лялечок мух	Число яєць гельмінтів	Титр калі	Титр анаеробів	Санітарне число
Чистий	0	0	1 і вище	0,1 і вище	0,98—1
Мало забруднений	Одніиші	До 10	1—0,01	0,1—0,001	0,85—0,98
Забруднений	10—25	11—100	0,01—0,001	0,001—0,0001	0,7—0,85
Сильно забруднений	25	Понад 100	0,001 і менше	0,0001 і менше	0,7 і менше

### Додаток №8

Гранично допустимі концентрації  
шкідливих речовин в атмосфері населених пунктів

Речовина	Максимальна разова, мг/м <sup>3</sup>	Середньодобова, мг/м <sup>3</sup>
Нітробензол	0,008	0,008
Оксид сірки SO <sub>2</sub>	0,5	0,05
Сірководень H <sub>2</sub> S	0,008	0,008
Чадний газ CO	3,0	1,0
Аміак NH <sub>3</sub>	0,2	0,004
Оксиди азоту	—	0,04
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Кипляча (сажа)	0,15	0,05
Сірчана кислота (пари)	0,3	0,1
Фтороводень (пари)	0,02	0,005
Пари свинцю, ртуті	—	0,0003
Хлороформ CHCl <sub>3</sub>	—	0,03
Хлор Cl <sub>2</sub>	0,1	0,03
Оцтова кислота CH <sub>3</sub> COOH (пари)	0,2	0,06
Ацетон	0,35	0,35

### Додаток №9

Гранично допустимі концентрації  
шкідливих речовин у питній воді

Речовина	Максимальна разова, мг/л	Середньодобова, мг/л
Кадмій	0,001	Норми країн Зх. Європи, що в 700 тис. разів перевищують наші ГОСТ 4630-88
Кобальт, мangan, вісмут, барій	0,1	
Бензол, бор	0,5	
Діоксин	5*10 <sup>-10</sup>	
Діоксин	3,5*10 <sup>-5</sup>	
Нітрати (за - NO <sub>3</sub> )	45,0	
Нітрити (за - NO <sub>2</sub> )	3,3	
Срібло	0,005	
Ртуть	0,0005	
Свинець	0,03	
Стронцій (стабільний)	7,0	
Бензин, gas, цинк, кобальт, залізо	0,1	
Хром, нікель, мідь, молібден, вольфрам	0,01	

## НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Людвіг Адалбертович Потіш  
Володимир Григорович Медвідь  
Олександр Григорович Гвоздецький  
Зоряна Ярославівна Козак

## ЕКОЛОГІЯ: основи теорії і практикум

Відповідальний за випуск *В. М. Піча*  
Коректор *К. В. Коковіадопуло*  
Оформлення обкладинки та верстка *О. І. Гуцуляк*

Підписано до друку з оригінал-макета 14.10.2005.  
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура Тип Таймс.  
Умовн. друк. арк. 20,5. Умовн. фарбовідб. 21.  
Обл.-вид. арк. 21.

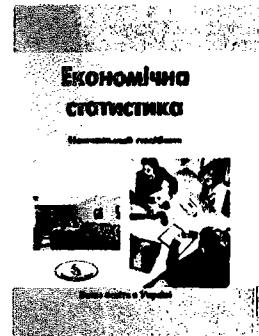
Видавництво «Новий Світ-2000»  
а/с № 2623, м. Львів-60, 79060, Україна  
E-mail: [novyisvit2000@org.lviv.net](mailto:novyisvit2000@org.lviv.net)

Свідцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:  
серія № 59 ДК від 25.05.2000 року, видане Державним комітетом інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення України.

НБ ПНУС



691404



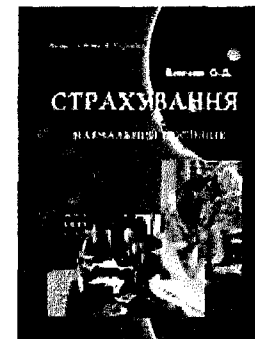
## Економічна статистика

Навчальний посібник

Крамченко Л. І., Лутчин Н. П.,  
Москаль Б. С. – Львів: «Новий Світ-2000»,  
2004. – 376 с.  
ISBN 966-7827-55-0

Посібник підготовлений згідно із навчальною програмою дисципліни "Економічна статистика". Розкрито основи економічної статистики та системи національного рахівництва. Висвітлено методологію статистичного аналізу складових ринкової економіки.

Видання буде корисним студентам навчальних закладів вищих рівнів акредитації, аспірантам а також науковцям та практикам.



## Страховання Навчальний посібник.

ISBN 966-7827-53-4

Вовчак О.Д.  
– Львів: «Новий Світ-2000», 2004. – 480 с.

Навчальний посібник з нормативної навчальної дисципліни "Страховання" призначений для більш ефективного засвоєння студентами програмного матеріалу. Посібник включає програму курсу, теоретичний виклад тем, плани семінарських занять, термінологічний словник ключових понять, завдання для самостійної роботи, тестові завдання теоретичного матеріалу, тематику рефератів, питання самоконтролю та для здачі заліку чи іспиту, список літератури, критерії оцінювання знань, навчальні завдання з окремих тем.

Для студентів вищих навчальних закладів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр з напряму підготовки "Економіка і підприємництво", аспірантів, фахівців у галузі фінансів, інвестування та банківської справи, слухачів факультету післядипломної освіти.